การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

โดย
นางฉัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

โดย

นางฉัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

A COMPARATIVE STUDY OF LEARNING OUTCOMES ON ROCK AND MINERAL OF EIGHTH GRADE STUDENTS TAUGHT BY INQUIRY APPROACH TOGETHER WITH MIND MAPPING AND CONVENTIONAL APPROACH

By

Chatpimon Petchsakwong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF EDUCATION

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.” เสนอโดย นางฉัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ

…….....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรา เล่าเรียนดี
2. อาจารย์ ดร.ประเสริฐ มงคล
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิทัศน์ ฝักเจริญผล)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรา เล่าเรียนดี)
...../...../.....

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ประเสริฐ มงคล)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
...../...../.....

49253403 : สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ
คำสำคัญ : ผลการเรียนรู้ / การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ / การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ฉัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์ : การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.วัชรา เล่าเรียนดี, อ.ดร.ประเสริฐ มงคล และ ผศ.ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม. 373 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการสุ่มสองกลุ่มวัดหลังทดลองครั้งเดียว (Randomized Posttest - Only Control Group Design) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยาพุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 50 คน กลุ่มควบคุม 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การวิเคราะห์เนื้อหา การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติทดสอบที แบบเป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

2. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านนักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับแรก คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้นจากการนำข้อมูลจากการทดลองและการศึกษาความรู้เพิ่มเติมมาเขียนแผนผังมโนทัศน์ รองลงมา คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นอกกรอบที่แตกต่างจากบทเรียนและทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจดจำได้นาน และลำดับสุดท้าย คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผล ร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ ตามลำดับ

3. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านนักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับแรก คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาความรู้จากการทดลอง รองลงมา คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และลำดับสุดท้าย คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ ตามลำดับ

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลงชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1..... 2..... 3.....

49253403 : MAJOR : CURRICULUM AND SUPERVISION
KEYWORD : LEARNING OUTCOMES / INQUIRY APPROACH TOGETHER WITH MIND MAPPING / CONVENTIONAL APPROACH
CHATPIMON PHETSAKWONG : A COMPARATIVE STUDY OF LEARNING OUTCOMES ON ROCK AND MINERAL OF FIFTH GRADE STUDENTS TAUGHT BY INQUIRY APPROACH TOGETHER WITH MIND MAPPING AND CONVENTIONAL APPROACH : THESIS ADVISORS : ASST. PROF.WATCHARA LOWRIENDEE, Ph.D. PRASERT MONGKOL, Ed.D. AND ASST.PROF. CHAIYOS PAIWITTHAYASIRIHAM, Ed.D. 373 pp.

The purposes of this Experimental Research with Randomized Posttest - Only Control Group Design were : 1) to compare the learning outcomes on Rock and Mineral of the fifth grade students after being taught by the Inquiry Approach together with Mind Mapping and the Conventional Approach 2) to study the opinions of the fifth grade students towards the Inquiry Approach together with Mind Mapping and the Conventional Approach.

The sample of this research were 100 of the fifth grade students, which divided into one-experimental group of 50 students and one control group of 50 students. The research instruments employed were the lesson plans , the learning outcomes tests and the questionnaires. The data were analyzed by Percentage (%) , Mean ($\bar{x}$), Standard Deviation (S.D.) and Independent t-test.

The results of research were found as follow :

1) The learning outcomes on Rock and Mineral of the fifth grade students after being taught by the Inquiry Approach together with Mind Mapping and the Conventional Approach were statistically significant different at the .01 level. The learning outcomes scores of the students that were taught by the Inquiry Approach together with Mind Mapping were higher than the scores of the students that were taught by the Conventional Approach.

2) The opinions of the fifth grade students towards the Inquiry Approach together with Mind Mapping approaches were at a high agreement level. On the aspect of learning activities they perceived that the activities could encourage them to comprehend content more clearly and be able to use the data from experiment for further study and to create mind mapping ; on the aspect of advantages of the learning activity they perceived that the activities increased their creativity and help them understand the fundamental and structures of knowledge. On the aspect of learning environment they perceived that they were more cooperated with friends.

3) The opinions of the fifth grade students towards the Conventional Approach were at a high agreement level. On the learning activity they perceived that it helped them to participate in the experiment. On the advantages of the learning activity it enhanced their abilities in science. On the learning environment aspect it encouraged them to share ideas and experiences with friends.

Department of Curriculum and Instruction Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009
Student signature……
Thesis Advisor signature 1……2……3……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.” ประสบผลความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับคำชี้แนะจากเหล่าคณาจารย์ที่ให้ความเมตตา ความกรุณาในการให้คำปรึกษา แนะนำ อบรมสั่งสอน ให้คำชี้แนะเมื่อพบปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชรา เล่าเรียนดี อาจารย์ ดร. ประเสริฐ มงคล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่เป็นประสิทธิ์ประสาทความรู้ อบรมสั่งสอน ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาเรียม นิลพันธุ์ ประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิทัศน์ ฝักเจริญผล ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขในสิ่งที่บกพร่องและเพิ่มเติมสาระความรู้จนครบถ้วนสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สุดารัตน์ ณัฏฐ์มีบุญ อาจารย์สุจิตรา ศรีรอต ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยให้ถูกต้องและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี และอาจารย์จิระ ดีช่วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยและสถิติที่ใช้ในการวิจัยให้ถูกต้อง ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่และเต็มใจตลอดเวลา จนวิทยานิพนธ์เกิดความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครูและนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณรุ่นพี่ ผองเพื่อน รุ่นน้อง สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ที่ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ ความรัก ความมีน้ำใจ และให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว บิดานายประมวล เทียมทัน มารดานางเสมอ เทียมทัน ผู้ให้กำเนิด คู่สมรสนายไพบูลย์ เพชรศักดิ์วงศ์ บุตรชายเด็กชายพิสิษฐ์ เพชรศักดิ์วงศ์ และเด็กชายบูรณวิทย์ เพชรศักดิ์วงศ์ ที่ให้ความรัก ความห่วงใย ความปรารถนาดีแก่ผู้วิจัยโดยตลอด

ประโยชน์และคุณค่าอันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาแก่พระคุณบิดามารดาและคณาจารย์ทุกท่าน ที่มีพระคุณให้การอบรมสั่งสอน และประสิทธิ์ประสาทวิชาด้วยดีเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญแผนภูมิ.....ฐ
บทที่
1 บทนำ.....1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....13
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....22
คำถามการวิจัย.....22
สมมติฐานการวิจัย.....22
ขอบเขตของการวิจัย.....22
นิยามศัพท์เฉพาะ.....23
2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....26
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.....26
หลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2546 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2549)
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล.....31
การสอนวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ตามแนวของ สสวท.....38
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....52
แผนผังมโนทัศน์.....69
วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวของ สสวท. 97
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....102

บทที่ หน้า

3 วิธีการดำเนินการวิจัย....110
การดำเนินการวิจัย....110
ระเบียบวิธีการวิจัย....111
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....113
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....113
การดำเนินการทดลองในการวิจัย....133
การวิเคราะห์ข้อมูล....138
สรุปวิธีดำเนินการวิจัย....139
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....141
ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของ สสวท. 141
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียน แผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. 142
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....154
สรุปผลการวิจัย 155
อภิปรายผลการวิจัย....156
ข้อเสนอแนะ....168
ข้อเสนอแนะทั่วไป 168
ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย 170
บรรณานุกรม....171
ภาคผนวก....180
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....181
ภาคผนวก ข การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....183
ภาคผนวก ค การตรวจสอบสมมติฐาน....202

บทที่ หน้า

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....203
ภาคผนวก จ หนังสือขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และ
หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย.....367
ประวัติผู้วิจัย.....373

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National Test) ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2549.....3

2 ร้อยละของระดับผลการเรียนจากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National Test) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ปีการศึกษา 2548 -2549.....4

3 สรุปผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และ 2550.....5

4 สรุปผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และ 2550 ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพ การศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ. 6

5 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3.....34

6 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้น ม.2.....35

7 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องหินและแร่.....36

8 สาระการเรียนรู้พื้นฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังวิชาวิทยาศาสตร์ ม.2..... 37

9 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ของเรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด.....67

10 ตัวอย่างตารางแสดงเหตุผลของความคิด.....78

11 ผังที-ชาร์ท เรื่องขุนช้าง.....78

12 ผังที-ชาร์ท เปรียบเทียบตัวละครเรื่องขุนช้างขุนแผน.....78

13 เปรียบเทียบจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการ เขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.....102

14 การวิเคราะห์แผนจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ 114

ตารางที่ หน้า

15 วิเคราะห์แผนจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.....118
16 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่.....121
17 ตารางสอนที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม……..134
18 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย.....139
19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. 142
20 ระดับความคิดในเห็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ 143
21 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะอิสระของนักเรียนที่มีต่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ …….. 147
22 ระดับความคิดเห็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.….....149
23 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะอิสระของนักเรียนที่มีต่อจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ….....152
24 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์.....184
25 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. 185
26 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ 186
27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ 195

ตารางที่ หน้า

28 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. 196

29 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่.....198

30 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่นำมาหาค่าความเชื่อมั่น.....200

31 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.....203

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	21
2	สรุปความหมายของวิทยาศาสตร์	39
3	การสืบเสาะหาความรู้ของคณะอนุกรรมการทบวงมหาวิทยาลัย	63
4	ตัวอย่างแผนที่ความคิดเรื่องต้นไม้	73
5	ตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์	74
6	ผังความคิดรวบยอดเรื่องผลไม้	75
7	แผนผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์	75
8	ตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์	76
9	เวนน์ไดอะแกรม	77
10	เวนน์ไดอะแกรมเรื่องพืชดอก	77
11	ผังก้างปลา	79
12	ผังก้างปลาเรื่องสาเหตุของความยากจน	79
13	ผังใยแมงมุม	80
14	ผังใยแมงมุมเรื่องการใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 7	80
15	ผังลำดับขั้นตอน	81
16	ผังลำดับขั้นตอนเรื่องการเจริญเติบโตของพืช	81
17	ผังวัฏจักร	82
18	ผังวัฏจักรของน้ำ	82
19	ผังขั้นบันได	83
20	ผังระบุความรุนแรงของสารเสพติด	83
21	ผังแบบต่อเนื่อง	84
22	ผังต่อเนื่องความคิดเห็นต่อการเปิดบ่อนกาสิโนในประเทศไทย	84
23	แผนภูมิกง	85
24	แผนภูมิเปรียบเทียบงบประมาณรายรับจำแนกตามลักษณะงาน	85
25	ผังมองต่างมุม	86
26	ผังมองต่างมุมเรื่องประเทศไทย	86

แผนภูมิ หน้า

27 แผนภูมิเป้าหมาย.....87

28 แผนภูมิเป้าหมายบุคคลที่ควรแก่การเคารพยกย่อง.....87

29 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำ.....90

30 การใช้ความคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์คำต่าง ๆ.....91

31 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดหลักและความคิดรวบยอด.....91

32 การสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. 101

33 วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....112

34 ขั้นตอนการสร้างแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียน
แผนผังมโนทัศน์ 117

35 ขั้นตอนการสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.....120

36 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ.....128

37 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้
เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียน
แผนผังมโนทัศน์ 131

38 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้
เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของ สสวท. 133

39 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้
ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ 136

40 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.....137

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิกฤติการณ์ฟองสบู่แตกที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 ได้ให้บทเรียนที่มีคุณค่าแก่ประเทศไทยทำให้เกิดความตระหนักว่าการมุ่งพัฒนาเศรษฐกิจโดยละเลยการศึกษานั้นไม่สามารถช่วยให้ประเทศเจริญรุ่งเรืองอย่างยั่งยืนได้ เหตุการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาการศึกษาในฐานะที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนามนุษย์ และการพัฒนาประเทศ นักคิด รวมทั้งนักการศึกษาต่างก็แสดงวิสัยทัศน์และทัศนะเกี่ยวกับการพัฒนาการศึกษาไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งในที่นี้ขออัญเชิญพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ที่พระราชทานแก่คณะครูและนักเรียน ณ ศาลาดุสิดาลัย เมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2504 เกี่ยวกับการศึกษา ความว่า

> การศึกษาเป็นปัจจัยในการสร้างและพัฒนาความรู้ ความคิด ความประพฤติและคุณธรรมของบุคคล สังคมและบ้านเมืองใดให้การศึกษาที่ดีแก่เยาวชนได้อย่างครบถ้วนพอเหมาะกันทุก ๆ ด้านสังคมและบ้านเมืองจะมีบุคคลที่มีคุณภาพ

จากพระราชดำรัสข้างต้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงตระหนักถึงการศึกษาในฐานะที่เป็นเครื่องมือสำคัญที่สุดในการพัฒนาคนและประเทศ เนื่องจากการศึกษาเป็นกระบวนการที่ช่วยสร้างและพัฒนาความรู้ ความคิด และลักษณะนิสัยของบุคคลให้เป็นไปอย่างเหมาะสม และช่วยให้บุคคลนำความรู้ ความคิด และความสามารถของตนไปใช้ประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคมโดยส่วนรวม การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิตที่จำเป็นสำหรับทุกคนในการดำรงชีวิต (ทิศนา แขมมณี 2548 : 167-170) ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ ของโลกยุคโลกาภิวัตน์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาของชาติ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างคนไทยให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข (หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 : 1) การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปตามกระแสการปฏิรูประบบการศึกษานับตั้งแต่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มีผล

ให้เกิดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ตามมานั้น เป็นแรงผลักดันที่ทำให้หันมาให้ความสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการจัดการศึกษาแนวการจัดการศึกษาในมาตรา 22 ระบุว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนทุกคน มีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

ในส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

4. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าวจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนทั้งของครูและนักเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์และวิธีการในการนำเสนอสาระและเรื่องให้ต่างออกไปจากเดิม ให้มีความสนุกสนาน น่าสนใจ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีบทบาทมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ครูผู้สอนนอกจากทำหน้าที่ในการให้ความรู้เต็มความสามารถของตนแล้วนั้น ยังต้องเป็นผู้คอยชี้นำช่วยเหลือในการแสวงหาความรู้ตามความต้องการของผู้เรียนอีกด้วย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวันสามารถพัฒนาความรู้ตามความสามารถของตน (การประชุมสาธิตวิชาการ 2548 : 1)

สภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 พบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากการประเมินคุณภาพภายนอกของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพ

การศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ. เมื่อวันที่ 25-27 มกราคม พ.ศ. 2548 ข้อมูลจากการวัดผลการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 35 ซึ่งมีคุณภาพในระดับควรปรับปรุง จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพระดับตัวบ่งชี้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งกำหนดว่าคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 อยู่ในระดับควรปรับปรุง ระหว่างร้อยละ 50 - 75 อยู่ในระดับพอใช้ ระหว่างร้อยละ 75 - 89 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 90 ขึ้นไปอยู่ในระดับดีมาก และจากรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National Test) ในการประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับ 18.46 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.15 โดยแบ่งเป็นด้านโครงสร้างความรู้ระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับ 12.83 คะแนน จากคะแนนเต็ม 27 คะแนน และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับคะแนนเฉลี่ย 5.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 13 คะแนน และเมื่อคิดเป็นร้อยละของจำนวนนักเรียนพบว่า อยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 17.14 อยู่ในระดับพอใช้คิดเป็นร้อยละ 68.57 และอยู่ในระดับปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 14.29 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2548 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับ 17.27 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และเมื่อคิดเป็นร้อยละของจำนวนนักเรียนพบว่า อยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 25.20 อยู่ในระดับพอใช้คิดเป็นร้อยละ 68.81 และอยู่ในระดับปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 5.97 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National Test) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2548-2549 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล

ปีการศึกษา	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD.	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ
2548	452	40	17.27	5.98	43.17
2549	35*	40	18.46	5.63	46.15

* หมายเหตุ ในปีการศึกษา 2549 มีการสุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน
ที่มา : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล, เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2550), 3.

เมื่อวิเคราะห์การประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National Test) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ปีการศึกษา 2548 - 2549 พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนระดับดีและระดับพอใช้มีจำนวนลดลง คิดเป็นร้อยละ 8.32 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของระดับผลการเรียนจากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National Test) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ปีการ ศึกษา 2548 - 2549

ปีการศึกษา	จำนวนนักเรียน	ร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน						ร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียนระดับดีและระดับพอใช้
		ระดับดี		ระดับพอใช้		ระดับปรับปรุง		
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
2548	452	114	25.22	311	68.81	27	5.97	94.03
2549	35*	6	17.14	24	68.57	5	14.29	85.71
ลดลง								-8.32

* หมายเหตุ ในปีการศึกษา 2549 มีการสุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน
ที่มา : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล, <u>เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน</u> (กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2550), 4.

จากการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และปีการศึกษา 2550 พบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีระดับผลการเรียน 3.5 และ 4 มีแนวโน้มลดลง รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และ 2550

ระดับผลการเรียน	ปีการศึกษา 2549		ปีการศึกษา 2550	
	จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน	คิดเป็นร้อยละ
4	135	29.60	74	16.37
3.5	83	18.21	80	17.70
3	70	15.35	75	16.60
2.5	67	14.69	69	15.27
2	65	14.25	74	16.37
1.5	17	3.73	66	14.60
1	18	3.95	12	2.65
0	-	-	-	-
ร	1	0.22	2	0.44
รวม	456	100	452	100

ที่มา : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล, เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2550), 5.

จากผลการประเมินถึงแม้ว่าจะมีนักเรียนผ่านเกณฑ์แต่ยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายของโรงเรียนซึ่งเป้าหมายของโรงเรียนต้องการให้นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ. จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพระดับตัวบ่งชี้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งกำหนดว่าคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 อยู่ในระดับควรปรับปรุง ระหว่างร้อยละ 50 - 75 อยู่ในระดับพอใช้ ระหว่างร้อยละ 75 - 89 อยู่ในระดับดี ร้อยละ 90 ขึ้นไปอยู่ในระดับดีมาก รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2549 และ 2550 ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ.

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ ระดับตัวบ่งชี้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	ปีการศึกษา 2549		ปีการศึกษา 2550	
	จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน	คิดเป็นร้อยละ
ร้อยละ 90 ขึ้นไป (ระดับดีมาก)	218	47.81	154	34.07
ระหว่างร้อยละ 76-89 (ระดับดี)	137	30.04	144	31.86
ระหว่างร้อยละ 50-75 (ระดับพอใช้)	82	17.98	140	30.97
ต่ำกว่าร้อยละ 50 (ระดับปรับปรุง)	19	4.17	14	3.10
รวม	456	100	452	100

ที่มา : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล, เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2550), 6.

สรุปได้ว่าสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตการศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 พบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรซึ่งมีข้อมูลที่ยืนยันว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนต่ำอยู่ 3 ประการคือ 1) จากการประเมินคุณภาพภายนอกของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ. พบว่าผลการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยอยู่ในระดับควรปรับปรุง 2) จากการรายงานผลการเรียนรวบยอดระดับชาติ พบว่าผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยลดลง 3) จากการประเมินผลการเรียนของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ซึ่งไม่เป็นไปตามเป้าหมายของโรงเรียนที่ต้องการให้ผ่านการประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) หรือ สมศ. ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์

ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เพื่อประมวลสาเหตุที่ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ สรุปได้ว่าปัญหาส่วนใหญ่ มาจากเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สอนส่วนใหญ่ยังใช้วิธีจัดการเรียนรู้แบบเดิม ด้านผู้เรียนพบว่าขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดความสามารถทางการคิดหาเหตุผล ไม่สามารถตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองและไม่สามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เรียนได้ ซึ่งหากไม่มีการแก้ไขสภาพปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและอาจส่งผลกระทบต่อการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญนั้นครูผู้สอนและผู้จัดการศึกษาจะต้องเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเป็นผู้ชี้นำ ผู้ถ่ายทอดความรู้ ไปเป็นผู้ช่วยเหลือส่งเสริม และสนับสนุนผู้เรียน ในการแสวงหาความรู้จากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ และให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้สร้างสรรค์ความรู้ของตน การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากจะมุ่งปลูกฝังด้านปัญญา พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว ยังมุ่งพัฒนาความสามารถทางอารมณ์ โดยการปลูกฝังให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเอง เห็นใจผู้อื่น สามารถแก้ปัญหาข้อขัดแย้งทางอารมณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม การเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ มีกระบวนการและวิธีการที่หลากหลาย ผู้สอนต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางด้านร่างกายและสติปัญญา วิธีการเรียนรู้ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียนเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละช่วงชั้นควรใช้รูปแบบ วิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (ดำริ บุญชู 2546 : 16 - 21) มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนเองได้ดีหากอยู่ในสภาพการณ์ที่ผ่อนคลายและเป็นอิสระ การจัดบรรยากาศการเรียนที่ผ่อนคลายและเอื้อต่อการเรียนรู้และเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูใช้วิธีสอนแบบชี้แนะและทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (ทิศนา แขมมณี 2548 : 70, 106 - 107) และจากหลักการและเหตุผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือ สสวท. (โครงการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ขยายผลและอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรแบบสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนาความคิดระดับสูง 2549 : 1) ที่ว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้นให้สถานศึกษาจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้และเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด พัฒนาความคิดให้เกิดกับผู้เรียน รวมทั้งผู้จบการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องมีความสามารถในในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสื่อความ การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนา

ทักษะกระบวนการคิดเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันซึ่งเป็นยุคข้อมูลข่าวสารและเทคโนโลยีที่ไร้ขีดจำกัด การแข่งขันกันทางเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศต้องพึ่งพาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อีกทั้งการดำรงชีวิตของมนุษย์จะต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิด สิ่งที่ติดตัวนักเรียนไปคือวิธีการคิด กระบวนการคิด กระบวนการแสวงหาความรู้ ความสามารถใน การกล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะกลายเป็นลักษณะนิสัยของผู้ที่เรียนจบการศึกษาแล้วจะเป็น “บุคคลที่คิดเป็น รักการเรียนรู้ตลอดชีวิต” ทั้งนี้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ผู้สอนจะต้องปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Center) ซึ่งมีหลักการดังนี้

1. ผู้เรียนมีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construct)
2. ให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข (Happiness)
3. ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (Interaction)
4. ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการควบคู่กับผลงาน/ความรู้ที่สรุปได้ (Process)
5. ให้ผู้เรียนมีบทบาทและส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากที่สุด (Participation)
6. ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Application)

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 2 - 3) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถและทักษะในการคิดมีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนในยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงในทุก ๆ ด้านอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดและเทคนิควิธีสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างต่อเนื่อง เช่น แนวคิดของบลูม (Bloom’ s Taxonomy) ต่อมามีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดประเภทต่าง ๆ เช่น วิธีจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem Solving Method) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Learning Theory) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคต (Future Problem Solving Technique) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL , KWL-Plus และ KWDL เทคนิค 4 MAT การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้จากประสบการณ์ของคอล์บ (Kolb’s Experience Learning Model) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Cooperative Learning) รวมถึงการใช้คำถามในการสอนคิด (Question for Thinking Skills) เป็นต้น

จากสาเหตุประการหนึ่งในการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่ระบุว่าการจัดหลักสูตรและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถผลักดันให้ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในภูมิภาค จึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้คนไทยมีทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดี ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ ทำให้รัฐต้องกำหนดนโยบายให้เร่งรัดพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ ยุทธศาสตร์การพัฒนาวิทยาศาสตร์ศึกษา จากการสังเคราะห์งานวิจัยต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศอังกฤษ ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา พบว่า ประเทศอังกฤษ เน้นว่าความแกร่งทางวิทยาศาสตร์ คือ รากฐานสำคัญของสหราชอาณาจักร หัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์คือ การฝึกปฏิบัติ (Practical Science) และกระบวนการสืบค้น (Investigative Science) วัตถุประสงค์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แห่งชาติ การเรียนรู้ในแต่ละหัวเรื่องได้กำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรไว้ 5 ประการ คือ 1) การสืบสวนเชิงระบบ คือ นักเรียนต้องได้เห็น ได้ทราบ ได้ทำ ได้สัมผัส 2) วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนจะต้องเห็นว่าวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปนั้นมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 3) นักเรียนต้องทราบถึงธรรมชาติและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 4) นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการสื่อสาร สามารถถ่ายทอดสิ่งที่เรียนรู้ออกมาได้ 5) สุขภาพ ความปลอดภัย การเรียนสามารถทำให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพและความปลอดภัยของตัวเอง

ในประเทศญี่ปุ่น เน้นการให้การสนับสนุนการวิจัยและนักวิจัยมากขึ้น โดยใช้กฎหมายที่ทำให้รัฐบาลต้องส่งเสริมวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ตลอดจนจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์สนับสนุนแก่โรงเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ได้มีการปรับปรุงหลักสูตร 5 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 เน้นวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวันเป็นศูนย์กลางการแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 เน้นการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการสอน ยกระดับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น ครั้งที่ 3 เน้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 4 เน้นการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ครั้งที่ 5 เน้นการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

ในประเทศสหรัฐอเมริกา การปฏิรูปวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น 2 ครั้งคือ ครั้งที่ 1 เรียกว่ายุคสปุตนิก ลักษณะเด่น คือ เน้นการพัฒนาหลักสูตรใหม่ซึ่งนำความตื่นเต้นของการวิจัยและการค้นพบทางวิทยาศาสตร์เข้าไปสู่ชั้นเรียน การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ นักเรียนจะเรียนจะเรียนรู้แนวความคิด (Concept) โดยผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2 เรียกว่ายุค TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) การปฏิรูป

วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากความต้องการเป็นที่หนึ่งในโลก โดยเน้นที่การพัฒนาครูทั้งทางด้านองค์ความรู้ ทักษะการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลควบคู่ไปกับการพัฒนาบุคลากร

จากการสังเคราะห์ประเด็นสถานภาพของกระบวนการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ประเทศอังกฤษ ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ผสมผสานกันหลายแบบโดยมีลักษณะเด่นของแต่ละประเทศ คือ ประเทศอังกฤษใช้การจัดการเรียนรู้แบบให้ลงมือปฏิบัติจริงและเสริมด้วยการใช้สื่อ ประเทศญี่ปุ่นมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับ ระดับประถมศึกษามีการจัดการเรียนรู้โดยการตั้งคำถามที่ต้องการใช้ความคิดในการตอบ แต่พอถึงระดับมัธยมศึกษามีลักษณะเช่น เดียวกับประเทศไทยคือใช้การบรรยายเป็นหลัก เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาที่จะสอบเข้ามหาวิทยาลัย ประเทศสหรัฐอเมริกาเน้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประเทศไทยก็มีความพยายามที่จะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เช่นกัน แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จในทางปฏิบัติเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนในประเทศไทยและผลกระทบที่เกิดขึ้น พบว่า การเรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และค้นพบความรู้มีการปฏิบัติเป็นบทบาทสำคัญและบทบาทของการปฏิบัติ มีรายงานว่าในประเทศอังกฤษว่า การให้ทำภาคปฏิบัติคือการให้นักเรียนได้มีเวลาเล่นระหว่างจัดการเรียนรู้ หรือมีรายงานการวิจัยที่บอกว่า นักเรียนชอบการเรียนภาคปฏิบัติ สามารถทำการทดลองสามารถใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง สามารถเก็บข้อมูลได้ แต่เมื่อนำข้อมูลมาสร้างเป็นสาระหรือสรุปเป็นความรู้ นักเรียนมักทำไม่ได้ (รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย 2548 : 71-126) เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเสาะหาความรู้ที่ไม่อยู่นิ่ง (Dynamic Process of Inquiry)

นักวิทยาศาสตร์และนักปรัชญาการศึกษาวิทยาศาสตร์มองเห็นว่า วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการของการคิดและการปฏิบัติ เป็นวิธีของการที่จะได้มาซึ่งความรู้ใหม่ และเป็นตัวกลางที่ทำให้เข้าใจโลกของธรรมชาติ ชวาป (Schawab 1962) คือนักวิทยาศาสตร์และนักปรัชญาการศึกษาวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กล่าวว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือกระบวนการของการเสาะแสวงหาเหตุและผลที่ได้จากเหตุ และได้เสนอให้มีการสอนวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบหาความรู้ (Teaching as Inquiry) เมื่อวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นกระบวนการสืบหาความรู้ การจัดการเรียนรู้ควรเป็นการทำให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล ซึ่งตรงกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรจะถูกกำหนดบทบาทให้เป็นผู้ค้นหาความรู้เอง และนำความรู้มาแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น (รายงานการวิจัยการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนในประเทศไทยและผลกระทบที่เกิดขึ้น 2548 : 13) นอกจากนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้นต้องสังเกตว่านักเรียนสามารถระบุกระบวนการในฐานะนักการศึกษา

วิทยาศาสตร์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโอกาสที่จะได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และอภิปรายโต้แย้งเกี่ยวกับความคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยมาตรฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีมีดังนี้ (จริยา สุจารีกุล 2550 : 12)

1. การศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนควรเน้นการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

2. ในฐานะครูวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้โดยการให้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองควรต้องมีคู่มือที่จะเอื้อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดย

2.1 เน้นและสนับสนุนการสืบเสาะความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

2.2 ประสานความคิดระหว่างนักเรียนเกี่ยวกับความคิดทางวิทยาศาสตร์

2.3 ท้าทายนักเรียนให้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

2.4 ส่งเสริมและให้แบบอย่างที่ดีเกี่ยวกับทักษะการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับความอยากรู้อยากเห็น การเปิดใจต่อความคิดใหม่ ๆ และสิ่งที่ทำให้เกิดความสงสัย

3. การประเมินผลระหว่างจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนของนักเรียนควรมีการกำหนดอย่างเหมาะสม

4. ครูต้องรู้ว่าจะออกแบบและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างไร

5. ในฐานะครูวิทยาศาสตร์ ควรพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทัศนคติ และคุณค่าที่นำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดี

สำหรับการใช้แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping หรือ Mind Mapping) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ให้ลึกซึ้งกว้างขวางมากขึ้น ช่วยในการจำ ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดโดยสร้างแผนผังเชื่อมโยงและการคิดที่ชัดเจน สามารถใช้ในการเรียนรู้ทุกสาระวิชา ถ้าฝึกการใช้แผนผังมโนทัศน์อย่างสม่ำเสมอจะสามารถช่วยพัฒนา ผลการเรียนรู้ผลการปฏิบัติงานได้และสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้นและยังสามารถใช้ในการแก้ปัญหาและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 53) จากการศึกษางานวิจัยของ มนมนัส สุดสิ้น (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู พบว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูโดยมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ด้านความเข้าใจของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากงานวิจัยของ ดรุณา พ่วงพิศ (2548 : บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนา ผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ โดยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการคิดเป็นระบบโดยการสร้างแผนภูมิต้นไม้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก วิธีคิดที่เป็นระบบช่วยให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์องค์ประกอบของเรื่องที่ศึกษาและคิดสังเคราะห์ความรู้ได้เอง ผู้เรียนมีความพึงพอใจ มีความสุขและเพลิดเพลินกับการสร้างแผนภูมิต้นไม้และการฝึกสร้างแผนภูมิต้นไม้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเป็นระบบ สอดคล้องกับบุญเกิด ไชยวงศ์ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์มีคะแนนผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังจัดการเรียนสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากผลการวิจัยดังกล่าวบ่งชี้ให้เห็นว่าการนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบหาความรู้ด้วยตนเองตามกระบวน การของการเรียนรู้แบบสืบหาและค้นพบความรู้ ผู้เรียนได้ทำการทดลอง สังเกต เก็บข้อมูลให้มากครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นความรู้ (การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนในประเทศไทยและผลกระทบที่เกิดขึ้น 2548 : 27) กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล มีการฝึกปฏิบัติจากประสบการณ์จริง มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มความสามารถสอดคล้องกับความถนัด ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (รายงานผลการวิจัยและพัฒนากระบวนจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา จังหวัดลำปาง ฉบับสรุป 2550 : 3) และการเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น มองเห็น

ความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดต่าง ๆ และจดจำได้นาน สามารถช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่างๆ ผู้เรียนสามารถประมวล และเชื่อมโยงมโนทัศน์ย่อยนั้น ๆ ซึ่งอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย จึงช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบระเบียบอยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องหินและแร่ พบว่าเรื่องหินและแร่เป็นเรื่องที่นักเรียนเข้าใจยาก เนื่องจากมีชื่อหิน ชื่อแร่ ตลอดจนประโยชน์ของหินและแร่ จำนวนมาก เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้วจดจำไม่ได้ นอกจากนี้ปัญหาความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสำคัญของการส่งเสริมกระบวนการ คิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และมีกระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิตตามมา การแก้ปัญหาสืบหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และจากผลของการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้น

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เพื่อนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาและสืบเสาะหาความรู้และให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมไปสู่องค์ความรู้ใหม่ ประมวลความรู้ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based Learning Approach) มาจากพื้นฐานปรัชญาการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ “Learning by Doing” ของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้คือ คำถาม หรือการถามคำถาม (Asking Questions) ซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลเป็นความรู้ที่มีความหมาย ช่วยพัฒนาทักษะการคิด (วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 76-79) สอดคล้องกับแนวคิดและหลักการทาง

วิทยาศาสตร์ (http://mylesson.swu.ac.th//sc101/index1.htm) ที่ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ หรือทดสอบความเชื่อ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนสร้างทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ขึ้นใหม่ สามารถระบุเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 4 สังเกตรวบรวมผลหรือการทดลอง ขั้นที่ 5 สรุปผลการสังเกต หรือการทดลอง สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545 : 39 - 45)ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ได้นำเอาระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้โดย ผู้เรียนพยายามคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ลำดับขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นของวิทยาศาสตร์ มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นกำหนดสมมติฐาน 3) ขั้นรวบรวมข้อมูล 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 5) ขั้นสรุปและประเมินผล

ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มีผลการวิจัยที่สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ และการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้ที่กระจัดกระจายอย่างเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม เช่น ผลการวิจัยของ อัญชลีกร นนทโคตร (2549 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นตั้งประเด็นคำถาม 2) ขั้นสืบค้นข้อมูล 3) ขั้นเตรียมการเสนอในชั้นเรียน 4) ขั้นเสนอความรู้ที่ได้จากการสืบค้น 5) ขั้นร่วมกันสรุปแสดงความคิดเห็นต่อความรู้ใหม่ที่ค้นพบ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู สากิยา แก้วนิมิตร (2548 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) ขั้นเสนอปัญหา 2) ขั้นพิจารณาปัญหา 3) ขั้นวางแผนดำเนินการ 4) ขั้นลงมือปฏิบัติ/สืบค้นข้อมูล 5) ขั้นทบทวน/สรุปและเชื่อมโยงปัญหาใหม่ 6) ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่จัดการ

เรียนรู้แบบบรรยาย สกุลการ สังข์ทอง (2548 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเทคนิคการใช้และไม่ใช้ผังกราฟิก มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) ขั้นตั้งจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ 2) วางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้ 3) ดำเนินการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน 4) ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ โดยเทคนิคการใช้ผังกราฟิก กับกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้ผังกราฟิกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ผลงานวิจัยของ ดรุณา พ่วงพิศ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นทบทวนและสร้างประสบการณ์ ทบทวนความรู้เดิมและเทคนิคการคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ความรู้ วิธีคิด 3) ขั้นฝึก ฝึกคิดเป็นระบบ โดยใช้แผนภูมิต้นไม้ 4) ขั้นสรุป สรุปสาระสำคัญและประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ความสามารถในการคิดเป็นระบบโดยการสร้างแผนภูมิต้นไม้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก 3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก วิธีคิดที่เป็นระบบช่วยให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์องค์ประกอบของเรื่องที่ศึกษาและคิดสังเคราะห์ความรู้ได้เอง ผู้เรียนมีความพึงพอใจ มีความสุขและเพลิดเพลินกับการสร้างแผนภูมิต้นไม้และการฝึกสร้างแผนภูมิต้นไม้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเป็นระบบ

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 76-79) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 นิยามคำถามและทำความเข้าใจให้ชัดเจนกับคำถาม ประเด็นหรือปัญหาในขั้นนี้นักเรียนสามารถดำเนินการได้ในเวลาที่กำหนดหรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน แนะนำแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา หรือคำถาม การกำหนดสมมติฐานจะช่วยให้แนวทางในการสืบเสาะหาความรู้หรือคำตอบ ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูลและจัดการดำเนินการเก็บข้อมูล การระบุแหล่งข้อมูลและเก็บข้อมูลเป็นเรื่องสำคัญในขั้นนี้นักเรียนอาจจะเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่เรียน ประเมินคุณค่าของข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลระดับต่าง ๆ จัดดำเนินการแปลความหมายข้อมูล จำแนกหรือจัดกลุ่มข้อมูล และนำเสนอ ขั้นที่ 4 การประเมินผลข้อมูล การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล ในขั้นนี้จะใช้

หลักฐานและข้อมูลที่ปรากฏเป็นพื้นฐานในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา หรือคำตอบอาจมีการให้อธิบายเพิ่มเติม ขั้นที่ 5 การสรุปผล การอ้างอิงและการสรุปหลักการทั่ว ๆ ไป โดยพิจารณาว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ยอมรับหรือไม่ยอมรับ คำตอบของคำถามคืออะไร ได้ข้อสรุปอะไรบ้างจากการสืบเสาะหาความรู้หรือคำตอบของปัญหา มีคำถามอะไรเพิ่มเติมบ้างจากสาระความรู้และการวิเคราะห์

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford 1972 : 112-113, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 514 - 515) ได้แบ่งขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ขั้นตอน (3 Phases of Inquiry) เรียงตามลำดับดังนี้ 1) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Exploration) 2) ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) 3) ขั้นขยายความรู้จากที่ได้ค้นพบ (Discovery)

คัสแลนและสโตน (Kuslan and Stone 1968, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 548) ได้วิเคราะห์ถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 5 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 3) ขั้นทำการทดลอง 4) ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง 5) ขั้นขยายความรู้และนำความรู้ไปใช้

คณะอนุกรรมการทบวงมหาวิทยาลัย (2521 อ้างถึงใน, สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 572) ได้กำหนดกิจกรรมหลักในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 ประการด้วยกันคือ การอภิปรายกับการทดลอง กิจกรรมนี้อาจแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ 1) การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น 2) การทดลอง 3) การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้คณะอนุกรรมการฯ ได้จัดแบ่งลำดับขั้นตอนของกิจกรรมไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่จะจัดการเรียนรู้ 2) ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น 3) ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ 4) ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน 5) ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

นอกจากนั้นกระทรวงศึกษาธิการยังได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่กำหนดไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 (กระทรวงศึกษาธิการ 2546 : 219 – 220) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม ที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็น

ใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว จึงวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง สร้างตาราง 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องต่าง ๆ

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 52 - 53) กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) มีลักษณะเป็นแผนผังหรือแผนภาพที่สร้างขึ้นจากความเข้าใจหรือความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ด้วยแผนผัง แผนภาพ หรือแผนภูมิ ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ หรือสาระสำคัญและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบอาจมีทิศทางเดียว 2 ทิศทางหรือมากกว่า มีลำดับขั้นตอนโดยมีคำเชื่อมหรือข้อความเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ การใช้แผนผังมโนทัศน์แสดงถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงเรื่องราวสาระความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งกว้างขวางมากขึ้น ช่วยในการจำ ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดโดยสร้างแผนผังเชื่อมโยง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ดังนี้ 1) เขียนชื่อเรื่องที่จะเรียนรู้ตรงกลางหน้ากระดาษ แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบคำนั้น 2) ลากเส้นตรงออกจากวงกลมโดยรอบ เขียนหัวเรื่องย่อยบนเส้นหรือใต้เส้นจากชื่อเรื่องในวงกลม 3) ลากเส้นต่อจากเรื่องย่อยแต่ละเรื่องกำกับด้วยคำเชื่อมโยงบนเส้น 4) ข้อเท็จจริงแต่ละประเด็นอาจแยกย่อยและโยงเส้นย่อยได้อีก

แอดซิท (Adsit 2002, อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 54) เสนอขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้ 1) เขียนคำสำคัญหรือมโนทัศน์ไว้เป็นหัวเรื่อง 2) ระบุมโนทัศน์หลักมโนทัศน์รอง 3) เริ่มต้นเขียนมโนทัศน์หลักอยู่ในวงกลมบนสุด วางมโนทัศน์รองไว้ใต้มโนทัศน์หลักและวางมโนทัศน์เฉพาะไว้ด้านล่างสุด 4) ลากเส้นระหว่างความสัมพันธ์ของมโนทัศน์

5) อธิบายเส้นด้วยคำเชื่อมที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ 6) พิจารณาทบทวนและแก้ไขมโนทัศน์ให้ถูกต้อง

โนแวค (Novak 1984 : 17) และ อัลท์ (Ault 1985 : 41) ได้แนะนำขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ 5 ขั้น ดังนี้ 1) เลือก 2) จัดลำดับ 3) จัดกลุ่ม 4) จัดระบบ 5) เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน

ผังมโนทัศน์ได้มีการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ วิชา ดังที่ มนมนัส สุดสิ้น (2543 : 4) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ว่า หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ สมจิต สวธนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 58) มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง

1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาแล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิด เรื่องที่ศึกษาลงในใบงาน

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองโดยมีอุปกรณ์ให้

2. ขั้นทำการทดลอง

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง

2.2 บันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่เตรียมไว้

3. ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เอกสารประกอบการเรียนรู้โดยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษามาอภิปรายเพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนทัศน์

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงแต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุง แก้ไข แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วลงแผ่นใสแล้วเสนอหน้าชั้นเรียน

3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปลงในสมุด

3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี วิธีดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักการศึกษาต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์กำหนดเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยใช้คำถาม ประเด็น หรือปัญหา ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนคิด เพื่อพัฒนาทักษะทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถดำเนินการในเวลาที่กำหนดหรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ 2) ตั้งสมมติฐาน เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการออกแบบการทดลองหรือออกแบบการค้นคว้าข้อมูล แนะนำแนวทางแก้ปัญหาหรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้และนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา 3) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยครูมีหน้าที่ส่งเสริมให้คำปรึกษา ชี้แนะ หรืออำนวยความสะดวก 4) ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ เป็นการอภิปรายผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือจากการสืบค้นข้อมูล 5) ขั้นสร้างข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล แล้วลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์เพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ จัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อมแล้วปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนทัศน์ให้เหมาะสมที่สุดในการสรุปบทเรียน

สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ได้มีการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีสาระสำคัญดังนี้

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 559-563) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มีลำดับขั้นของการจัดกิจกรรมเรียงตามลำดับดังนี้ 1) การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา เป็นการดึงความสนใจของนักเรียน กิจกรรมขั้นนี้ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหา 2) การอภิปรายก่อนการทดลอง 3) การทำการทดลอง นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังจากที่ได้มีการอภิปราย

ก่อนกิจกรรมแล้ว 4) การอภิปรายหลังการทดลอง ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

วิชชุดา งามอักษร (2541 : 7) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มี 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน และร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองและข้อระมัดระวังในการทดลอง 2) ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน 3) ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวมเป็นความรู้ใหม่และประโยชน์ของความรู้ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ชลสีต์ จันทาสี (2543 : 7) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาในแบบเรียน ชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรม และอธิบายวิธีการทดลองและข้อระมัดระวังในการปฏิบัติการทดลอง 2) ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน 3) ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล การทดลองโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเป็นแนวทางในการสรุปเป็นความรู้ใหม่ ประโยชน์ที่ได้จากการปฏิบัติ กิจกรรมการทดลองเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และตอบคำถามในหนังสือเรียน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2548) สรุปเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูสร้างความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ให้นักเรียนสังเกตและร่วมอภิปรายและถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจอยากรู้ และศึกษาแนวการทำกิจกรรมในแบบเรียน 2) ขั้นการอภิปรายก่อนกิจกรรม เป็นการอภิปรายถึงวิธีการทำกิจกรรม และข้อควรระวังในการทดลอง 3) ขั้นทำกิจกรรม เป็นกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนของแบบเรียนภายหลังจากที่มีการอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว 4) ขั้นการอภิปรายหลังกิจกรรม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลของกิจกรรมและรายละเอียดในบทเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้ใหม่เพื่อนำไป ใช้ในชีวิตประจำวัน

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ของ สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูนำอภิปรายดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิดสงสัยและสนใจอยากรู้คำตอบจากนั้นให้นักเรียนศึกษาแนวการทำการทดลอง/กิจกรรม

ในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหา 2) ขั้นการอภิปรายก่อนทดลอง/กิจกรรม โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง/กิจกรรมและข้อควรระวังในการทดลอง/ทำกิจกรรม 3) ขั้นทำการทดลอง/กิจกรรม นักเรียนทำการทดลอง/กิจกรรมตามขั้นตอนในแบบเรียนภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลอง/กิจกรรมแล้ว 4) ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง/กิจกรรม ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาอภิปรายร่วมกันโดยครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนเพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้ใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาแนวคิดหลักการและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแผนภูมิที่ 1

แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

คำถามการวิจัย

1. ผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันหรือไม่

2. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. อยู่ในระดับใด

สมมติฐานการวิจัย

ผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน นวมินทราชินูทิศสตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 420 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ได้แก่ ห้อง ม. 2/4 และ 2/5

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น

2.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

2.1.2 การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.2.1 ผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่

2.2.2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 หินและแร่ ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 ซึ่งประกอบด้วย 1) ลักษณะทั่วไปของหิน 2) หินตะกอน 3) หินอัคนี 4) หินแปร 5) แหล่งแร่ในประเทศไทย 6) สมบัติทางกายภาพของแร่ 7) ชนิดและประโยชน์ของแร่ 8) เชื้อเพลิงธรรมชาติ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2552 - 15 มกราคม 2552 โดยกำหนดระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ จำนวน 16 ชั่วโมง ทำการสอนสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 2 ชั่วโมง โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประเภทแสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันผู้วิจัยจึงได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัยครั้งนี้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าโดยใช้กระบวนการคิดรวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกต การตั้งสมมติฐานและเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุปด้วยตนเอง แล้วนำสาระที่เกิดจากการเรียนรู้มาเขียนเป็นแผนผังแสดงความคิด ที่ทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้ในรูปแบบที่สามารถอธิบายและจดจำได้ง่าย ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐานและนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา 3) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล 4) ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ 5) ขั้นสร้างข้อสรุปโดยเขียนแผนผังมโนทัศน์

2. แผนผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนภูมิเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างเป็นลำดับขั้นจากความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ที่มีอยู่อย่างมากมายหรือกระจัดกระจาย มาจัดเป็นระบบระเบียบซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระ โดยมีคำเชื่อมโยงระหว่าง มโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์เหล่านั้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้ ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ จัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ กำหนดความสำคัญระหว่างมโนทัศน์ เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม และ ตรวจสอบแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการสอนของ สสวท. ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา 2) การอภิปรายก่อนการทดลอง/กิจกรรม 3) การทำการทดลอง/กิจกรรม 4) การอภิปรายหลังการทดลอง/กิจกรรม

4. ผลการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่องหินและแร่ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐาน ว 6.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ประกอบด้วย 1) ลักษณะทั่วไปของหิน 2) หินตะกอน 3) หินอัคนี 4) หินแปร 5) แหล่งแร่ในประเทศไทย 6) สมบัติทางกายภาพของแร่ 7) ชนิดและประโยชน์ของแร่ 8) เชื้อเพลิงธรรมชาติ ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

5. ความคิดเห็น หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6. นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสตรีวิทยา พุทธมณฑล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง หินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้ คือ

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. การสอนวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ตามแนวของ สสวท.
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแผนผังมโนทัศน์
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวของ สสวท.
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นกลไกสำคัญในการปฏิรูปการศึกษา ได้กำหนดให้มีการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อความเป็นไทย ความเป็นพลเมืองที่ดีของชาติ ด้วยวิสัยทัศน์ในการสร้างคน สร้างงาน เพื่อช่วยกอบกู้วิกฤตเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เป็นการสร้างชาติให้มั่นคงและยั่งยืน การจัดการศึกษามุ่งเน้นความสำคัญทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อพัฒนาคนให้มีความสมดุล จึงกำหนดสาระสำคัญที่เสนอได้แก่ หลักการ จุดหมาย โครงสร้าง สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ 2544 : 4-7)

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และ มีความยืดหยุ่น หลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัด และความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิดความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดไว้ดังนี้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุข

ที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิตทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวมอันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้ เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นด้านความรู้ เนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระย่อย ดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐานการเรียนรู้เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดไว้ 2 ส่วน คือ มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นมาตรฐานการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เป็นมาตรฐานการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแลกซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสารสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ

เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ 2545:10-12)

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก สาระที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

สำรวจตรวจสอบ สังเกต และอธิบายกระบวนการเกิด ลักษณะขององค์ประกอบ สมบัติของหินและแร่ รวมทั้งการใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ทดลองและอธิบายการเกิดและสมบัติของหินและแร่
2. สำรวจ ระบุ และอธิบายชนิดของหินและแร่ในท้องถิ่น และการใช้ประโยชน์
3. สำรวจ ระบุ และจำแนกประเภทของหินและแร่ (ว.6.1) (กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ 2545:99)

หลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2546 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2549)
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์

เป็นเลิศวิชาการ ผสานคุณธรรม นำเทคโนโลยี มีความเป็นไทย ใส่ใจสิ่งแวดล้อม น้อมนำเศรษฐกิจพอเพียง

พันธกิจ

1. พัฒนาระบบบริหารจัดการโรงเรียนให้เกิดประสิทธิภาพ
2. พัฒนาหลักสูตรและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ เกิดประสิทธิผลทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้
3. ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ และทักษะการดำรงชีวิตอย่างพอเพียงมีความรักและภาคภูมิใจในความเป็นไทย

4. สร้างเสริมศักยภาพบุคลากรทุกระดับ ให้มีทักษะในการทำงาน และนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5. พัฒนาแหล่งเรียนรู้และสิ่งแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนการสอนตลอดทั้งเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน

6. สร้างเครือข่ายชุมชนที่เข้มแข็ง เพื่อสนับสนุนการจัดการศึกษาของโรงเรียน

เป้าประสงค์

1. โรงเรียนมีระบบการบริหารจัดการที่ดี มีความโปร่งใสสามารถตรวจสอบได้ มีบรรยากาศและวัฒนธรรม การปฏิบัติงานแบบกัลยาณมิตร ร่วมพลังสร้างสรรค์และร่วมรับผิดชอบ โดยใช้โรงเรียนเป็นมาตรฐานในการพัฒนา

2. โรงเรียนเพิ่มระดับคุณภาพมาตรฐานการศึกษาสูงขึ้น เป็นที่ยอมรับของชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้อง

3. โรงเรียนมีการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ มีความยืดหยุ่น โดยเน้นบูรณาการการเรียนรู้และการดำรงชีวิต

4. นักเรียนได้รับบริการทางการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

5. นักเรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ มีทักษะในการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ มีนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์

6. นักเรียนมีทักษะในการดำรงชีวิต มีความมั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก มีคุณธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

7. นักเรียนมีความเป็นไทย มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ประเพณีศิลปวัฒนธรรมไทยและภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักดำเนินชีวิตอย่างพอเพียง

8. ผู้บริหาร ครู คณะกรรมการสถานศึกษา บุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องมีความรู้ความสามารถและจิตวิญญาณในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา

9. โรงเรียนมีแหล่งเรียนรู้และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการศึกษา โดยเพิ่มศักยภาพในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา

10. โรงเรียนมีระบบเครือข่าย ผู้เชี่ยวชาญ ศึกษานิเทศก์ ชุมชน และภูมิปัญญาท้องถิ่นและทรัพยากรที่พอเพียง มีความเข้มแข็งและมีประสิทธิภาพ เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา

โครงสร้างของหลักสูตร

เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ให้สถานศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล จึงกำหนดโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาดังนี้

1. ระดับช่วงชั้น

โรงเรียนได้กำหนดหลักสูตรเป็น 2 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียนดังนี้

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

2. สาระการเรียนรู้

โรงเรียนกำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่มสาระ ดังนี้ 1) ภาษาไทย 2) คณิตศาสตร์ 3) วิทยาศาสตร์ 4) สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม 5) สุขศึกษาและพลศึกษา 6) ศิลปะ 7) การงานอาชีพและเทคโนโลยี และ 8) ภาษา ต่างประเทศ

สาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่ม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ โดยอาจจัดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิดและเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤติของชาติ กลุ่มที่สองประกอบด้วยสุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะการงานอาชีพ และเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ เป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์ และสร้างศักยภาพในการคิดและการทำงานอย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 5 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ช่วงชั้นปีที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

กลุ่มสาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์						หมายเหตุ
	ม.1		ม.2		ม.3		
	พื้นฐาน	เพิ่มเติม	พื้นฐาน	เพิ่มเติม	พื้นฐาน	เพิ่มเติม	
1. ภาษาไทย	4		4		4		
2. คณิตศาสตร์	4	1	4	1	4	1	
3. วิทยาศาสตร์	4		4		4		
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	4		4		4		
5. สุขศึกษา และพลศึกษา	2		2		2		
6. ศิลปะ	2		-	2	-	2	
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี	2		-	2	-	2	
8. คอมพิวเตอร์	2		-	2	-	2	
9. ภาษาต่างประเทศ	4	1	4	1	4	1	
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 1. กิจกรรมแนะแนว 2. กิจกรรมลูกเสือ - เนตรนารี 3. กิจกรรมอื่น ๆ	 1 1 1		 1 1 1		 1 1 1		
รวมจำนวนชั่วโมง/สัปดาห์	31	2	25	8	25	8	
รวมจำนวนชั่วโมง/สัปดาห์	33		33		33		

หลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2546 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2549) โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับดิน หินและแร่ แหล่งน้ำ โลก บรรยากาศ ลมฟ้าอากาศ ระบบสุริยะ ดวงดาวในท้องฟ้า และเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 6 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/สาระการเรียนรู้	เวลา/ชั่วโมง
1	ดิน 1.1 ลักษณะทั่วไปของดิน 1.2 สมบัติบางประการและการปรับปรุงคุณภาพของดิน	8
2	แหล่งน้ำ 3.1 น้ำบนดิน 3.2 น้ำบาดาล	6
3	โลกของเรา	4
4	หินและแร่ 4.1 ลักษณะทั่วไปของหิน 4.2 หินตะกอน 4.3 หินอัคนี 4.4 หินแปร 4.5 แหล่งแร่ในประเทศไทย 4.6 สมบัติทางกายภาพของแร่ 4.7 ชนิดและประโยชน์ของแร่ 4.8 เชื้อเพลิงธรรมชาติ	16
5	บรรยากาศของเรา 5.1 อุณหภูมิของอากาศ	12

ตารางที่ 6 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/สาระการเรียนรู้	เวลา/ชั่วโมง
	5.2 ความดัน 5.3 ความชื้นของอากาศ เมฆ และฝน	
6	ลมฟ้าอากาศ 6.1 พายุฝนฟ้าคะนอง 6.2 พายุหมุนเขตร้อน 6.3 มรสุม 6.4 ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ 6.5 การพยากรณ์อากาศ	12
7	ระบบสุริยะ 7.1 โลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ 7.2 ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ 7.3 ระบบสุริยะอยู่ได้อย่างไร	8
8	ดวงดาวในท้องฟ้า	8
9	เทคโนโลยีอวกาศ 9.1 กล้องโทรทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์วิทยุ 9.2 ดาวเทียมและยานอวกาศ	6
รวม		80

หน่วยการเรียนรู้

รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4 เรื่องหินและแร่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 7 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หินและแร่

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/สาระการเรียนรู้	เวลา/ชั่วโมง
4	หินและแร่	
	1. ลักษณะทั่วไปของหิน	2
	2. หินตะกอน	2
	3. หินตะกอน	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วย/สาระการเรียนรู้	เวลา/ชั่วโมง
	4. หินแปร	2
	5. แหล่งแร่ในประเทศไทย	2
	6. สมบัติทางกายภาพของแร่	2
	7. ชนิดและประโยชน์ของแร่	2
	8. เชื้อเพลิงธรรมชาติ	2
รวม		16

สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วิทยาศาสตร์ ม.2

ตารางที่ 8 สาระการเรียนรู้พื้นฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วิชาวิทยาศาสตร์ ม.2

สาระการเรียนรู้ ม.2	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.2
ลักษณะทั่วไปของหิน	ทดลองและสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น
หินตะกอน	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินตะกอน
หินอัคนี	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินอัคนี 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินอัคนี
หินแปร	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร
แหล่งแร่ในประเทศไทย	สืบค้นข้อมูลและนำเสนอแหล่งแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศและท้องถิ่นของตน
สมบัติทางกายภาพของแร่	ทดลองและอธิบายลักษณะทางกายภาพอย่างง่ายของแร่
ชนิดและประโยชน์ของแร่	1. จำแนกชนิดของแร่ตามการใช้ประโยชน์ได้ 2. บอกแหล่งแร่ที่สำคัญในท้องถิ่นและบอกประโยชน์ของแร่ได้
เชื้อเพลิงธรรมชาติ	1. รู้และเข้าใจกระบวนการเกิด และสมบัติของทรัพยากรธรรมชาติ 2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในประเทศไทย และสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก

การสอนวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ตามแนวของ สสวท.

ความหมายของวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์จากการศึกษาแนวคิดจากทฤษฎีและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

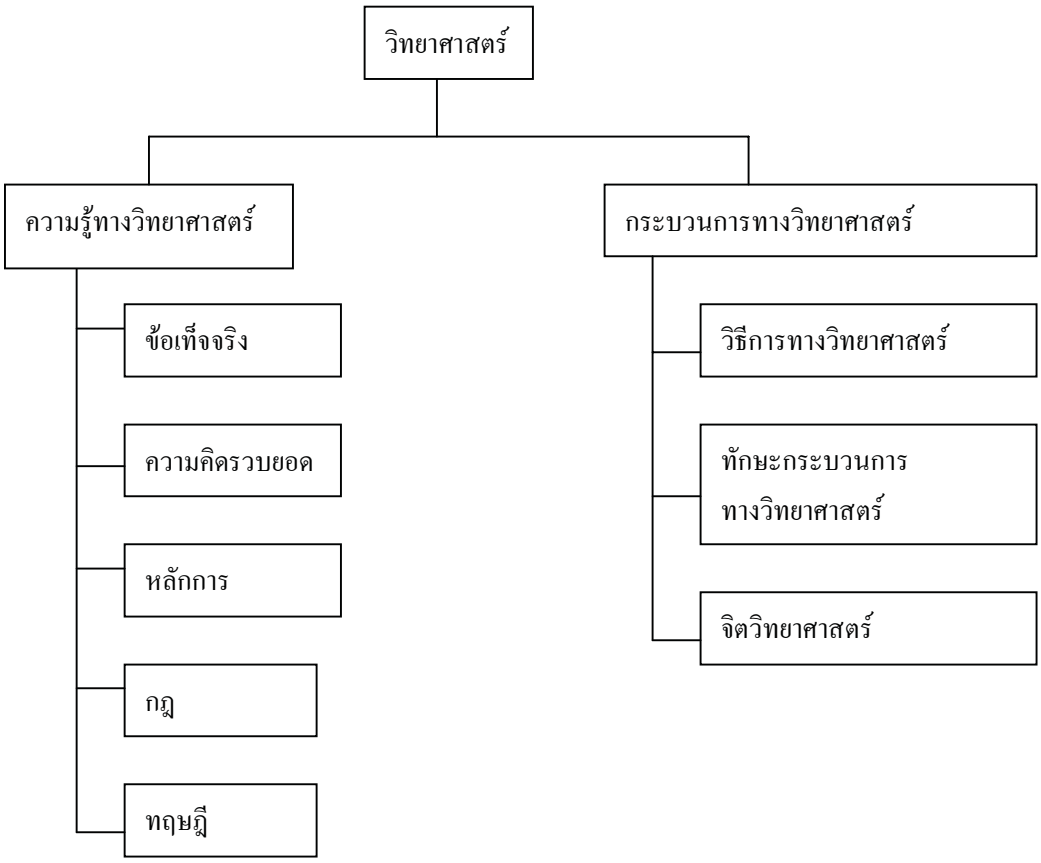
ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 2) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

พจนานุกรมนักเรียนฉบับปรับปรุง (2544 : 471) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้ประมวลไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติโดยการรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต มีทฤษฎีและกฎเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ทฤษฎีและกฎเหล่านี้ทดสอบได้ด้วยการทดลอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 7) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่าวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้

จากเว็บไซต์ แนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ (http://mylesson.swu.ac.th) ได้วิเคราะห์คำว่า “Science” ที่มีมาจากคำว่า Sientea ในภาษาลาติน แปลว่า ความรู้ (Knowledge) กล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ นอกจากนี้ยังกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติและกระบวนการค้นคว้าหาความรู้เหล่านั้นอย่างเป็นขั้นตอน ดังแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิที่ 2 สรุปความหมายของวิทยาศาสตร์

ที่มา : โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หนังสือแบบเรียนวิชา ว 1001 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : มปท.), 5.

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ผลที่ได้จากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริง (Fact) หมายถึง ความรู้ที่สังเกตได้โดยตรง โดยทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น

แมลงสาบมี 6 ขา

น้ำแข็งลอยน้ำได้

2. ความคิดรวบยอด (Concept) หมายถึง ความคิดที่เรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล เช่น

อาหารให้พลังงานแก่ร่างกาย

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

3. หลักการ (Principle) หมายถึง ความคิดรวบยอดที่ได้รับการทดสอบว่าเป็นจริง สามารถใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและเป็นที่เข้าใจตรงกัน เช่น

คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

แม่เหล็กขั้วชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกัน

4. กฎ (Law) หมายถึง หลักการที่สามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้ เช่น

กฎของโอห์ม กล่าวว่า “ถ้าอุณหภูมิคงที่แล้ว อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ของปลายทั้งสองของลวดตัวนำและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำนั้นย่อมมีค่าคงที่” เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า $V = IR$ เมื่อ V แทนความต่างศักย์ (โวลต์), I แทนกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์), R แทนความต้านทาน (โอห์ม)

5. ทฤษฎี (Theory) หมายถึง ข้อความที่บรรยายถึงปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ เช่น

ทฤษฎีเซลล์ กล่าวว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science)

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการที่ใช้ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3) จิตวิทยาศาสตร์

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการทำงานอย่างเป็นระบบในการค้นคว้าหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และบุคคลทั่วไป ทั้งนี้อาจมีความแตกต่างกันบ้างในแต่ละสาขา แต่ในภาพรวมมีลักษณะคล้ายกันสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัสรวมถึงเครื่องมือช่วยขยายความสามารถของประสาทสัมผัสในการสังเกต สำรวจตรวจสอบสิ่งที่สงสัยหรือเหตุการณ์ที่สงสัย และมีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้อย่างเป็นระบบเพื่อกำหนดปัญหา

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนล่วงหน้าของคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบ ทั้งนี้การตั้งสมมติฐานเกิดจากการนำความรู้ที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนช่วย

ขั้นที่ 3 การทดลอง หมายถึง การดำเนินการตรวจสอบสมมติฐาน โดยอาศัยการ

รวบรวมข้อมูลทั้งจากการสำรวจ การทดลอง หรือวิธีการอื่น ๆ ประกอบกัน

ขั้นที่ 4 การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การลงข้อสรุปจากผลการทดลอง ตรวจสอบผลจากการสรุป

เมื่อพิจารณาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงสภาพปัญหา สามารถระบุเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล และ/หรือการทดลอง

ขั้นที่ 5 สรุปผลการสังเกต

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 97-108) กล่าวว่า กระบวนการวิทยาศาสตร์ (Process of Science) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ค้นคว้าหาองค์ความรู้ (Body of Knowledge) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ไม่ใช่ทักษะการลงมือปฏิบัติ (Psychomotor Skills / Hand on Skills) เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐานหรือการคิดในระดับต่ำ ตัวอย่าง เช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การฟัง การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การบรรยาย การพูด การเขียน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีทักษะ การสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การใช้ตัวเลข นอกจากการคิดพื้นฐานแล้วยังมีการคิดระดับสูงหรือการคิดที่ซับซ้อน เช่น ทักษะการจัดระบบความคิด การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การคาดคะเน การพยากรณ์ การให้คำจำกัดความ การตีความหมาย การค้นหาแบบแผน การผสมผสานข้อมูล การสรุปความ เป็นต้น

นอกจากนี้นักการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ วรรณทิพา รอดแรงค้า และจิต นวนแก้ว (2532 : 5-9) ได้กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-13

เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วยการบ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณและบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการ วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือการเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วได้แก่การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมบอกด้วยว่า ผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งของนั้นโดยใช้เกณฑ์อะไร

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space / Space Relationships and Space / Time Relationships)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างของวัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 ชนิด คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ได้แก่ การบ่งชี้รูป 2 มิติ และ 3 มิติ ได้ สามารถวาดภาพ 2 มิติ จากวัตถุหรือจากภาพ 3 มิติ ได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

5. การใช้ตัวเลข (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลข ที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ตัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน เป็นต้น การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง และประการสุดท้ายคือ การหาค่าเฉลี่ย เช่น การบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจได้ดี โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูล โดยเฉพาะการเสนอข้อมูลในรูปแบบของตาราง การบรรจุข้อมูลให้อยู่ในตารางปกติจะใส่ค่าของตัวแปรอิสระไว้ทางซ้ายมือของตาราง และค่าตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตาราง โดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ให้เรียงลำดับจากค่าน้อยไปมาก หรือจากค่ามากไปหาค่าน้อย

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ การอธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การทำนายผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจำทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือคำตอบที่คิดไว้ลาวงหน้ามีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่คำนึงถึงในการตั้งสมมติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลองซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรไหนเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ(Identifying Operationally) หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลอันเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่จะเป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง การบันทึกผลการทดลอง อาจอยู่ในรูปตารางหรือเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือ

ตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสมพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่า ตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ถูกควบคุม ในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวแปรหนึ่งเท่านั้นที่มีต่อผลการทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้นั้นเกิดจากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลอง ซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ถูกควบคุม

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งจะต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปข้อมูลของความสัมพันธ์ทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุปคือ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญประการหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ ตระหนักถึงความสำคัญและมีความชำนาญเพื่อสามารถค้นหาความรู้ด้วยตนเองได้ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดนั้น ผู้สอนสามารถฝึกให้ผู้เรียนได้คิด โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิด คำถามต่าง ๆ นั้น จึงสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเพิ่มพูนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ ดังนั้นผู้สอนต้องรู้จักการใช้คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทขั้นพื้นฐาน และประเภทขั้นผสมผสานเป็นอย่างดีด้วย สำหรับการวิจัยครั้งนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนผู้วิจัยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3. จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) หมายถึง ลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความอดทนมุ่งมั่น ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด การมีใจกว้าง

ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือมีเหตุผลที่เพียงพอ ความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยหรือกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องฝึกลักษณะดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา

คำถามตามแนวสืบสอบและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการคิดนับเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ แต่การคิดเป็นลักษณะที่เป็นนามธรรม ขั้นตอนของการคิดเพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้น ผู้สอนสามารถตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและพัฒนาทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในตัวเอง (ทิศนา แขมมณี 2548 : 408) คำถามประเภทต่าง ๆ และวิธีถามคำถาม ทักษะการถามคำถามเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดได้ คำถามประเภทต่าง ๆ จะต้องอาศัยระดับการคิดที่แตกต่างกันด้วย โดยเฉพาะ แนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ที่ได้กำหนดพฤติกรรมขั้นตอนการเรียนรู้ไว้ชัดเจนและลำดับขั้นตอนของกระบวนการคิด 6 ประเภท ตามลำดับดังนี้ คือ 1) ด้านความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ จัดเป็นการคิดที่เป็นรูปธรรม (Concrete Thinking) 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) การประเมินผล จัดเป็นการคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Thinking) หรือที่เรียกว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารญาณ (Critical Thinking Skills) (วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 17-19)

ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการจำ การระลึกได้ถึงข้อมูลที่เรียนไปแล้ว คำถามประเภทความรู้จึงมีคำตอบเดียว เพราะเป็นการถามข้อเท็จจริง คำถามที่ใช้ประกอบด้วยคำต่าง ๆ ต่อไปนี้ ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน มากน้อยเท่าไร ให้บอก อธิบาย เป็นต้น

ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการบอก การอธิบายความหมาย เรื่องราวต่าง ๆ ด้วยความเข้าใจ คำที่ใช้ในการถามความเข้าใจ เช่น ให้อธิบาย พรรณนา ท้าทาย ระบุ บอกความแตกต่างให้แปลความ ตีความหมาย และขยายความ เป็นต้น

การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่ไม่คุ้นเคย คำที่ใช้ในการถามเกี่ยวกับการนำไปใช้ เช่น ให้สาธิต ให้ประยุกต์ ให้แสดง ให้ตรวจสอบ ให้ขยายความ ให้จำแนก ให้ทดลอง เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้

การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแจกแจง แยกแยะ แยกย่อย การทำให้เป็นส่วนย่อยของข้อมูลความรู้ คำที่ใช้ถามเกี่ยวกับการให้วิเคราะห์ เช่น อะไรคือความแตกต่าง ให้วิเคราะห์ เปรียบเทียบ ให้แยก ให้จัดกลุ่ม เป็นต้น

การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวมส่วนย่อยเป็นส่วนใหญ่หรือเป็นสิ่งใหม่ โดยใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่เดิมเชื่อมโยงส่วนย่อยให้เป็นแบบแผนใหม่สิ่งใหม่ คำถามที่ใช้ในการสังเคราะห์ เช่น ให้เชื่อมโยง ให้จัดใหม่ ให้ใช้แทน สร้างหรือให้ออกแบบ

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การตัดสินให้คุณค่าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้น ไม่มีคำตอบใดที่ถูกหรือผิด คำที่ใช้ในการถามให้ประเมินผล เช่น ให้ประเมิน ตัดสิน วัด เลือก สรุป เปรียบเทียบ หรือสรุปผล เป็นต้น

คำถามที่ส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง (Questions Encourage Higher Order Thinking)

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด วิธีการหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้คือการใช้คำถามเป็นสื่อ เพื่อที่จะเป็นแนวทางนำไปสู่การกระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังที่สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547 : 82-83) สรุปไว้ว่า คำถามที่ใช้มีทั้งคำถามระดับต่ำหรือง่าย คำถามระดับสูงหรือคำถามที่ยาก เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนคิดทั้งง่ายและยากขึ้นเป็นลำดับ เพื่อที่จะสามารถตัดสินจะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 20-22) กล่าวว่า การส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูงว่า จำเป็นต้องใช้ทักษะในการถามคำถามซึ่งต้องมีการเตรียมล่วงหน้าโดยให้สอดคล้องกับสาระที่จะสอน คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามประเภทเจาะลึก (Probing Questions) และให้เวลานักเรียนในการคิดก่อนตอบ การใช้คำถามแบบเจาะลึกสามารถใช้ในบรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน การวิจารณ์กระบวนการ ผลลัพธ์ กิจกรรม ความคิด และกิจกรรมในห้องทดลอง เป็นต้น คำถามที่ส่งเสริมพัฒนาการคิดมีหลายประเภท เช่น คำถามที่ให้ตอบชัดเจนครอบคลุมในเรื่องต่าง ๆ (Questions of Clarification) คำถามที่ให้สันนิษฐาน (Questions that Probe Assumptions) คำถามที่ต้องการเหตุผลและหลักฐาน (Questions that Probe Reasons and Evidence) คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นมุมมอง (Questions about Viewpoint on Perspectives) คำถามที่ให้การนำไปใช้และลำดับขั้นตอนและผลที่เกิดขึ้น (Questions that Probe Implications and Consequences) และคำถามเกี่ยวกับคำถาม (Questions About Question) เป็นต้น

คำถามเพื่อความชัดเจนครอบคลุม เป็นคำถามที่ทำให้ผู้ถูกถามต้องคิดอย่างละเอียดเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนครอบคลุมมากที่สุด ตัวอย่างการถามคำถาม เช่น

ที่ท่านพูดหมายความว่าอย่างไร ?

กรุณาให้ตัวอย่างได้ไหม ?

ประเด็นที่ท่านพูดคืออะไร ?

สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นอย่างไร ?

กรุณาอธิบายให้รายละเอียดเพิ่มเติมได้ไหม ?

ทำไมถึงพูดเช่นนั้น ?

สรุปเป็นคำพูดของตัวเองได้ไหม ? จากที่.....พูด

ที่พูดคือตัวอย่างใช่ไหม ?

ท่านคิดว่าที่สมศรีพูดหมายความว่าอย่างไร ?

ฯลฯ

คำถามเพื่อข้อสันนิษฐาน คำถามของท่านต้องอาศัยการคาดคะเนตามความคิด ความเชื่อ และหลักฐาน (ถ้ามี)

ท่านให้ข้อสันนิษฐานอย่างไร ?

เราจะตั้งข้อสันนิษฐานอื่นอย่างไรแทน ?

ท่านดูเหมือนจะให้ข้อสันนิษฐานว่า.....

เหตุผลทั้งหมดของท่านมาจากความคิดที่ว่า.....

ทำไมท่านถึงให้เหตุผลดังกล่าว ?

คนอื่นจะให้ข้อสันนิษฐานเรื่องนี้อย่างไร ?

ฯลฯ

คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและมุมมอง เป็นคำถามแบบเปิดให้แสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวางหลากหลาย รวมทั้งการคาดคะเนความคิดเห็นบุคคลอื่น ดังตัวอย่างเช่น

ทำไมท่านเลือกมุมมองนี้แทนที่จะเลือกมุมมองนั้น ?

ท่านดูจะให้แนวคิดจากมุมมองของ.....

บุคคลกลุ่มอื่นมองเรื่องนี้อย่างไร ? อะไรทำให้พวกเขามองอย่างนั้น ?

ท่านจะตอบข้อโต้แย้งนี้อย่างไร.....

คนอื่นจะมองเรื่องนี้อย่างไร ?

มีทางเลือกอื่น ๆ อย่างไรบ้าง ?

ฯลฯ

คำถามเกี่ยวกับการนำไปใช้และผลที่เกิดขึ้น เป็นคำถามถึงผลของการนำไปใช้ เป็นการคาดคะเนผลตามหลักการ เหตุผล ดังตัวอย่างเช่น

ท่านจะนำไปใช้ได้อย่างไร ?
ถ้าเกิดเหตุอย่างนี้ขึ้น ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร ?
ผลของการนำไปใช้เป็นอย่างไร ?
มีทางเลือกอื่นอย่างไรบ้าง ?
ผลที่เกิดขึ้น เกิดขึ้นแน่นอนหรือบางทีเท่านั้น
ถ้าท่านพูดว่าเป็นเรื่องไม่มีคุณธรรม ผลเป็นอย่างไร ?
ฯลฯ

คำถามที่ต้องการเหตุผลและหลักฐาน เช่น

ตัวอย่างคืออะไร ข้อไหน ?
ท่านทราบได้อย่างไร ?
ทำไมถึงคิดว่าเรื่องนี้เป็นเรื่องจริง ?
มีหลักฐานข้อมูลหรือไม่ ?
ท่านมีเหตุผลอะไรในการพูดเช่นนั้น ?
ท่านจะอธิบายเหตุผลให้เราได้ไหม ?
มีเหตุผลพอที่จะสงสัยหลักฐานนั้นหรือไม่ ?
มีเหตุผลอะไรบ้างที่สรุปอย่างนี้ ?
ท่านรู้ได้อย่างไรว่าเรื่องนี้เป็นเรื่องจริง ?
เหตุผลเหล่านี้เพียงพอหรือไม่ ?
อะไรทำให้ท่านเชื่อเช่นนั้น ?
อะไรทำให้ท่านเปลี่ยนใจ ?
มีข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องใช้เพิ่มเติม ?
มีใครที่จะให้หลักฐานเพื่อสนับสนุนว่าหลักฐานนั้นเชื่อถือได้ ?
สูตรเหล่านี้จะนำไปใช้ได้กับเรื่องใดได้บ้าง ?
แสดงขั้นตอนและวิธีทำนกกระดาษ
ความรู้เรื่องการคูณนำไปใช้กับเรื่องอะไรได้บ้าง ?
ฯลฯ

ดังนั้นในการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง จะต้องใช้คำถามที่ชัดเจน ครอบคลุมความคิดเห็นและมุมมองในด้านต่าง ๆ อาศัยการคาดคะเนความคิดและหลักฐาน ตลอดจนคำถามเกี่ยวกับการนำไปใช้และผลที่เกิดขึ้น

ลักษณะการใช้คำถามที่ดี

นอกจากผู้สอนต้องรู้จักการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ แล้ว ควรต้องรู้จักใช้ทั้งคำถามระดับต่ำหรือง่ายปนกับคำถามระดับสูงหรือคำถามยาก เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนคิดทั้งง่ายและยากขึ้นเป็นลำดับ เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เพื่อที่จะสามารถตัดสิน กระทำ เชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง นอกจากการฝึกใช้ประเภทคำถามแล้ว ยังต้องฝึกการถามในลักษณะที่ดี หลีกเลี่ยงลักษณะที่ไม่ดี

ลักษณะการใช้คำถามที่ดี มีดังต่อไปนี้

1. เตรียมคำถามล่วงหน้า เพราะจะสามารถถามเรียงตามลำดับได้ ตามความยากง่าย ตามลำดับเนื้อหาและยังมีความมั่นใจในการถาม
2. ถามอย่างมั่นใจโดยใช้ภาษาชัดเจน กะทัดรัด
3. ถามแล้วต้องมีเวลารอคอย (Wait-Time) ประมาณ 3 วินาที เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทั้งเก่งและไม่เก่ง ได้คิดอย่างทั่วถึง จากนั้นจึงเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบคำถาม ไม่กำหนดผู้ตอบก่อนถามคำถาม
4. ถามทีละคน และตอบทีละคน แต่ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบหลาย ๆ คน ในคำถามเดียวกัน
5. ถามแล้วไม่ทวนคำถาม และไม่ทวนคำตอบ
6. ควรใช้ท่าทาง เสียงประกอบ การถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ
7. ควรใช้คำถามปูพื้น เมื่อตอบคำถามแรกไม่ได้
8. ควรใช้คำถามง่าย และยากปนกันในการสอนครั้งหนึ่ง ๆ
9. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามผู้สอน

ผู้สอนที่มีทักษะการใช้คำถาม หมายถึง ผู้ที่มีความรู้และความเข้าใจประเภทของคำถามต่าง ๆ รวมทั้งรู้ลักษณะที่ดีของการถาม และรู้วิธีหลีกเลี่ยงลักษณะที่ไม่ดีของการถาม และต้องเป็นผู้สามารถนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติในการถามคำถามผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดและสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างถูกต้อง วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 80) กล่าวว่าคำถามเพื่อการสืบเสาะหาความรู้ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นคำถามที่สืบเสาะและหาคำตอบได้มากมาย ซึ่งไม่ใช่คำถามเฉพาะบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

2. เป็นคำถามที่ไม่ได้ตอบด้วยข้อเท็จจริงง่าย ๆ เช่น ในปีใดที่ประธานาธิบดี.....ถูกฆาตกรรม ? ซึ่งถามเกี่ยวกับความจริงที่ใช้ความจำมาตอบเท่านั้น

3. เป็นคำถามที่ไม่ใช่คำถามที่สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องนั้นได้ เช่น ดนตรีประเภท..... คืออะไร ? ควรเป็นคำถามที่นำไปสู่การศึกษาสืบเสาะหาคำตอบได้หลายด้าน

4. คำถามต่าง ๆ ที่ถามในเรื่องนั้น ๆ ควรมีคำถามที่มีวัตถุประสงค์เดียวกันและถามให้ได้คำตอบที่หลากหลาย

5. คำถามที่ไม่ควรเป็นคำถามเฉพาะบุคคลมากจนเกินไปหรือถามความเห็นส่วนตัวมากจนเกินไป

สรุปได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้นั้น จำเป็นอย่ายิ่งที่ใช้คำถามเพื่อนำทางไปสู่การสืบเสาะความรู้ ซึ่งต้องมีการเตรียมล่วงหน้าให้สอดคล้องกับสาระที่จะสอน ลักษณะการใช้คำถามที่ดีควรเริ่มต้นจากคำถามระดับต่ำหรือง่ายไปสู่คำถามระดับสูงหรือคำถามที่ยาก เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดกระบวน การคิดทั้งง่ายและยากขึ้นเป็นลำดับ เพื่อที่จะสามารถตัดสิน และแก้ปัญหาในสิ่งที่เรียนได้อย่างมีหลักการ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) มาจากพื้นฐานปรัชญาการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ “Learning by Doing” ของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้คือ คำถาม หรือการถามคำถาม (Asking Questions) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตั้งคำถาม ถามคำถามและสืบเสาะหาความรู้ คำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ค้นคว้า ทดลอง เป็นต้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เหมาะกับสังคมโลกปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านความรู้ข่าวสารข้อมูลรวมทั้งเทคโนโลยีต่าง ๆ ดังนั้นการจัดการศึกษาควรมุ่งเน้นและให้ความสำคัญต่อการแสวงหาความรู้และการจัดการกับความรู้ มีทักษะการคิดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ปรับเปลี่ยนข้อมูลเป็นความรู้ที่มีความหมาย (วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 76)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 597-598) กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้กับการค้นพบความรู้มีความหมายเดียวกันสามารถใช้แทนกันได้ แต่จุดเน้นแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย กล่าวคือ “Inquiry” มีความหมายกว้างกว่า “Discovery”

คำว่า Inquiry (การสืบเสาะ) ได้วิเคราะห์ความหมายจากพจนานุกรม 3 ฉบับด้วยกันคือ

1) The World Book Dictionary 2) Webster's Third New International Dictionary of the English Language 3) Britannica World Language Dictionary ซึ่งสรุปความหมายได้เป็น 2 ประการดังนี้

ความหมายแรก หมายถึงการถามหา หรือการค้นหาสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยการสอบถาม เช่น ถามหาชื่อของคนที่เราอยากจะพบในสำนักงานนี้ ถามหาข่าวสารเรื่องราวที่เราอยากจะรู้

ความหมายที่สอง หมายถึง การค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน (Examination) ด้วยการสำรวจตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน (Investigation) หรือด้วยการวิจัย (Research) เช่น ฉันกำลังค้นหาว่าคนไทยมาจากไหนจากหนังสือหลาย ๆ เล่ม

ส่วนคำว่า Discovery (การค้นพบ) ได้สรุปจากพจนานุกรมชุดเดียวกันมีความหมายแยกได้เป็น 2 ประการดังนี้

ความหมายแรก หมายถึง การค้นพบสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยตนเอง หรือการค้นพบสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นครั้งแรก เช่น ดร.แฟลมมิงได้ค้นพบเพนนิซิลลินเป็นครั้งแรกของโลกเมื่อปี ค.ศ. 1928

ความหมายที่สอง หมายถึง การค้นพบสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ยังไม่รู้จักมาก่อน เช่น มาดามคูรีได้ค้นพบแร่เรเดียม (มันมีอยู่แล้วในธรรมชาติ) ซึ่งยังไม่มีใครเคยรู้จักมาก่อน

จากความหมายจะเห็นว่า เป้าหมายของ Inquriy Approach กับ Discovery Approach นั้นคือสิ่งเดียวกัน นักเรียนจะต้องเป็นผู้กระทำการค้นหา และก็เกิดการค้นพบด้วยตนเองเป็นหลัก ส่วน Inquiry นั้นดูจะมีความหมายกว้างกว่า เพราะการค้นหาก็ดี การค้นพบก็ดี อาจจะใช้ข้อมูลจากแหล่งอื่นทั้งหมดก็ได้ อาจจะเป็นการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่คนอื่นเคยทำไว้แล้วก็ได้

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า "การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้" (Inquiry Approach)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยอาศัยประสบการณ์ การเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) (คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 2545 : 13) ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

บีเยอร์ (Beyer 1971 : 6) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนค้นพบคำตอบและข้อสรุปของปัญหาด้วยตนเอง แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ที่ครูเป็นผู้บอกความรู้ให้แก่นักเรียน

กู๊ด (Good 1973 : 303, อ้างถึงใน สัญญารัก ปรางทอง 2539 : 15) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือ กลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น และเสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม ให้นักเรียนพยายามค้นคว้าหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง

ซันด์ และ โทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1974 : 53-55) 6) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดทางสมอง ได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง รวมถึงการสังเคราะห์ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และให้คำแนะนำ โดยใช้กระบวนการทดลองและการอภิปรายซักถาม

อัลเฟรด (Alfred 1997 : 1-2) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีจุดเน้นที่การนำเสนอของครูสู่นักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายโดยการตั้งปัญหา

คีนเนท (Kenneth 2005 : 300) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการแก้ปัญหา มีจุดเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหามากกว่าที่จะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีการกำหนดรูปแบบในการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่แตกต่างกันก็มีวิธีการที่แตกต่างกันในการสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา

ซัคน์ (Schunk 2008 : 294) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ใช่การสอนแบบอธิบาย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการแนะนำเพียงเล็กน้อยโดยการนำเสนอหรือการตั้งปัญหา การสร้างประสบการณ์และการสร้างองค์ความรู้ในการเรียนรู้แบบการค้นพบ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 502) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการส่งเสริมให้ ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาสิ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 119) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ นักเรียนจะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ชาตรี เกิดธรรม (2545 : 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทาง

ความคิดหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545 : 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 77) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการหรือวิธีคิด หรือวิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องมีการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุป รวมทั้งทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งทักษะต่าง ๆ ดังกล่าวถ้ามีการใช้อย่างสม่ำเสมอ ผู้เรียนสามารถที่จะประยุกต์ใช้ในอนาคตได้

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีจุดเน้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าโดยใช้กระบวนการคิดรวมทั้งทักษะการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการลงมือปฏิบัติประกอบด้วยการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุปด้วยตนเอง

หลักสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถามคำถามนักเรียน และให้นักเรียนถามคำถามมากกว่าการเรียนรู้จากที่ครูสอน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อาจเรียกว่าวิธีสร้างองค์ความรู้ ซึ่งหมายความว่ามีวิธีหลายวิธี ที่จะสร้างความหมายจากความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ และขณะเดียวกันการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ (How to Learn) เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการนำเสนอข้อมูลความรู้ให้โดยตรงจากครู (วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 77)

ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความมุ่งหมาย เพื่อ

1. กระตุ้นให้นักเรียนทำการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง

2. ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล
3. ฝึกให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

ประเภทของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่แนะแนวทาง (Unguided Discovery)

การจัดการเรียนรู้แบบหาความรู้แบบไม่แนะแนวทาง ซึ่งทิสเชอร์ (Tischer 1972 : 91-92, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 502-503) เรียกอีกอย่างว่า การค้นพบแบบบริสุทธิ์ (Pure Discovery) เป็นการให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นแต่เพียงผู้กำหนดตัวปัญหาให้ ส่วนการแก้ปัญหา การวางแผน การทดลองและวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้เป็นเรื่องของนักเรียนที่จะคิดทำเอง ครูคอยแต่ตรวจผลงานสุดท้ายเท่านั้นว่าถูกหรือผิด

วิตตร็อก (Wittorch 1974 : 355, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 503) ได้แบ่งวิธีสอนตามปริมาณของการแนะแนวทางออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ครูให้หลักการและวิธีจัดการเรียนรู้แบบนี้เรียกว่า การสอนแบบบอกความรู้ (Expository Teaching)
2. ครูให้หลักการซึ่งสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ให้วิธีทำ
3. ครูไม่ให้หลักการ แต่ให้วิธีทำ
4. ครูไม่ให้หลักการซึ่งจะนำไปใช้แก้ปัญหา และไม่บอกวิธีทำ การจัดการเรียนรู้แบบนี้เรียกว่าการค้นพบแบบไม่แนะแนวทาง (Unguided Discovery)

กล่าวโดยสรุปแล้วการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่แนะแนวทางจะมีลักษณะ 5 ประการดังนี้

1. ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้
2. ครูไม่ชี้แนะแนวทางใด ๆ ในการแก้ปัญหาให้เลย
3. นักเรียนเป็นผู้คิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาเองทั้งสิ้น
4. นักเรียนเป็นผู้ทำการแก้ปัญหาเอง
5. นักเรียนเป็นผู้ทำการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและหาข้อสรุปจากข้อมูลซึ่งจะเป็นคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบจำกัดการแนะแนวทาง (Guided Discovery)

การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้แบบจำกัดการแนะแนวทาง ครูยังมีบทบาทอยู่ แต่อยู่ในวงจำกัดส่วนใหญ่นักเรียนเป็นผู้คิดและทำ ส่วนครูจะคอยเป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

กิจกรรมแบบกำหนดเค้าโครง (Structured Activities) ของรอมมี (Romey 1968, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 505-506) ก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่ง รอมมีมิได้หมายความว่าความรู้แบบเบ็ดเสร็จมาจากครู ส่วนหนึ่งจะต้องมาจากนักเรียนด้วย ครูจะบอกวิธีการให้เสร็จ ถ้านักเรียนทำตามวิธีการที่บอกไว้แล้วเขาจะพบคำตอบของปัญหา อย่างไรก็ตามนักเรียนจะยังไม่รู้คำตอบล่วงหน้าจนกว่าเขาจะได้รวบรวมข้อมูลแล้วและทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วเขาจึงจะรู้คำตอบ ในขั้นการสรุปผล นักเรียนจะนำข้อมูลและข้อสรุปมาเสนอหน้าชั้นแล้วมีการอภิปราย กิจกรรมแบบกำหนดเค้าโครงให้ วิธีจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. ตั้งปัญหา
2. แนะนำวิธีรวบรวมข้อมูล
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่แนะนำไว้แล้ว
4. ถ้าเป็นไปได้ให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูลแสดงเป็นตารางและกราฟ
5. ให้นักเรียนตอบคำถามต่าง ๆ โดยใช้ฐานจากข้อมูล
6. ให้นักเรียนลงข้อสรุปจากข้อมูลและนำเสนออภิปรายหน้าชั้นเรียน

หลักเกณฑ์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพิจารณาได้จากกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายครั้ง เป็นรายหน่วย และรวมทั้งเป็นรายวิชาก็ได้ การพิจารณาให้ดูตั้งแต่การทำบันทึกเตรียมการจัดการเรียนรู้ ระหว่างจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและกิจกรรมนอกห้องเรียน ในการบันทึกเตรียมการจัดการเรียนรู้ สามารถดูได้จากการระบุจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ว่าพฤติกรรมที่นักเรียนเกิดขึ้นภาย หลังการสอนนั้น จะมีการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์หรือไม่ หรือมีการระบุไว้ในส่วนใดของบันทึกเตรียมการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางการคิดที่ต้องการให้เกิดหรือนำมาใช้ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็สามารถจะดูได้ว่าวิธีจัดการเรียนรู้นำไปสู่การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือไม่ วัสดุอุปกรณ์การสอนที่ใช้ในครั้งนั้นก็พอจะบอกถึงวิธีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

ในระหว่างจัดการเรียนรู้ ครูสามารถประเมินตนเองได้เหมือนกันว่า ได้ใช้วิธีจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มากน้อยเพียงใด โดยตั้งคำถามถามตนเองง่าย ๆ ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านไป ความรู้ที่นักเรียนได้รับได้ใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เพียงใด ถ้าคำตอบออกมาทางบวกก็แสดงว่า การจัดการเรียนรู้ครั้งที่แล้วอยู่ในข่ายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว

รอมมี (Romey 1968 : 90-91, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 507-509) ได้แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ประเภท คือ กิจกรรมของนักเรียน (Student) กิจกรรมของครู (Teacher)และการเสนอรายงานของนักเรียน (Presentations of Information) และการอภิปรายร่วม (Discussion) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กิจกรรมของนักเรียน

กิจกรรมในกลุ่มนี้นักเรียนเป็นผู้กระทำและมีลักษณะเป็นการใช้กระบวนการทางความคิด ถ้านักเรียนออกไปเสนอรายงานไม่จัดอยู่ในกิจกรรมกลุ่มนี้ ตัวอย่างกิจกรรมของนักเรียน เช่น

1.1 นักเรียนทำการทดลอง

1.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด

1.3 นักเรียนทำการแก้ปัญหา

1.4 นักเรียนทำการสาธิต

1.5 นักเรียนเขียนรายงานและเขียนโครงการ

1.6 นักเรียนทำการศึกษาอิสระ

1.7 นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม

1.8 นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้า

2. กิจกรรมของครูและการเสนอรายงานของนักเรียน

กิจกรรมกลุ่มนี้ครูแสดงบทบาทในส่วนที่ให้ความรู้ การบรรยายของวิทยากร การให้นักเรียนอ่านจากเอกสาร การเสนอรายงานของนักเรียน สาระสำคัญอยู่ที่ความรู้ไปถึงตัวนักเรียนในลักษณะที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับรู้ ตัวอย่างเช่น

2.1 ครูบรรยาย

2.2 ครูสาธิต

2.3 ครูใช้สื่อการสอนต่าง ๆ

2.4 การส่งผ่านความรู้ทุกประเภทที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้

2.5 การเสนอรายงานปากเปล่าของนักเรียน

3. การอภิปรายร่วม

3.1 การอภิปรายร่วมระหว่างครูกับนักเรียน

3.2 การอภิปรายร่วมระหว่างกลุ่มนักเรียน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้เชี่ยวชาญในด้านการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ไว้หลายรูปแบบ ดังนี้

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 76-79) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นิยามคำถามและทำความเข้าใจให้ชัดเจนกับคำถาม ประเด็นหรือปัญหาในขั้นนี้นักเรียนสามารถดำเนินการได้ในเวลาที่กำหนดหรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน แนะนำแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหาหรือคำถาม การกำหนดสมมติฐานจะช่วยให้แนวทางในการสืบเสาะหาความรู้หรือคำตอบ

ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูลและจัดการดำเนินการเก็บข้อมูล การระบุแหล่งข้อมูลและเก็บข้อมูลเป็นเรื่องสำคัญในขั้นนี้นักเรียนอาจจะเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่เรียน ประเมินคุณค่าของข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลระดับต่าง ๆ จัดดำเนินการแปลความหมายข้อมูล จำแนกหรือจัดกลุ่มข้อมูล และนำเสนอ

ขั้นที่ 4 การประเมินผลข้อมูล การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล ในขั้นนี้จะใช้หลักฐานและข้อมูลที่ปรากฏเป็นพื้นฐานในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบอาจมีการให้อธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 การสรุปผล การอ้างอิงและการสรุปหลักการทั่ว ๆ ไป โดยพิจารณาว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ยอมรับหรือไม่ยอมรับ คำตอบของคำถามคืออะไร ได้ข้อสรุปอะไรบ้างจากการสืบเสาะหาความรู้หรือคำตอบของปัญหา มีคำถามอะไรเพิ่มเติมบ้างจากสาระความรู้และการวิเคราะห์

เอเซป (ASEP : Australian Science Education Project 1974 : 81) กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. การค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้
3. การสรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford, 1972 : 12-113, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 514-515) ได้แบ่งขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ขั้นตอน (3 Phases of Inquiry) เรียงตามลำดับดังนี้

1. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Exploration) เป็นการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น การค้นพบของเบกเคอเรล (Becolrel) ถ้าจะวิเคราะห์กระบวนการที่เขาใช้แล้ว จะพบว่าเขาได้ใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้

1.1 มีการตั้งปัญหา (Problem Location)

1.2 มีการตั้งสมมติฐาน (Hypothesis Formation)

1.3 มีการสืบเสาะหาข้อมูล (Investigation) ทั้งจากการทดลองและจากแหล่งอื่น

1.4 มีการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretation of the Results)

กระบวนการ 1, 2 และ 3 จัดอยู่ในขั้นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Exploration Phase) ส่วนกระบวนการ 4 จัดอยู่ในขั้นสร้างความรู้ (Invention Phase)

2. ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) เมื่อสืบเสาะหาความรู้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาพอเพียงแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ การใช้ความคิดหรือจักษุจิต (The Eye of Mind) ล้วน ๆ มองหาความหมายจากข้อมูลออกมาเป็นความรู้ใหม่ เรียกว่าเป็นการสร้างความรู้ (Invention)

3. ขั้นขยายความรู้จากที่ได้ค้นพบ (Discovery) เป็นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Exploration) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการตีความหมายและหาข้อสรุปได้ และสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) เมื่อได้ความรู้ใหม่จากการตีความหมายข้อมูลหรือประสบการณ์ที่ได้รับ

รอมมี (Romey 1968, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 :542-543) กล่าวว่าขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผ่านการทดลองได้แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้น คือขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทำการทดลอง และขั้นอภิปรายหลังการทดลอง กิจกรรมแต่ละขั้นจะเป็นดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) ในขั้นนี้จะมีการตั้งปัญหา ถามนักเรียนเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ทำการสาธิตเพื่อเร้าความสนใจ และให้เห็นความสัมพันธ์บางอย่าง

2. ขั้นทำการทดลอง (Lab – Activity) ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามแนวที่ได้อภิปรายไว้ในขั้นก่อน บทบาทของครูจะอยู่ในฐานะผู้อำนวยการวิจัยมากกว่าที่จะเป็นผู้ทำการทดลอง ผู้อำนวยการวิจัยนั้นจะเป็นผู้ดูแลช่วยเหลือและให้กำลังใจ อภิปรายร่วมกับนักเรียน ส่วนผู้มีบทบาทสำคัญนั้นคือนักเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (Post – Lab Discussion) หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองแล้วให้นักเรียนเสนอผลการทดลอง สิ่งที่อยู่ในมือครูคือผลการทดลองที่ถูกต้องจากหนังสือจากการทดลองที่ใช้เครื่องมืออย่างดีหรือจากครู ข้อมูลและผลการทดลองชุดนี้มีไว้เพื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร นอกจากนี้ครูอาจจะให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

คัสแลนและสโตน (Kuslan and Stone 1968, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 543-548) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนและครูได้ใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์แก้ปัญหา เช่นการสังเกต การวัด การกะประมาณ การพยากรณ์ การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การทดลอง การสื่อความหมาย การลงความคิดเห็น การวิเคราะห์ และการลงข้อสรุปด้วยวิธีอุปมาน

2. เวลาที่ใช้ต้องไม่จำกัด ไม่จำเป็นต้องเร่งให้เสร็จตามกำหนดเวลา ควรจะถือเอาความสำเร็จเป็นหลัก

3. คำตอบของปัญหา นักเรียนจะต้องไม่รู้มาก่อน หนังสือและคู่มือที่ให้นักเรียนใช้จะต้องไม่บอกคำตอบ แต่จะตั้งคำถามและแนะแนวทางในการค้นหาคำตอบเท่านั้น

4. นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบด้วยความสนใจอย่างแท้จริง

5. เนื้อหาที่จะนำมาสอนไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับเรื่องที่เรียนมาก่อน หรือเรื่องที่จะเรียนตามมา

6. คำถามที่ใช้เน้นคำถาม ทำไม เพราะอะไร รู้ได้อย่างไร เช่น เธอรู้ได้อย่างไร สมมติฐานนี้สมเหตุสมผลไหม เพราะอะไร ข้อสรุปที่ได้นี้ถูกต้องไหม เพราะอะไร

7. ในการสอนจะต้องมีการระบุตัวปัญหา และจะต้องทำให้ตัวปัญหาแคบพอที่นักเรียนทำการแก้ปัญหาได้

8. วิธีการแก้ปัญหาจะต้องมาจากการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

9. การตั้งสมมติฐาน ให้นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันตั้ง สมมติฐานนี้จะเป็นตัวการนำไปสู่การวางแผนการสำรวจ การทดลอง และการสังเกต

10. นักเรียนทั้งชั้นเป็นผู้เสนอว่า จะรวบรวมข้อมูลมาได้อย่างไร จากแหล่งไหนบ้าง ข้อมูลอาจมาได้หลายทาง เช่นจากการทดลอง จากการสาธิต จากการอ่าน จากประสบการณ์ส่วนตัว ข้อมูลเหล่านี้จะต้องประเมินความถูกต้องเสียก่อน เพราะเราจะใช้เป็นหลักฐานในการรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน

11. ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน อาจจะทำเป็นกลุ่มย่อยรายบุคคล หรือทั้งชั้นก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสม

12. นักเรียนจะต้องเป็นผู้วิเคราะห์ข้อมูล และหาข้อสรุปเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานเอง

13. ถ้าเป็นไปได้ควรจะนำข้อสรุปและคำอธิบายมารวมเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นตัวความรู้ที่กว้างขวางขึ้น ครูอย่ารีบร้อนที่จะบอกความรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
3. ขั้นทำการทดลอง
4. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
5. ขั้นขยายความรู้และนำความรู้ไปใช้

คารินและซันต์ (Carin and Sund 1968, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 548-550) ได้แนะนำแนวการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าควรประกอบด้วย 9 หัวข้อ ดังนี้

1. ระบุตัวปัญหา

การจัดการเรียนรู้ต้องเริ่มต้นจากตัวปัญหาเสียก่อน ตัวปัญหานี้จะตั้งในรูปของคำถาม ตัวอย่างเช่น

1.1 อากาศคืออะไร ?

1.2 แรงดันของอากาศทำงานได้อย่างไร ?

1.3 อะไรเป็นสาเหตุทำให้โมเลกุลของของเหลวเคลื่อนที่ ?

1.4 แม่เหล็กมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง ?

การตั้งปัญหานี้มีหลักอยู่ว่า ครูควรจะนึกถึงมโนทัศน์ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่จะสอนเสียก่อน แล้วจึงตั้งคำถามให้สอดคล้องกัน

2. ระบุชั้นที่จะสอน ในกรณีที่จะนำไปสอนได้หลายชั้นให้ระบุชั้นด้วย และให้คำนึงถึงวัย พัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ (Jene Piaget) กับเนื้อหาด้วย

3. ระบุมโนทัศน์หรือหลักการที่จะจัดการเรียนรู้ รวมถึงความรู้วิทยาศาสตร์ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ครูต้องการอย่างไรก็ระบุลงไปให้ชัดเจน เพราะเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องค้นให้พบจากการสืบเสาะหาความรู้ ตัวอย่างของมโนทัศน์ เช่น

3.1 จากปัญหา อากาศคืออะไร ?

อากาศเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง

รอบ ๆ ตัวเรามีอากาศห้อมล้อมอยู่

อากาศเป็นสิ่งกินที่อยู่และมีน้ำหนัก

3.2 จากปัญหา “อะไรทำให้โมเลกุลของเหลวเคลื่อนที่”

ความร้อนทำให้โมเลกุลของของเหลวเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของของเหลวจะมีอยู่ตลอดเวลาและไม่เป็นระเบียบ เป็นการเคลื่อนไหวแบบราวเนียน

3.3 จากปัญหา “แม่เหล็กมีคุณสมบัติอย่างไร”

แม่เหล็กมี 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือขั้วใต้

ขั้วเหมือนกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกันบริเวณรอบ ๆ แม่เหล็กจะมีเส้นแรงแม่เหล็กอยู่เรียกว่า สนามแม่เหล็ก

4. ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

5. ระบุคำถามที่จะใช้สำหรับการอภิปรายก่อนการทดลอง เช่น คำถามที่จะนำเข้าสู่บทเรียน คำถามที่จะนำไปสู่การตั้งปัญหา และคำถามที่จะนำไปสู่การออกแบบการค้นหาคำตอบของปัญหา

6. ระบุกิจกรรมนักเรียนที่นำไปสู่การค้นพบ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ เพื่อนำไปสู่การค้นพบมโนทัศน์ หรือหลักการที่ระบุไว้แล้ว ก่อนจัดการเรียนรู้ครูจะต้องคิดถึงกิจกรรมที่จะให้นักเรียนทำไว้ล่วงหน้า โดยศึกษาจากหลักสูตร ประมวลการสอน แบบเรียน คู่มือครูเป็นต้น

7. ระบุกระบวนการทางความคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะพัฒนาในบทเรียน

8. ระบุคำถามท้ายบทเรียน เป็นคำถามปลายเปิดที่ถามให้คิดได้หลายแง่มุม จัดไว้เป็นส่วนที่เพิ่มเติมภายหลังจากที่จบการทดลองแล้ว

9. หมายเหตุสำคัญสำหรับครู มีไว้สำหรับให้ครูเขียนสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการสอน เช่น การอธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่สลับซับซ้อน ข้อระวังในการทดลอง การแบ่งกลุ่มย่อย เป็นต้น

คณะอนุกรรมการทบวงมหาวิทยาลัย (2521, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 :572-573) ได้กำหนดกิจกรรมหลักในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 อย่างด้วยกันคือ การอภิปรายกับการทดลอง กิจกรรมนี้อาจแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง (โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น)
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้คณะอนุกรรมการทบวงมหาวิทยาลัย ได้จัดแบ่งลำดับขั้นตอนของกิจกรรมไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่จะจัดการเรียนรู้

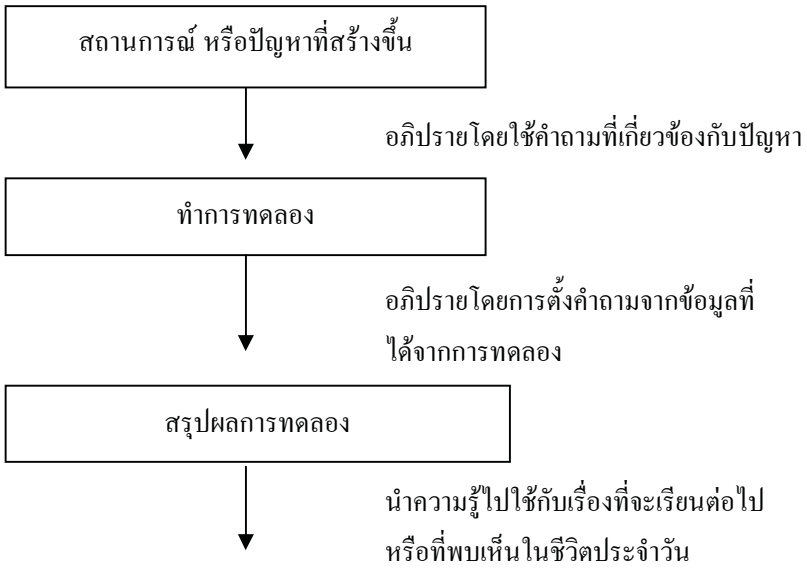
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ ดังนี้



แผนภูมิที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ของคณะอนุกรรมการทบวงมหาวิทยาลัย
ที่มา : สุวัฒก์ นิยมค้า. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2 (กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊ค เซนเตอร์ จำกัด, 2531), 573.

โครงการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ ขยายผลและอบรมรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง (สสวท. 2549) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry Cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้ (BSCS 1997)

1. การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์สำคัญของขั้นตอนนี้คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่นำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาตามความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือ

ทักษะกับประสบการณ์เดิม บทบาทของครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ ใจจดจ่อกับการเรียนการสอน โดยการตั้งคำถาม กำหนดปัญหา สร้างเหตุการณ์ที่ขัดแย้ง และสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งเป็น 2-3 วิธีที่จะดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลสำเร็จของการจัดกิจกรรมสร้างความสนใจคือ ทำให้ผู้เรียนสงสัย อยากรู้อยากเห็น หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2. การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหาเป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนได้อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกอยู่เสมอเกี่ยวกับความรู้เดิมของผู้เรียนจะช่วยครูในการวางแผนจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป และจำแนกจัดกลุ่มความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต จำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้น

3. การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายได้ด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจโดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายและเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและ

ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ผู้เรียนจะได้รับความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่เขาสนใจ และได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ชำนาญมากขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้รูปแบบของการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดแนวขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 76-79) เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford 1972 : 112-113, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 514-515) คัสแลนและสโตน (Kuslan and Stone1968, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 543 - 548) และคณะอนุกรรมการทบวงมหาวิทยาลัย (2521, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 572-573) โดยนำมาสังเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยใช้คำถาม ประเด็น หรือปัญหา ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนคิด เพื่อพัฒนาทักษะทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนสามารถดำเนินการในเวลาที่กำหนดหรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้

2. ตั้งสมมติฐาน เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการออกแบบการทดลอง หรือออกแบบการค้นคว้าข้อมูล แนะนำแนวทางแก้ปัญหาหรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แล้วสรุปผลการทดลองหรือผลการค้นหาความรู้ โดยครูมีหน้าที่ส่งเสริม ให้คำปรึกษา ชี้แนะ หรืออำนวยความสะดวก

4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ เป็นการอภิปรายจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง สมบูรณ์ ลึกซึ้ง นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นสร้างข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล แล้วลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ชาตรี เกิดธรรม (2545 : 36) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียน และสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ครูมีบทบาท 3 ประการ คือ

1. ป้อนคำถามให้นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถาม จะต้องรู้ว่าถามอย่างไรนักเรียนจึงจะเกิดความคิด

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

นอกจากนี้ วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33 – 34, อ้างถึงในสัญญารัก ปรางทอง 2539 : 33) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้นักเรียนตั้งคำถามสืบเสาะหาความรู้

2. เป็นผู้เสริมแรง เมื่อนักเรียนถามก็ให้แรงหนุน ยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชม และช่วยปรับปรุงภาษาในคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจคำถามได้กระจ่างยิ่งขึ้น

3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ ครูจะต้องเป็นผู้ทบทวนคำถาม เพื่อพิจารณาดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง

4. เป็นผู้แนะแนวทางและกำกับ เพื่อให้เกิดความคิดแนวทางที่ถูกต้องและคอยกำกับควบคุมเมื่อนักเรียนออกนอกแนวทาง

คารินและซันด์ (Carin and Sund 1968, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 550-551) ได้ระบุหน้าที่และบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบการค้นพบไว้ 8 ข้อด้วยกันดังนี้

1. ครูจะต้องปล่อยให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตัวของเขาเอง ตลอดเวลาครูจะต้องหลีกเลี่ยงการบอกความรู้

2. เนื้อเรื่องที่จะนำมาจัดการเรียนรู้นั้น ครูควรจะได้ปรึกษานักวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อให้มีความยากง่ายที่นักเรียนจะศึกษาโดยวิธีนี้ได้

3. ครูควรจะยอมรับความจริงว่า การเรียนรู้แบบการค้นพบนี้กินเวลามากแต่ก็มีคุณค่าเหลือเกิน เป็นการฝึกให้นักเรียนได้รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. รูปแบบทั่วไปของการเรียนรู้แบบนี้ คือการให้ผู้เรียนได้อภิปรายหัวข้อปัญหา ให้เขาทำการทดลอง สังเกต อภิปราย และตีความหมายจากข้อมูล การพบปัญหาใหม่จากข้อมูลรวมทั้งการเริ่มต้นสืบเสาะหาความรู้จากปัญหาใหม่อีกครั้งหนึ่ง

5. เมื่อนักเรียนดำเนินการไปแล้วพบทางตัน ครูควรช่วยแนะแนวทางโดยบอกเป็นข้อ ๆ เพื่อให้กระบวนการดำเนินต่อไปโดยไม่หยุดชะงัก

6. ก่อนสอนครูควรจะมีแผนในการสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องนั้นไว้แล้ว เพื่อจะได้แนะนำนักเรียนได้ถูกต้อง

7. ครูควรใช้คำถามประเภทถามให้คิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและได้กระทำกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปได้

8. ครูต้องรับผิดชอบในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการค้นพบ

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford 1972 : 112-113, อ้างถึงในสุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 514-515) เสนอว่าในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (The Inquiry Method of Teaching) วิธีจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ทำเป็น 2 ช่องให้เห็นว่า บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนจะทำอะไรอย่างไร ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของเรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล 1. ครูจัดเตรียมอุปกรณ์และเอกสารเพื่อใช้ศึกษาปัญหาและสำรวจข้อมูล ครูช่วยแนะแนวทางในการสำรวจหาข้อมูลโดยพยายามชี้แนะน้อยที่สุด 2. ตั้งคำถามนักเรียนทั้งชั้น เพื่อนำไปสู่การกระทำต่าง ๆ ตามแนวทางที่คิดไว้ 3. ให้นักเรียนรายงานข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ครูทำการซักถามและดึงให้เข้าประเด็น 4. ถามนักเรียนเพื่อให้ช่วยกันมองหาความหมายของข้อมูลให้มากที่สุด 5. ตั้งคำถามในชั้นเรียนว่า จะทำการทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร	**ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล** 1. นักเรียนทำการศึกษาวัสดุอุปกรณ์และเอกสาร 2. นักเรียนทำการสังเกตเพื่อหาข้อมูลจากปรากฏการณ์ 3. นักเรียนรายงานข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะ 4. นักเรียนคิดหาความหมาย ร่องรอยหรือข้อสรุปทั่วไปจากข้อมูลแล้วตั้งสมมติฐาน นักเรียนเสนอสมมติฐาน 5. นักเรียนช่วยกันหาแนวทางการทดลองและวิธีทดสอบสมมติฐาน

ตารางที่ 19 (ต่อ)

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล	**ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล**
6. ให้นักเรียนรายงานข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ ให้นักเรียนช่วยกันตั้งชื่อมโนทัศน์ใหม่ที่ได้ กระตุ้นให้นักเรียนตีความหมายข้อมูลนำอภิปรายอย่างกว้างขวางเพื่อหาข้อสรุปของโมเดล	6. นักเรียนรายงานข้อมูล อภิปรายมโนทัศน์และโมเดลใหม่ที่สร้างขึ้น ในที่สุดจะได้มโนทัศน์และโมเดลที่สามารถอธิบายข้อมูลได้ (ได้ความรู้ใหม่)
ขั้นขยายขอบเขตของความรู้จากที่ได้ค้นพบ	**ขั้นขยายขอบเขตของความรู้จากที่ได้ค้นพบ**
7. ครูจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเอกสาร เพื่อนำไปสู่การขยายมโนทัศน์หรือโมเดลที่สร้างไว้แล้ว 8. ครูตั้งคำถามต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนค้นหาความรู้เพิ่มเติม	7. นักเรียนทำการศึกษาวัสดุอุปกรณ์และเอกสาร เพื่อหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับมโนทัศน์และโมเดลเดิมโดยเริ่มงานขั้นสำรวจข้อมูลอีก

จากการศึกษาแนวความคิดของผู้เชี่ยวชาญในการจัดกระบวนการเรียนรู้สรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือ ใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้เผชิญกับปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตัวเอง เป็นผู้ที่คอยเสริมแรง และในบางครั้งอาจแนะแนวทางเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในทางที่ถูกต้อง

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 7, อ้างถึงใน สัญญารักปรางทอง 2539 : 34) กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่างๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การทดลอง การสรุป ที่จะนำไปสู่ความคิดที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้สึก หรือ ความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล
4. ติดตาม และทำความเข้าใจ ในบทเรียนด้วยตนเอง
5. พูดซักถาม หรือ โต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่น และมีเหตุผล

แผนผังมโนทัศน์

มโนทัศน์มาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งนักการศึกษาของไทยให้คำแปลไว้แตกต่างกัน เช่น มโนทัศน์ มโนมติ สังกัป ความคิดรวบยอด คอนเซป ซึ่งทุกคำที่กล่าวมามีความหมายไม่แตกต่างกัน ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “มโนทัศน์” ส่วนคำว่าแผนผังมโนทัศน์ นักการศึกษาบางท่านใช้คำในภาษาอังกฤษว่า Concept Mapping หรือ Mind Mapping ซึ่งมีความหมายไม่แตกต่างกัน และในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่าแผนผังมโนทัศน์ในภาษาอังกฤษว่า “Mind Mapping”

ความหมายของมโนทัศน์

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้าที่เป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ หรือบุคคลก็ได้

มนัส บุญประกอบ (2542 : 47, อ้างถึงใน มหิศร นันตโลหิต 2550 : 38) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การสรุปรวมความคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทำให้จำแนกประเภทได้ สิ่งดังกล่าวอาจเป็นสิ่งของ แนวความคิด หรือสัญลักษณ์ มโนทัศน์อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 52) กล่าวว่า มโนทัศน์มาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมี ชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป หรือเรียกทับศัพท์ว่า คอนเซป หมายถึง คำจำกัดความหมาย หรือแนวความคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะร่วมของวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ และความคิดที่เป็นผลจากประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่

มหิศร นันตโลหิต (2550 : 38) สังเคราะห์ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ คือ ลักษณะร่วมของวัตถุ เหตุการณ์ แนวคิด ทฤษฎี ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งเขียนเป็นคำหรือ ประโยค และสามารถจำแนกประเภทได้

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นนามธรรม อาจเป็นสิ่งของหรือเหตุการณ์ก็ได้และความคิดที่เป็นผลจากประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่

ความหมายของแผนผังมโนทัศน์

มีผู้ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

มอร์เรีย (Moreira 1979 : 283-286) กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้นตอน เพื่อแสดงให้เห็นการจัดมโนทัศน์ของเนื้อหาที่เรียน ซึ่งอาจมีทิศทางเดียวกัน หรือสองทิศทาง หรือมากกว่า

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 52-53) กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์ มีลักษณะเป็นแผนผัง หรือแผนภาพที่สร้างขึ้นจากความเข้าใจ หรือสร้างขึ้นจากความเข้าใจ หรือความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ด้วยแผนผัง แผนภาพ หรือแผนภูมิ ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ หรือแผนผังมโนทัศน์ด้วยกัน หรือสาระสำคัญและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

โนแวค และโกวิน (Novak and Gowin 1984 : 15, อ้างถึงใน มหิศร นันตโลหิต 2550 : 42) อธิบายว่า แผนผังมโนทัศน์มีจุดมุ่งหมายที่จะแสดงความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในรูปของหัวข้อตั้งแต่ 2 หัวข้อขึ้นไป โดยใช้คำเชื่อมให้เป็นหน่วยคำที่มีความหมาย

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า แผนผังมโนทัศน์ เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ที่สร้างขึ้นจากความเข้าใจอย่างมีลำดับขั้นตอนโดยใช้แผนผัง แผนภาพ หรือแผนภูมิ โดยใช้คำเชื่อมสาระสำคัญและแนวคิดต่าง ๆ

การสร้างแผนผังมโนทัศน์

อัลท์ (Ault 1985 : 41, อ้างถึงใน มหิศร นันตโลหิต 2550 : 46-48) กล่าวถึงการสร้างแผนผังมโนทัศน์ว่าไม่มีทิศทางในการสร้างที่แน่นอนตายตัวแต่สามารถสร้างได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีควรเริ่มต้นด้วยการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับแผนผังมโนทัศน์โดยทำในรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้หรือแนะนำโดยตรง

โนแวค (Novak 1984 : 17) และ อัลท์ (Ault 1985 : 41, อ้างถึงใน มหิศร นันตโลหิต 2550 : 47) ได้แนะนำขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ 5 ขั้น ดังนี้ 1) เลือก 2) จัดลำดับ 3) จัดกลุ่ม 4) จัดระบบ 5) เชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือก

การเลือกเรื่องที่จะสร้างแผนผังมโนทัศน์อาจนำมาจากตำรา สมุดจด คำบรรยาย คำอธิบายก่อนการปฏิบัติ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุมโนทัศน์ที่

สำคัญ โดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วลอกมโนทัศน์เหล่านั้นลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อความสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ

นำมโนทัศน์ที่สำคัญซึ่งได้เขียนลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม

นำมโนทัศน์มาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อ คือ

1. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ในระดับเดียวกัน
2. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 จัดระบบ

เมื่อจัดระบบมโนทัศน์ที่สำคัญแล้ว นำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหามโนทัศน์อื่น ๆ มาเพิ่มได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน

เมื่อจัดระบบมโนทัศน์ที่สำคัญแล้วนำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันโดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน และมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้นและเมื่อใส่คำเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านได้เป็นประโยค เส้นที่เชื่อมโยงอาจเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ที่ต่างกัน

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 53) กล่าวว่า ครูควรฝึกให้นักเรียนสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์พื้นฐานและสามารถฝึกใช้ประโยชน์จากแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนรู้ ทำความเข้าใจพร้อมกับฝึกทักษะการคิดที่หลากหลายเชื่อมโยง ซึ่งมีแนวทางการสร้างแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. เขียนชื่อเรื่องที่จะเรียนรู้ตรงกลางหน้ากระดาษ แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบคำนั้น
2. จากชื่อเรื่องในวงกลมลากเส้นตรงออกจากวงกลมโดยรอบ เขียนหัวเรื่องย่อยบนเส้นหรือใต้เส้นจากชื่อเรื่องในวงกลม
3. ลากเส้นต่อจากเรื่องย่อยแต่ละเรื่องกำกับด้วยคำเชื่อมโยงบนเส้น
4. สำหรับข้อเท็จจริงแต่ละประเด็นอาจแยกย่อยและโยงเส้นย่อยได้อีก

แอดซิท (Adsit 2002, อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 54) เสนอขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. เขียนคำสำคัญหรือมโนทัศน์ไว้เป็นหัวเรื่อง
2. ระบุมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง

3. เริ่มต้นเขียนแผนผังมโนทัศน์ มโนทัศน์หลักจะอยู่ในวงกลมบนสุด วางมโนทัศน์รองไว้ใต้มโนทัศน์หลัก และวางตำแหน่งมโนทัศน์เฉพาะไว้ด้านล่างสุด

4. ลากเส้นระหว่างความสัมพันธ์ของมโนทัศน์

5. อธิบายเส้นด้วยคำเชื่อมที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

6. พิจารณาทบทวนและแก้ไขมโนทัศน์ให้ถูกต้อง

สรุปได้ว่าการสร้างแผนผังมโนทัศน์ ครูต้องฝึกให้นักเรียนทำความเข้าใจและใช้กระบวนการคิดเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างตามลำดับดังนี้

1. ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ

2. จัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์

3. กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

4. เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

5. ตรวจสอบแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

ประเภทของแผนผังมโนทัศน์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2548 : 49-52) ได้กล่าวถึงแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นผังกราฟิกชนิดหนึ่งที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูลหรือสาระสำคัญของข้อมูล มีหลายชนิด หลายรูปแบบ สามารถแยกตามจุดประสงค์ในการนำเสนอข้อมูลได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล หรือสาระสำคัญของข้อมูล เช่น ผังความคิด (Mind Mapping) แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เป็นต้น

2. แผนผังมโนทัศน์ที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล เช่น เวนน์ ไดอะแกรม (Venn Diagram) ผังที-ชาร์ท (T-Chart) แผนภูมิแท่ง แผนภูมิตาราง เป็นต้น

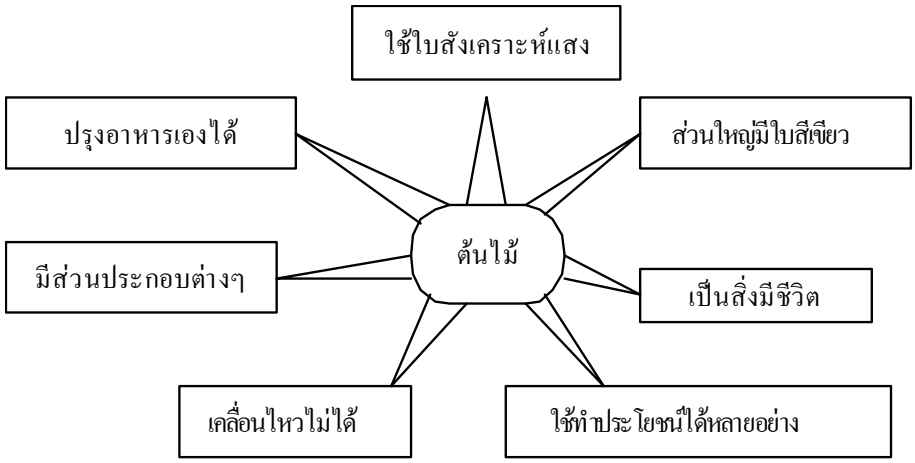
3. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลกัน เช่น ผังก้างปลา (Fishbone Map) ผังใยแมงมุม (Spider Web) เป็นต้น

4. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการเรียงลำดับข้อมูล เหตุการณ์ หรือขั้นตอนต่าง ๆ เช่น ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) ผังวัฏจักร (Circle Map) ผังขั้นบันได (Ranking Ladder) ผังแบบต่อเนื่อง (Spectrum) เป็นต้น

5. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลหรือหมวดหมู่ของความคิด เช่น แผนภูมิกง (Pie Chart) ผังมองต่างมุม (Thinking at Right Angles) แผนภูมิเป้าหมาย (Target) เป็นต้น

แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล

ผังความคิด (Mind Mapping) เป็นผังแสดงโครงสร้างสาระความคิดต่าง ๆ ในภาพรวม ซึ่งเป็นภาพกว้าง มักใช้สัญลักษณ์ รูปทรงเรขาคณิต เพื่อจำแนกหรือจัดเรียงลำดับความสำคัญของสาระหรือข้อมูล จะลากเส้นในลักษณะต่าง ๆ ทั้งที่เป็นเส้นตรง เส้นโค้ง ทั้งที่มีลูกศรกำกับหรือไม่มีก็ได้ เพื่อแสดงการเชื่อมโยงของข้อมูลและความคิดต่าง ๆ โดยจะมีคำเชื่อมหรือไม่มีก็ได้ การแสดงตัวแทนความหมายของความคิดนั้น อาจแสดงด้วยข้อความที่เป็นวลี คำ ประโยค หรือภาพสัญลักษณ์ก็ได้ ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 ตัวอย่างแผนที่ความคิดเรื่องต้นไม้
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 50.

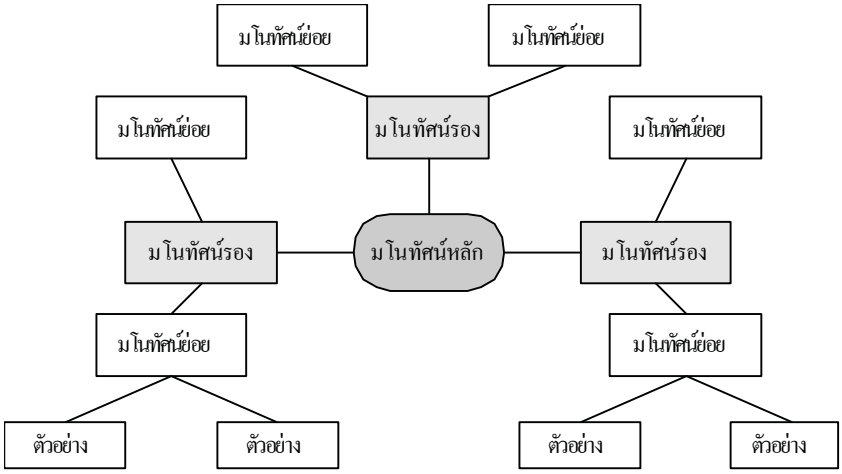
แผนผังมโนทัศน์นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการศึกษา ซึ่งแสดงความคิดของเรื่องราวต่าง ๆ โดยการจัดหมวดหมู่ตามลำดับความสำคัญของข้อมูล โดยแยกเป็นมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อย รวมไปถึงตัวอย่าง ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ละมโนทัศน์จะมีรูปทรงเรขาคณิตล้อมรอบ โดยมีมโนทัศน์หลักอยู่ตรงกลางหรือบนสุด มโนทัศน์รองจะอยู่ถัดไป และวงนอกสุดจะเป็นมโนทัศน์ย่อย แต่ละมโนทัศน์จะมีเส้นต่างๆ แสดงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของข้อมูล โดยจะมีคำเชื่อมกำกับหรือไม่มีก็ได้ โดยปกติจะไม่นิยมใช้ลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เพราะอาจทำให้สับสนได้ เนื่องจากแผนผังมโนทัศน์ได้แสดงลำดับขั้นก่อนหลังไว้แล้ว การสร้างแผนผังมโนทัศน์ควรเขียนซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อปรับปรุง

แผนผังให้ประณีต ชัดเจน กะทัดรัด มีการปรับปรุง ฝึกฝนตนเองโดยการทำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาข้อบกพร่องในการทำแผนผังมโนทัศน์

ขั้นตอนในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เขียนคำหลัก หรือชื่อเรื่อง เขียนคำที่เป็นมโนทัศน์ต่าง ๆ ไว้เป็นรายการทั้งหมด
2. จัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์
3. กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์
4. เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้คำเชื่อม

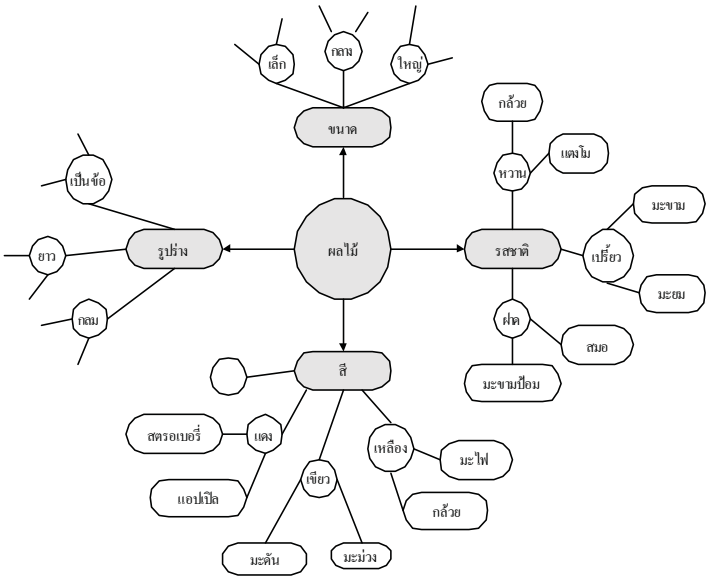
ตัวอย่างรายละเอียดตามแผนภูมิที่ 5



แผนภูมิที่ 5 ตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 51.

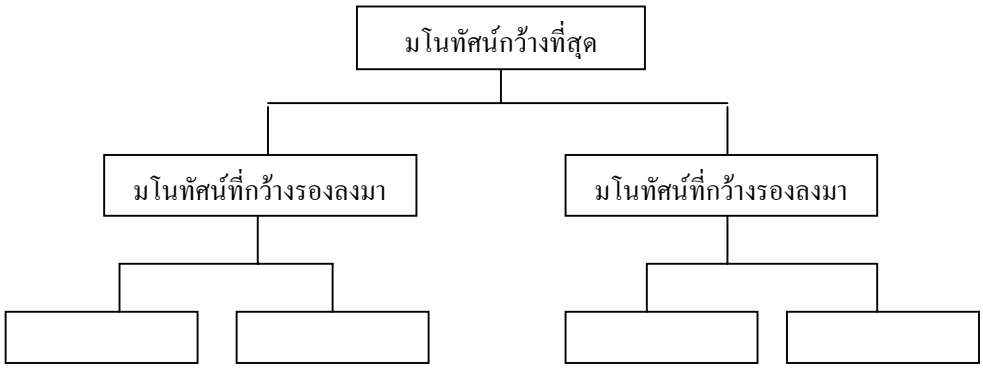
ตัวอย่างรายละเอียดผังความคิดรวบยอด เรื่องผลไม้ ดังแผนภูมิที่ 7



แผนภูมิที่ 6 ผังความคิดรวบยอด เรื่อง ผลไม้

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 52.

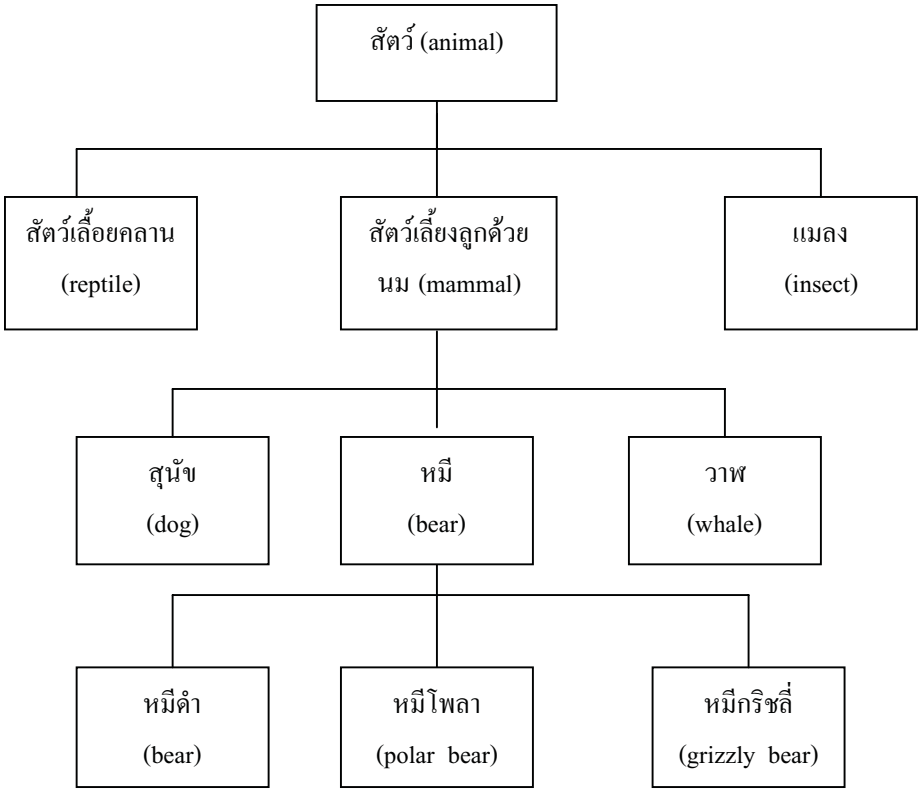
ทิศนา แขมณี (2548 : 393) กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์ เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง รายละเอียดดังแผนภูมิที่ 7



แผนภูมิที่ 7 แผนผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์

ที่มา : ทิศนา แขมมณี , ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548), 373.

ตัวอย่างผังโมโนทัศน์เรื่องสัตว์ ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 8



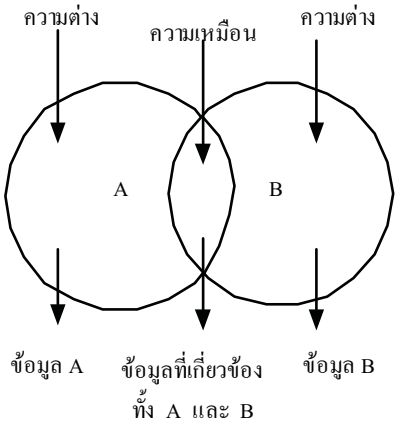
แผนภูมิที่ 8 ตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์

ที่มา : ทิศนา แขมมณี , ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548), 373.

แผนผังมโนทัศน์ที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล

แผนผังมโนทัศน์ที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล เป็นผังที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลหรือความคิด มีดังนี้

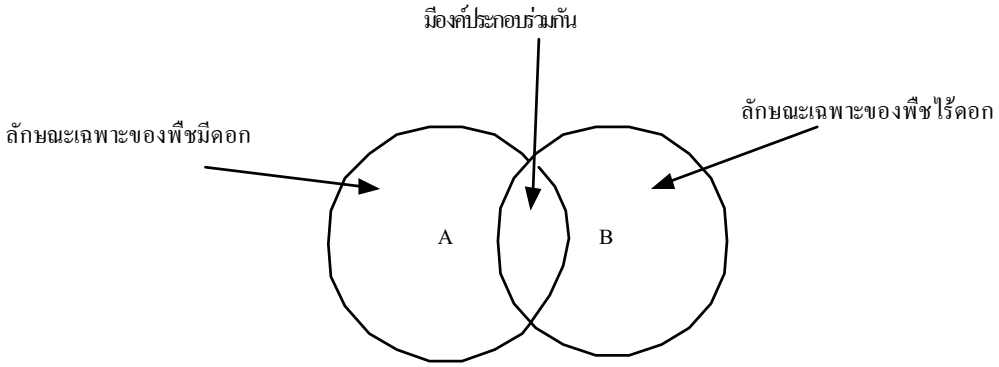
1. เวนน์ ไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลอย่างน้อย 2 สิ่ง เพื่อเปรียบเทียบว่าข้อมูลมีความเหมือนและมีความต่างกันอย่างไร เพื่อหาจุดต่างและจุดร่วมของสิ่งต่าง ๆ ลักษณะของผังจะเป็นวงกลม 2 วง กล่าวคือ มีส่วนหนึ่งของวงกลมที่ทับซ้อนกัน ส่วนที่ทับซ้อนกันของวงกลมนี้ให้เป็นตัวแทนของความคิดหรือข้อมูลที่เหมือนกัน และส่วนที่เหลือของวงกลมซึ่งไม่ได้ทับซ้อนกันนั้น คือ ส่วนที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกัน ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 9



แผนภูมิที่ 9 เวนน์ ไดอะแกรม

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 54.

ตัวอย่างเวนน์ ไดอะแกรม เรื่องพืชมีดอกกับพืชไร้ดอก ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 10



แผนภูมิที่ 10 เวนน์ไดอะแกรมเรื่องพืชดอก

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 54.

2. ผังที-ชาร์ท (T-Chart) เป็นผังที่แยกข้อมูลหรือความคิดออกเป็น 2 ส่วน โดยมีจุดประสงค์เพื่อแสดงความแตกต่างของความคิดหรือข้อมูลที่ศึกษาทั้ง 2 ด้าน แสดงมุมมองของความคิดทั้ง 2 ด้าน และแสดงเหตุผลของความคิดหรือความจริงที่เป็นอยู่ รายละเอียดดังตารางที่ 10 -12

ตารางที่ 10 ตัวอย่างตารางแสดงเหตุผลของความคิด

คิดด้านใดด้านหนึ่ง	ความคิดที่ต่างออกไป

ตารางที่ 11 ผังที-ชาร์ท เรื่องขุนช้าง

ลักษณะที่ดีของขุนช้าง	ลักษณะที่ไม่ดีของขุนช้าง
1. ซื่อสัตย์	1. กริยาไม่ดี น่ารังเกียจ
2. รักเดียวใจเดียว	2. รูปชั่ว หัวล้าน
3. ฐานะร่ำรวย	3. เอาแต่ใจตัวเอง
4. เปิดเผย	4. เห็นแก่ตัว ใจแคบ

ตารางที่ 12 ผังที-ชาร์ท เปรียบเทียบตัวละครเรื่องขุนช้างขุนแผน

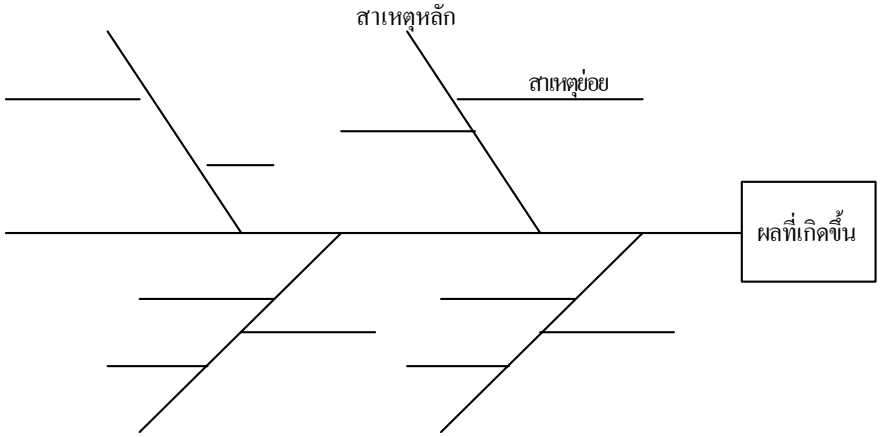
ขุนช้าง	ขุนแผน
1. รูปชั่ว หัวล้าน	1. รูปงาม
2. รักเดียว ใจเดียว	2. เจ้าชู้

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 55.

แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลกัน

1. ผังก้างปลา (Fishbone Map) เป็นผังที่แสดงข้อมูลที่เป็นผลหรือปัญหาที่เกิดขึ้นและจะแสดงให้เห็นถึงความคิดและการวิเคราะห์ แยกย่อย เพื่อหาสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดผล

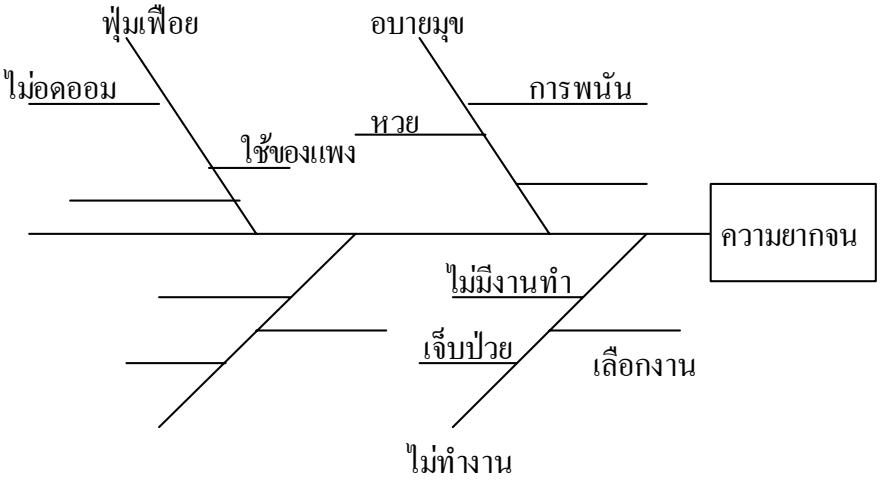
หรือปัญหานั้น ๆ ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยของปัญหาต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น ๆ ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 11



แผนภูมิที่ 11 ผังก้างปลา

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 56.

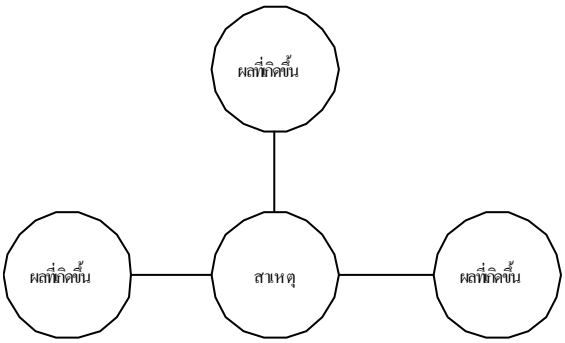
ตัวอย่างผังก้างปลา เรื่องสาเหตุของความยากจน ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 12



แผนภูมิที่ 12 ผังก้างปลา เรื่องสาเหตุของความยากจน

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 56.

2. ผังใยแมงมุม (Spider Web) มีลักษณะเหมือนแผนผังมโนทัศน์ แต่ต่างกันที่แผนผังมโนทัศน์จะแสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล ส่วนผังใยแมงมุมจะแสดงถึงสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลตามมาของสิ่งอื่น ๆ ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 13



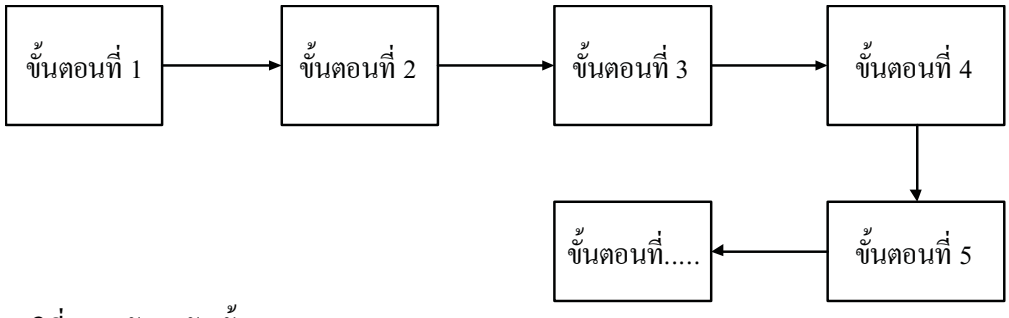
แผนภูมิที่ 13 ผังใยแมงมุม
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 57.

ตัวอย่างผังใยแมงมุมเรื่อง การใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 7 ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 14

แผนภูมิที่ 14 ผังใยแมงมุมเรื่อง การใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 7
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 57.

แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการเรียงลำดับข้อมูล เหตุการณ์ หรือขั้นตอนต่าง ๆ

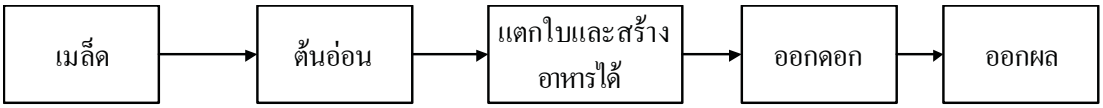
1. ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 15



แผนภูมิที่ 15 ผังลำดับขั้นตอน

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 58.

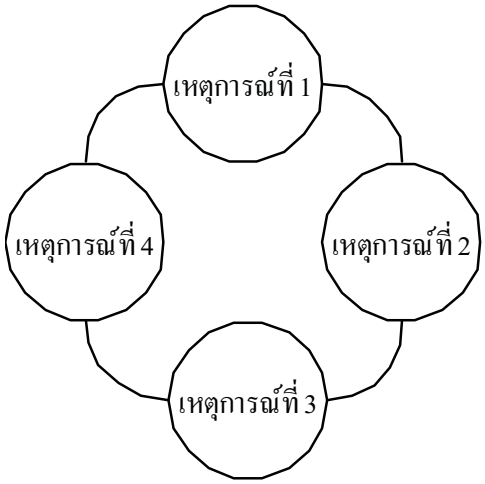
ตัวอย่างผังลำดับขั้นตอนเรื่อง การเจริญเติบโตของพืช ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 16



แผนภูมิที่ 16 ผังลำดับขั้นตอนเรื่อง การเจริญเติบโตของพืช

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 58.

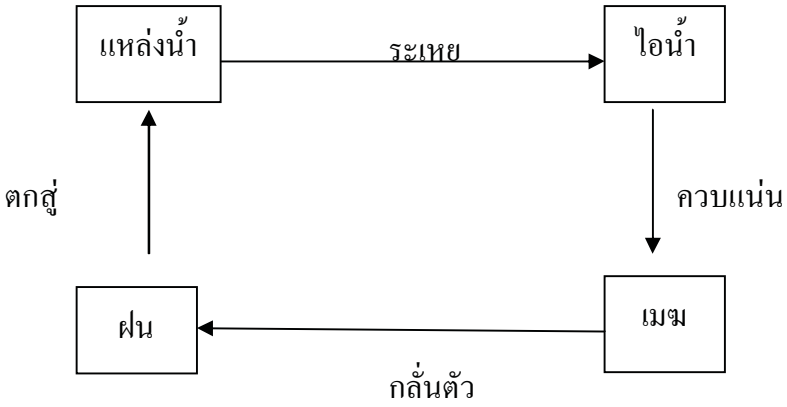
2. ผังวัฏจักร (Circle Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม ซึ่งเป็นวัฏจักรของสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่มีจุดเริ่มต้นและไม่มีจุดสิ้นสุดที่แน่นอน



แผนภูมิที่ 17 ผังวัฏจักร

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 59.

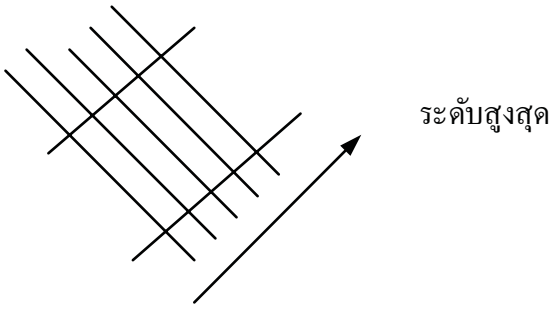
ตัวอย่างผังวัฏจักรของน้ำ ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 18



แผนภูมิที่ 18 ผังวัฏจักรของน้ำ

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 59.

3. ผังขั้นบันได (Ranking Ladder) เป็นผังที่ใช้แสดงข้อมูลเพื่อเรียงลำดับของสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่บอกลักษณะความมาก – น้อย ใหญ่ – เล็ก สูง-ต่ำ ยาก-ง่าย ใกล้-ไกล เป็นต้น ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 19

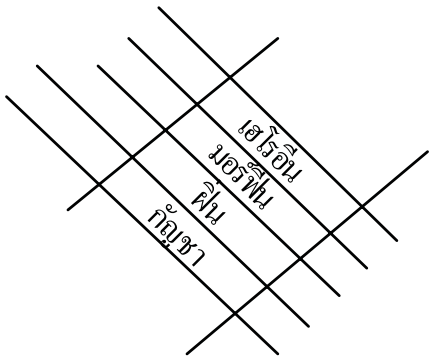


แผนภูมิที่ 19 ผังขั้นบันได

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 60.

ตัวอย่างผังขั้นบันได เรื่องสารเสพติด ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 20

"จงระบุความรุนแรงของสารเสพติด"



แผนภูมิที่ 20 ผังระบุความรุนแรงของสารเสพติด

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 60.

4. ผังแบบต่อเนื่อง (Spectrum) เป็นผังที่แสดงความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ทั้งบุคคล สถานที่ เหตุการณ์ และสถานการณ์หลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านบวกและลบ ส่วนที่ดีและส่วนที่ไม่ดี เพื่อแสดงมุมมองรอบด้าน ไม่ให้มองอะไรเพียงด้านเดียว ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 21

	ความคิด 1	ความคิด 2	ความคิด 3	ความคิดด้านบวก
	ความคิด 1	ความคิด 2	ความคิด 3	ความคิดด้านลบ

แผนภูมิที่ 21 ผังแบบต่อเนื่อง
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 60.

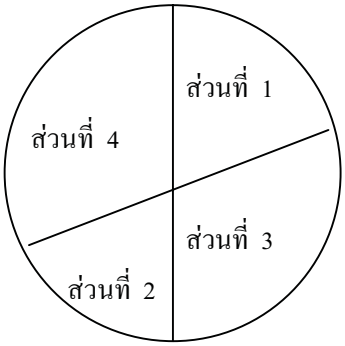
ตัวอย่างผังแบบต่อเนื่อง เรื่องการเปิดบ่อนกาสิโนในประเทศไทย ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 22 “ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการเปิดบ่อนกาสิโนในประเทศไทย”

ประเทศมีรายได้	นักท่องเที่ยวมากขึ้น	ประชาชนมีงานทำ	เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้น	ความคิดด้านบวก
ครอบครัวแตกแยก	เป็นแหล่งอบายมุข	มีปัญหาสังคม	เกิดปัญหาอาชญากรรม	ความคิดด้านลบ

แผนภูมิที่ 22 ผังต่อเนื่องความคิดเห็นต่อการเปิดบ่อนกาสิโนในประเทศไทย
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 61.

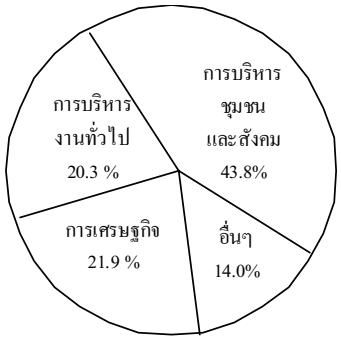
แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลหรือหมวดหมู่ของความคิด

1. แผนภูมิกง (Pie Chart) เป็นผังกราฟิกที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลโดยการจัดหมวดหมู่ หรือจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ หรือเซตย่อย ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 23



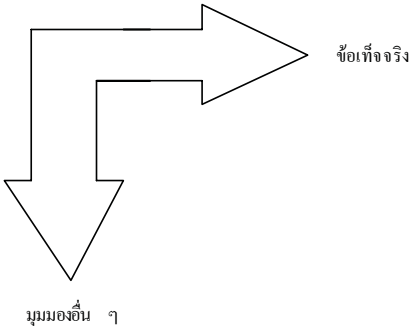
แผนภูมิที่ 23 แผนภูมิกง
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 61.

ตัวอย่างแผนภูมิเรื่องการเปรียบเทียบงบประมาณรายรับ จำแนกตามลักษณะงาน พ.ศ. 2543 ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 24



แผนภูมิที่ 24 แผนภูมิเปรียบเทียบงบประมาณรายรับ จำแนกตามลักษณะงาน
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 61.

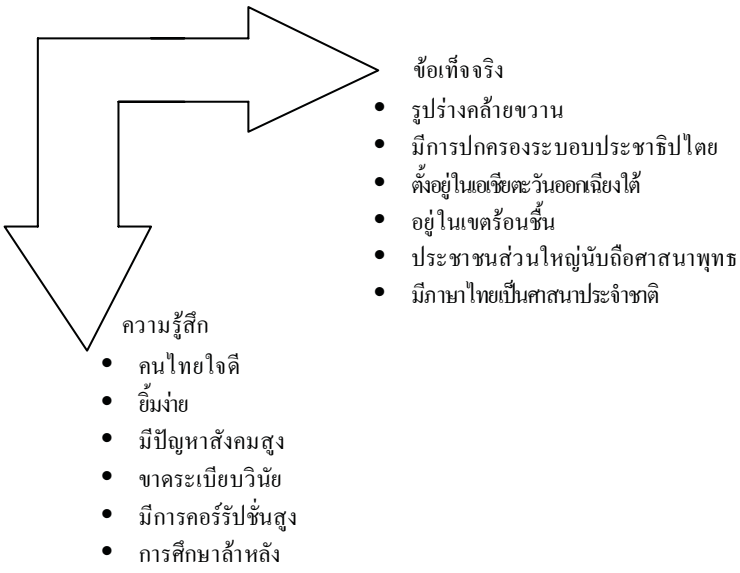
2. ผังมองต่างมุม (Thinking at Right Angles) บางครั้งเรียกว่า TARA เป็นการนำเอาตัวอักษรตัวแรกของคำว่า Thinking at Right Angles มาเขียนเป็นคำใหม่ ผังนี้มีลักษณะเป็นเส้น 2 เส้นที่ชนกันเป็นรูปมุมฉาก ตรงปลายเส้นทั้ง 2 มีลูกศร เพื่อแสดงความคิดที่แตกต่างกันออกไป ปลายลูกศรเส้นหนึ่งจะหมายถึง ข้อมูลที่เป็นจริง ซึ่งเป็นข้อมูลจากเนื้อหาสาระที่เป็นที่ยอมรับหรือรับรู้กันทั่วไป แต่ปลายลูกศรอีกเส้นหนึ่งจะหมายถึง ข้อมูลที่นักเรียนจะต้องคิดให้แตกต่างออกไป ไม่ให้เหมือนเดิม คิดในอีกมุมมองหนึ่ง หรืออาจแยกเป็นข้อเท็จจริงกับความรู้สึกที่แตกต่างไปจากข้อเท็จจริงที่มี ผังมองต่างมุมนี้จะฝึกให้ผู้เรียนคิดได้หลาย ๆ แง่มุม ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 25



แผนภูมิที่ 25 ผังมองต่างมุม

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 62.

ตัวอย่างผังมองต่างมุม เรื่อง ประเทศไทย ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 26

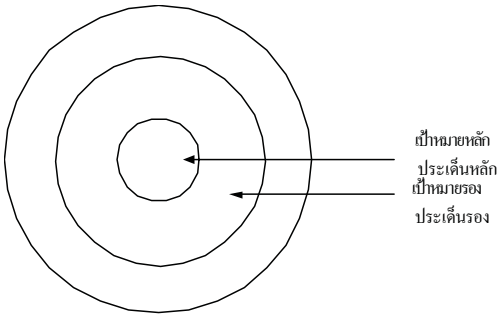


แผนภูมิที่ 26 ผังมองต่างมุมเรื่องประเทศไทย

ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 63.

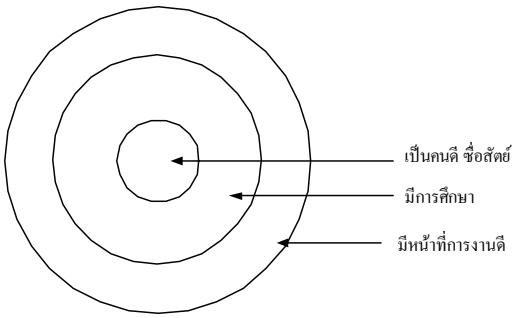
3. แผนภูมิเป้าหมาย (Target) เป็นผังที่จำแนกความคิดหรือจำแนกข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ โดยจำแนกเป็นเป้าหมายหลักกับเป้าหมายรอง หรือกำหนดสิ่งที่เป็นคุณค่าแท้กับคุณค่าเทียมของสิ่งต่าง ๆ สิ่งที่เป็นประโยชน์หลักกับประโยชน์รอง หรือสิ่งที่ดีที่สุดและสิ่งที่รองลงมา

เป็นแผนภูมิที่จะทำให้นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นสำคัญของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 27



แผนภูมิที่ 27 แผนภูมิเป้าหมาย
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 63.

ตัวอย่างแผนภูมิเป้าหมายบุคคลที่ควรแก่การเคารพยกย่อง ควรมีคุณลักษณะอย่างไร ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 28



แผนภูมิที่ 28 แผนภูมิเป้าหมายบุคคลที่ควรแก่การเคารพยกย่อง
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545), 64.

จากการศึกษาประเภทของแผนผังมโนทัศน์ของผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูลหรือสาระสำคัญของข้อมูลดังกล่าวมาแล้ว พบว่าแผนผังมโนทัศน์มีหลายชนิด หลายรูปแบบ สามารถแยกตามจุดประสงค์ในการนำเสนอข้อมูล สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล หรือสาระสำคัญของข้อมูล ได้แก่ ผังความคิด (Mind Mapping) และแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

การสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์

การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้น ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์และสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้หลังจากที่สิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง เพื่อฝึกกระบวนการคิดที่หลากหลายเชื่อมโยง ซึ่งนักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

โนแวดและโกวิน (Novak and Gowin 1991 37-40 ,อ้างถึงใน มหิศร นันตโลหิต 2550 : 54-56) เสนอการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กิจกรรมการเตรียมตัวเพื่อสร้างแผนผังมโนทัศน์

1.1 ให้ชุดของคำที่นักเรียนคุ้นเคย 2 ชุด โดยเขียนบนกระดาษหรือเครื่องฉายข้ามศีรษะ คำชุดหนึ่งเป็นวัตถุ เช่น รถยนต์ สุนัข เก้าอี้ ต้นไม้ เมฆ ฯลฯ คำอีกชุดหนึ่งเป็นเหตุการณ์ เช่น ฝนตก การเล่น การคิด ฟ้าร้อง งานวันเกิด ฯลฯ แล้วให้นักเรียนบอกความแตกต่างของคำทั้ง 2 ชุด ครูพยายามช่วยให้นักเรียนบอกได้ว่าคำชุดแรกเป็นวัตถุ คำชุดที่ 2 เป็นเหตุการณ์

1.2 ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่คิดเมื่อได้ยินคำต่าง ๆ เช่น รถยนต์ สุนัข ครู อธิบายให้เห็นว่าแม้จะใช้คำเดียวกันแต่ละคนก็คิดสิ่งที่แตกต่างกันบ้าง ภาพที่เกิดขึ้นในสมองสำหรับคำเหล่านี้เรียกว่ามโนทัศน์ แล้วอธิบายความหมายของมโนทัศน์

1.3 ทำกิจกรรมเช่นเดียวกับข้อ 1.2 แต่ใช้ชุดของคำที่เป็นเหตุการณ์ และชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นในสมอง ครูเพิ่มคำว่า การที่คนเราเข้าใจไม่ตรงกันเป็นเพราะว่าแต่ละคนมีมโนทัศน์ที่ไม่เหมือนกันแม้ว่าจะเป็นมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกัน คำเป็นสิ่งที่บอกมโนทัศน์ แต่คนเราได้รับความหมายของคำแต่ละคำแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดมโนทัศน์แตกต่างกัน

1.4 ครูเขียนคำว่า เป็น ที่ไหน คือ นั่น แล้ว ด้วย ไว้บนกระดานแล้วถามนักเรียนว่าเกิดภาพอะไรขึ้นในใจ เมื่อได้ยินคำเหล่านี้ คำเหล่านี้ไม่ใช่คำให้เกิดมโนทัศน์ เราเรียกว่าคำเชื่อม จะใช้คำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ เพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย

1.5 ครูอธิบายว่า วิสามายนาม ไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ แต่เป็นเพียงชื่อเฉพาะของคน เหตุการณ์ สถานที่ หรือวัตถุ ยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างคำสามัญที่แสดงเหตุการณ์หรือวัตถุ กับคำวิสามายนามซึ่งเป็นคำเฉพาะ เช่น ชื่อคน

1.6 ครูยกตัวอย่างมโนทัศน์ 2 มโนทัศน์ และเชื่อมคำ แล้วสร้างประโยคสั้น ๆ บนกระดานเพื่ออธิบายให้เห็นว่าคำมโนทัศน์รวมกับคำเชื่อมตามที่เราใช้กันนั้นสามารถสื่อความหมายได้อย่างไร เช่น สุนัขกำลังวิ่งอยู่ มีเมฆและฟ้าร้อง

1.7 ให้นักเรียนแต่งประโยคสั้น ๆ แล้วบอกว่าคำใดเป็นคำมโนทัศน์และคำใดเป็นคำเชื่อม

1.8 ถ้ามีนักเรียนต่างภาษาอยู่ในชั้น ก็ให้นักเรียนคนนั้นบอกคำที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์เป็นภาษาของเขา แล้วบอกให้นักเรียนในชั้นทราบว่าภาษาไม่ใช้บอกมโนทัศน์ แต่เป็นเครื่องหมายที่ใช้สำหรับมโนภาพนั้น ๆ

1.9 ให้ใช้คำเชื่อมที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย เช่น ห่าม โหม คร่า คำเหล่านี้ใช้แทนมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่แล้ว แต่มีความหมายพิเศษ ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความหมายของมโนทัศน์ไม่เคร่งครัดและไม่ตายตัว แต่สามารถขยายตัวและเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเราเรียนมากขึ้น

1.10 เลือกเนื้อหาตอนที่มีสาระชัดเจนในตอนใดตอนหนึ่ง แล้วทำสำเนาแจกให้นักเรียนอ่านแล้วบอกมโนทัศน์ที่สำคัญ

ขั้นที่ 2 กิจกรรมสร้างมโนทัศน์

2.1 เลือกข้อความจากตำราเรียนหรือสิ่งพิมพ์อื่น 1-2 ย่อหน้า ให้นักเรียนอ่านแล้วเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายของบทอ่าน แล้วนำมโนทัศน์เหล่านั้นเขียนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่ามโนทัศน์ใดสำคัญที่สุด มโนทัศน์ใดมีความหมายกว้างที่สุด

2.2 เขียนมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้บนกระดาน แล้วเรียงลำดับมโนทัศน์ จากมโนทัศน์กว้างไปสู่มโนทัศน์แคบ ซึ่งนักเรียนอาจเรียงลำดับไม่ตรงกัน แสดงให้เห็นว่าความหมายจากบทอ่านอาจเป็นไปได้ต่าง ๆ กันไป

2.3 ให้นักเรียนเริ่มสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยใช้ชุดของคำที่เรียงลำดับไว้ก่อนและเลือกคำที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ วิธีที่จะฝึกให้นักเรียนให้สร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีคือ เขียนคำเชื่อมและมโนทัศน์ลงในกระดาษสี่เหลี่ยมแล้วนำมาทดลองจัดแผนผังมโนทัศน์จนกระทั่งได้ผังที่เหมาะสม

2.4 พิจารณาคำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ตอนใดตอนหนึ่งของผัง ให้นักเรียนช่วยกันเลือกคำเชื่อมสำหรับเส้นโยง

2.5 แผนผังมโนทัศน์ที่เขียนขึ้นครั้งแรกอาจไม่เหมาะสมนัก ควรสร้างใหม่และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า บางครั้งต้องสร้างใหม่ 2-3 ครั้ง จึงได้มโนทัศน์ที่ดี

2.6 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ แล้วให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น ชี้ให้เห็นถึงโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงซึ่งอาจช่วยให้ความหมายดีขึ้น

2.7 ให้นักเรียนเลือกเนื้อหาตอนใดตอนหนึ่งของหนังสือเรียน แล้วดำเนินตามขั้นตอนที่ 2.1-2.6 อีกครั้งหนึ่งด้วยตนเอง หรือเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน

2.8 แสดงแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นต่อชั้นเรียนโดยเขียนบนกระดานดำ หรือใช้เครื่องฉายข้ามศีรษะ ให้ผู้สร้างผังอ่านให้นักเรียนในชั้นเข้าใจให้ชัดเจน

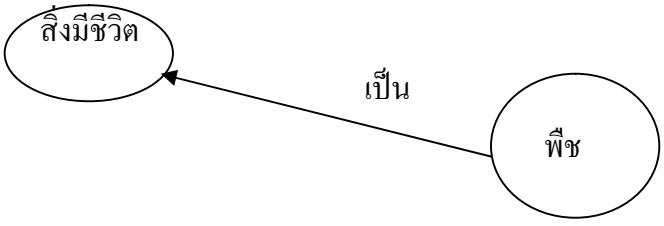
2.9 ให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์สำหรับแนวคิดที่สำคัญ ๆ ในเรื่องที่นักเรียนสนใจ นำมาติดไว้ในห้องและสนับสนุนให้มีการอภิปรายกันอย่างไม่เป็นทางการ

2.10 รวบรวมคำถามเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์ ในบททดสอบต่อไปเพื่อแสดงให้ชัดเจนว่าการสร้างมโนทัศน์เป็นวิธีการประเมินที่เที่ยงตรง ซึ่งต้องใช้ความคิดอย่างหนักและใช้เป็นเครื่องแสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาวิชาได้

นอกจากนั้น แอดซิท (Adsit 2002, อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 54-55) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้คือ

1. เขียนคำสำคัญ หรือมโนทัศน์ ไว้เป็นหัวเรื่อง
2. ระบุมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง
3. เริ่มต้นเขียนแผนผังมโนทัศน์ มโนทัศน์หลักจะเขียนอยู่ในวงกลมบนสุด วางมโนทัศน์รองไว้ใต้มโนทัศน์หลัก และวางตำแหน่งมโนทัศน์เฉพาะไว้ด้านล่างสุด
4. ลากเส้นระหว่างความสัมพันธ์ของมโนทัศน์
5. อธิบายด้วยเส้นคำเชื่อมที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วยกัน
6. พิจารณาทบทวนและแก้ไขมโนทัศน์ให้ถูกต้อง

แผนผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์จะประกอบด้วย หัวเรื่องสำคัญ 1 เรื่อง ที่ประกอบด้วยเรื่องย่อย ๆ แยกออกโดยรอบหัวเรื่องหลัก ซึ่งแผนผังมโนทัศน์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยจุดศูนย์กลางและเส้นโยง และคำที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างคำหรือความคิดรวบยอด ดังตัวอย่างจากแผนภูมิเรื่องพืชเป็นสิ่งมีชีวิต แสดงรายละเอียดดังแผนภูมิที่ 29

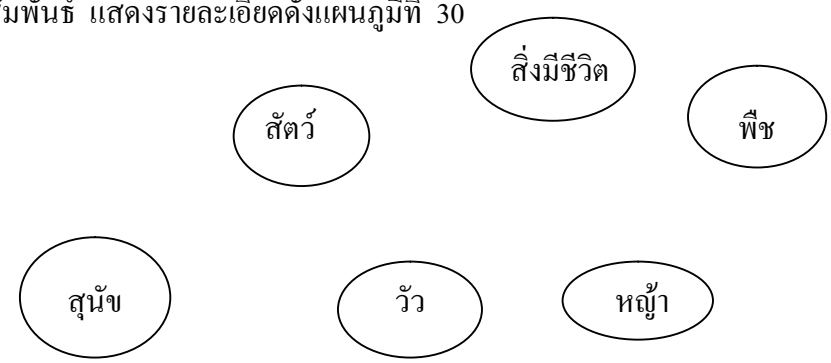


แผนภูมิที่ 29 แผนผังเรื่องพืชเป็นสิ่งมีชีวิต

ที่มา : วัชรา เล่าเรียนดี , รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2552), 63.

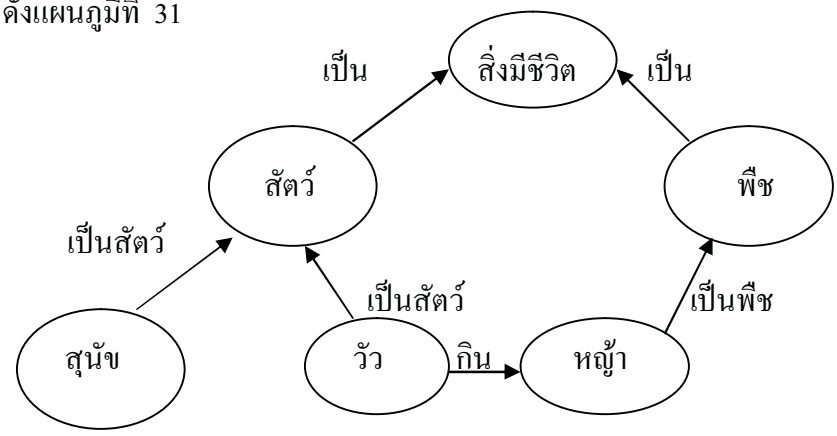
ดังนั้นการสร้างแผนผังมโนทัศน์จะช่วยให้รวบรวมสาระความรู้ ข้อมูลที่มีอยู่ หรือที่เรียนรู้ไปแล้วและทำให้เข้าใจความรู้ใหม่ แผนผังมโนทัศน์ช่วยให้การพัฒนาความคิดโดยเฉพาะในขณะที่ร่วมกันแก้ปัญหา ในขณะแก้ปัญหาตามขั้นตอน และเมื่อสิ้นสุดการแก้ปัญหา

ตัวอย่างต่อไปนี้ ครูสามารถฝึกให้นักเรียนใช้ความคิดเชื่อมโยงคำต่าง ๆ ต่อไปนี้ ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจและความคิดอย่างมีเหตุผล ฝึกให้นักเรียนลากเส้นเชื่อมโยงจุดต่าง ๆ พร้อมกับเขียนคำระบุความสัมพันธ์ การฝึกใช้คำต่าง ๆ โดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ แสดงรายละเอียดดังแผนภูมิที่ 30



แผนภูมิที่ 30 องค์ประกอบต่าง ๆ ของความคิดรวบยอด
ที่มา : วัชรา เล่าเรียนดี, รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2552), 63.

การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดหลักและความคิดรวบยอด ซึ่งการทำแผนผังจะซับซ้อนยิ่งขึ้น ต่อเนื่องได้มากขึ้นตามความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการคิด รายละเอียดดังแผนภูมิที่ 31



แผนภูมิที่ 31 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดหลักและความคิดรวบยอด
ที่มา : วัชรา เล่าเรียนดี, รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2552.), 64.

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 76-79) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 นิยามคำถามและทำความเข้าใจให้ชัดเจนกับคำถาม ประเด็น หรือปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนสามารถดำเนินการได้ในเวลาที่กำหนดหรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน แนะนำแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหาหรือคำถาม การกำหนดสมมติฐานจะช่วยให้แนวทางในการสืบเสาะหาความรู้หรือคำตอบ

ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูลและจัดการดำเนินการเก็บข้อมูล การระบุแหล่งข้อมูลและเก็บข้อมูลเป็นเรื่องสำคัญในขั้นนี้นักเรียนอาจจะเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่เรียน ประเมินคุณค่าของข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลระดับต่าง ๆ จัดดำเนินการแปลความหมายข้อมูล จำแนกหรือจัดกลุ่มข้อมูล และนำเสนอ

ขั้นที่ 4 การประเมินผลข้อมูล การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล ในขั้นนี้จะใช้หลักฐานและข้อมูลที่ปรากฏเป็นพื้นฐานในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา หรือคำตอบอาจมีการให้อธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 การสรุปผล การอ้างอิงและการสรุปหลักการทั่ว ๆ ไป โดยพิจารณาว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ยอมรับหรือไม่ยอมรับ คำตอบของคำถามคืออะไร ได้ข้อสรุปอะไรบ้างจากการสืบเสาะหาความรู้หรือคำตอบของปัญหา มีคำถามอะไรเพิ่มเติมบ้างจากสาระความรู้และการวิเคราะห์

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford 1972 : 112-113, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 514-515) ได้แบ่งขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ขั้นตอน (3 Phases of Inquiry) เรียงตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Exploration)

ขั้นที่ 2 การสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention)

ขั้นที่ 3 การขยายความรู้จากที่ได้ค้นพบ (Discovery)

คัสแลนและสโตน (Kuslan and Stone, อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531 : 548) ได้วิเคราะห์ถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 การอภิปรายก่อนการทดลอง

ขั้นที่ 3 การทำการทดลอง

ขั้นที่ 4 การอภิปรายหลังการทดลอง

ขั้นที่ 5 การขยายความรู้และนำความรู้ไปใช้

กระทรวงศึกษาธิการยังได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กำหนดไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ 2546 : 219 – 220) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว จึงวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง สร้างตาราง ฯลฯ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียน มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องต่าง ๆ

วิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์

วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 52-53) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์มีดังนี้

1. เขียนชื่อเรื่องที่จะเรียนรู้ตรงกลางหน้ากระดาษ แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบคำนั้น

2. ลากเส้นตรงออกจากวงกลมโดยรอบ เขียนหัวเรื่องย่อยบนเส้นหรือใต้เส้นจากชื่อเรื่องในวงกลม

3. ลากเส้นต่อจากเรื่องย่อยแต่ละเรื่องกำกับด้วยคำเชื่อมโยงบนเส้น

4. ข้อเท็จจริงแต่ละประเด็นอาจแยกย่อยและโยงเส้นย่อยได้อีก

แอดซิท (Adsit 2002, อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี 2549 : 54) เสนอขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. เขียนคำสำคัญหรือมโนทัศน์ไว้เป็นหัวเรื่อง

2. ระบุมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง

3. เริ่มต้นเขียนมโนทัศน์หลักอยู่ในวงกลมบนสุด วางมโนทัศน์รองไว้ใต้มโนทัศน์หลักและวางมโนทัศน์เฉพาะไว้ด้านล่างสุด

4. ลากเส้นระหว่างความสัมพันธ์ของมโนทัศน์

5. อธิบายเส้นด้วยคำเชื่อมที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

6. พิจารณาทบทวนและแก้ไขมโนทัศน์ให้ถูกต้อง

โนแวค (Novak 1984 : 17) และ อัลท์ (Ault 1985 : 41) ได้แนะนำขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. เลือก

2. จัดลำดับ

3. จัดกลุ่ม

4. จัดระบบ

5. เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์ร่วมกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี วิธีดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักการศึกษา กำหนดเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยใช้คำถาม ประเด็น หรือปัญหา ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนคิด เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถดำเนินการในเวลาที่กำหนดหรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการแนะนำแนวทางแก้ปัญหาหรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา ออกแบบการทดลอง หรืออกแบบการค้นคว้าข้อมูล แนะนำแนวทางแก้ปัญหาหรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ และนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยครูมีหน้าที่ส่งเสริม ให้คำปรึกษา ชี้แนะหรืออำนวยความสะดวก

4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ เป็นการอภิปรายผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือจากการสืบค้นข้อมูล

5. ขั้นสร้างข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล แล้วลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์เพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ จัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม แล้วปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนทัศน์ให้เหมาะสมที่สุดในการสรุปบทเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ไว้ด้วยกัน ดังที่มนมนัส สุดสิ้น (2543 : 4) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ สมจิต สวธนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 58) มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง

1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาแล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิด เรื่องที่ศึกษาลงในใบงาน

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองโดยมีอุปกรณ์ให้

2. ขั้นทำการทดลอง

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง

2.2 บันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่เตรียมไว้

3. ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เอกสารประกอบการสอนโดยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษามาอภิปรายเพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนทัศน์

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงแต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุง แก้ไข แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วลงแผ่นใสแล้วเสนอหน้าชั้นเรียน

3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปลงในสมุด

3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดแนวขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และขั้นตอนการเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ของนักการศึกษา และแนวขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ของมนมนัส สุดสิ้น (2543) มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

1.1 นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม ประเด็นหรือปัญหา

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อระบุปัญหา

2. ขั้นตั้งสมมติฐานและนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

2.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ กำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยมีอุปกรณ์ให้หรือทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่เตรียมไว้หรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น

4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือจากการสืบค้นข้อมูล

5. ขั้นสร้างข้อสรุป โดยเขียนแผนผังมโนทัศน์

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือจากการสืบค้นข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล จากนั้นทำกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษาโดยอภิปรายเพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนทัศน์

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์

5.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงแต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

5.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุง แก้ไข แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

5.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วลงบนกระดาษ A 4 แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปลงในสมุด

5.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และสรุปความรู้หรือคำตอบด้วยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐานและนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา 3) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล 4) ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ 5) ขั้นสร้างข้อสรุป โดยเขียนแผนผังมโนทัศน์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวของ “สสวท.”

“สสวท.” เป็นชื่อย่อของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า The Institute for the Promotion of Teaching Science & Technology (IPST) สถาบันแห่งนี้สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ช่วงชั้นที่ 3 ม.1-ม.3) ตามแนวหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ยังคงเน้นกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นหลัก เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อันจะนำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น และ

แก้ปัญหาเป็น (คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2548) โดยสถาบันได้เสนอหลักการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2548) สรุปเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูสร้างความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ให้นักเรียนสังเกตและร่วมอภิปราย และถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจอยากรู้ และศึกษาแนวการทำกิจกรรมในแบบเรียน

2. ขั้นการอภิปรายก่อนกิจกรรม เป็นการอภิปรายถึงวิธีการทำกิจกรรม และข้อควรระวังในการทดลอง

3. ขั้นทำกิจกรรม เป็นกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนของแบบเรียนภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว

4. ขั้นการอภิปรายหลังกิจกรรม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลของกิจกรรมและรายละเอียดในบทเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป และนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้ใหม่เพื่อนำไป ใช้ในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวของ สสวท. ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ดังนี้

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 559-563) กล่าวว่า หลักการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. ซึ่งสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

กิจกรรมและลำดับขั้นของกิจกรรมในการสอนครั้งหนึ่ง ๆ สสวท. ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 ขั้น เรียงตามลำดับ คือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา
2. การอภิปรายก่อนการทดลอง
3. การทำการทดลอง
4. การอภิปรายหลังการทดลอง

การนำเข้าสู่บทเรียน สสวท. กล่าวว่า การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบการที่ไม่รู้คำตอบมาก่อนนี้เองเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้นในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่จึงเขียนขึ้นเป็นแบบที่นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา กิจกรรมขั้นนี้ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก

การอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. ไม่ได้อธิบายว่าจะทำอะไร อย่างไร หรือจะมีการแนะแนวทางการทดลองมากน้อยแค่ไหน เพียงใด

การทำการทดลอง เป็นกิจกรรมหลักของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนกิจกรรมแล้ว ในบางบทเรียนที่ไม่อาจทดลองได้ สสวท. จะแนะนำว่า ในกรณีที่ครูไม่อาจจัดให้มีการทดลองได้ เพราะอุปกรณ์ในเรื่องนั้นหาได้ยากในประเทศหรือมีราคาแพงหรือมีความปลอดภัยน้อย ครูอาจนำข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่นๆ ทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษาโดยยังใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ เช่นเดิม นั่นคือนักเรียนจะต้องแปลความหมายข้อมูลนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปถึงแนวความคิดหรือหลักการสำคัญของเรื่องนั้น ๆ

การอภิปรายหลังการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วก็จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหางานขั้นต่อไปหรืองานขั้นสุดท้ายของบทเรียนคือ การอภิปรายหลังกิจกรรม กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. อธิบายว่า ครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

วิชชุดา งามอักษร (2541 : 7) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของ สสวท. หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการและบันทึกข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในแบบเรียนของ สสวท. ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองและข้อระมัดระวังในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวมเป็นความรู้ใหม่

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ชลสีต์ จันทาสี (2543 : 7) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของ สสวท. หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดกิจกรรมการเรียนการตามคู่มือ

ครูวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาในแบบเรียน

1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรม

1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อระมัดระวังในการการปฏิบัติการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเป็นแนวทางในการสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.3 นักเรียนศึกษาและตอบคำถามในหนังสือเรียน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษาและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ตามแนวการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าในขั้นตอนทำการทดลองของแต่ละสาระในคู่มือครู จะใช้คำว่า “กิจกรรม”แทนคำว่า “ทดลอง” ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “กิจกรรม” ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูนำอภิปรายดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ จากนั้นให้นักเรียนศึกษาแนวการทำกิจกรรมในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหา

2. ขั้นการอภิปรายก่อนทดลอง/กิจกรรม โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง/กิจกรรม และข้อควรระวังในการทดลอง/ทำกิจกรรม

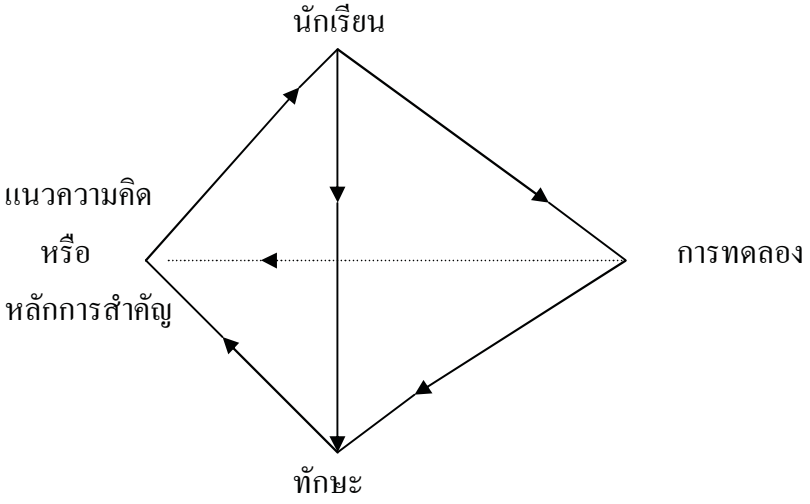
3. ขั้นทำการทดลอง/กิจกรรม นักเรียนทำการทดลอง/กิจกรรมตามขั้นตอนในแบบเรียนภายหลังจาก ที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลอง/กิจกรรมแล้ว

4. ขั้นอภิปรายหลังทดลอง/กิจกรรม ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง/การทำกิจกรรมหรือการศึกษามาอภิปรายร่วมกันโดยครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียน เพื่อไปสู่

ข้อสรุปให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่ได้ใหม่เพื่อนำไป ใช้ในชีวิตประจำวัน

บทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท.

บทบาทของนักเรียนคือผู้ค้นพบ กล่าวคือนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้นี้ ต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง หมายความว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้มิใช่มาจากครูทั้งหมด ที่มาจากครูมีเพียงส่วนน้อย เป็นแต่เพียงส่วนประกอบเท่านั้น นักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดก็เป็นผู้สรุปความรู้ นักเรียนได้พบความรู้โดยผ่านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดังแผนภูมิที่ 32



แผนภูมิที่ 32 การสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท.
ที่มา : สุวัฒก์ นิยมค้า, ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2 (กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊ค เซนเตอร์ จำกัด, 2531), 562.

บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท.

บทบาทของครู ตามแนวการสอนของ สสวท. ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใด ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และจะพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง จุดหมายปลายทางของการจัดการเรียนรู้ จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาทักษะ ต่าง ๆ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ช่วงชั้นที่ 3 ม.1-ม.3) ตามแนวหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นการอภิปรายก่อนทดลอง/กิจกรรม 3) ขั้นทำการทดลอง/กิจกรรม 4) ขั้นอภิปรายหลังทดลอง/กิจกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองและผู้เรียนหาคำตอบด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องหินและแร่ ส่วนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วิธีได้ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์	**การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.**
1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา 2. ขั้นตั้งสมมติฐานและนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา 3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล 4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ 5. ขั้นสร้างข้อสรุป โดยเขียนแผนผังมโนทัศน์	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นการอภิปรายก่อนทดลอง/กิจกรรม 3. ขั้นทำการทดลอง/กิจกรรม 4. ขั้นอภิปรายหลังทดลอง/กิจกรรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และวิธีจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ มีดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้

อาภาพร สิงหราช (2545 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และจิตทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบ การใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 คน ครูร่วมกับนักเรียนอภิปรายทบทวนความรู้เดิม นักเรียนร่วมกันอภิปรายจุดประสงค์และวางแผนการปฏิบัติกิจกรรม 2) ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมจากใบงานโดยครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ตัวแทนกลุ่มเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม 3) ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรม และประโยชน์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และ จิตทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จิรพันธุ์ ทัศนศรี (2548 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบซิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้ มีลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 2) ขั้นปฏิบัติการทดลอง 3) ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง พบว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรรณภา หาญบำราช (2548 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสวนเป็นกลุ่ม มีลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา 2) ขั้นพิจารณาปัญหา

3) ขั้นวางแผน 4) ขั้นลงมือปฏิบัติ 5) ขั้นรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน และ 6) ขั้นทบทวนเชื่อมโยงปัญหาใหม่ พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้สืบสวนเป็นกลุ่มมีผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และนักเรียน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้สืบสวนเป็นกลุ่มหลังจัดการเรียนรู้มีความฉลาดทางอารมณ์สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์ (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม มีลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา 2) ขั้นพิจารณาปัญหา 3) ขั้นวางแผน 4) ขั้นลงมือปฏิบัติ 5) ขั้นรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลงาน 6) ขั้นทบทวนเชื่อมโยงปัญหาใหม่ พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังจัดการเรียนรู้มีผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลังจัดการเรียนรู้มีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์ (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5Es มีลำดับการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) การนำเข้าสู่บทเรียน 2) การสำรวจ 3) การอธิบาย 4) การลงข้อสรุป 5) การประเมินผล พบว่า ผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E หลังจัดการเรียนรู้มีผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

กชรัตน์ วิกล (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินตามสภาพจริง เรื่องการแยกสารและสารละลายกรด-เบส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลำดับการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมิน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินตามสภาพจริง มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านพัฒนาการผลการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมในการเรียนสูงกว่านักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินแบบเดิม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนทัศน์

ลออ อางนานนท์ (2542 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องสิ่งแวดล้อมทางสังคม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ มีลำดับการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นนำ โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น เพลง เกม นิทาน 2) ขั้นสอน ครูจัดกิจกรรมและใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้ให้นักเรียน เช่น กรณีตัวอย่าง การอภิปราย ศึกษาจากบัตรภาพ ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้จากกิจกรรมโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์โดยอ่านจับใจความสำคัญและวิเคราะห์หามโนทัศน์จากบัตรเนื้อหา เรียงลำดับมโนทัศน์สร้างแผนผังมโนทัศน์ นำเสนอแผนผังมโนทัศน์ และร่วมกันอภิปรายแผนผังมโนทัศน์ 3) ขั้นสรุป นักเรียนร่วมกันสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และสรุปเนื้อหาที่เรียนทั้งหมดอีกครั้ง พบว่า ผลการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองภายหลังการทดลองมีผลการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร ทุเครือ (2544 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลำดับการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นนำ โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น เพลง เกม เพื่อเร้าความสนใจ ทบทวนความรู้เดิมโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน 2) ขั้นสอน ครูนำเสนอข้อมูลที่จะเรียนพร้อมกับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาโดยใช้สื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพ ข่าว เหตุการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น นักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาจากกิจกรรมโดยสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนทำงานกลุ่มร่วมกันโดยปฏิบัติตามขั้นตอนในใบงาน และช่วยกันสร้างแผนผังมโนทัศน์จากใบงาน นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ 3) ขั้นสรุป ครู และนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ และทำแบบทดสอบประจำหน่วย 4) ขั้นวัดผลและประเมินผล ครูสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและจากแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ มีผลการเรียนรู้ และความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รังสรรค์ พลสมัคร (2548 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนของนักศึกษา วิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์กรเบื้องต้น หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นเทคนิคการใช้แผนผังมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีลำดับขั้นการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นนำ นำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิม

พร้อมที่จะเชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ 2) ขั้นปฏิบัติการ นักเรียนรวมกลุ่มวางแผนแนวทางการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ในการรวบรวมเนื้อหาวิชาที่ได้ศึกษาค้นคว้า 3) ขั้นกิจกรรมสรุป นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบการนำเสนอและร่วมกันสรุป ผลการเรียนรู้ 4) ขั้นประเมินผล โดยรวบรวมข้อมูลจากขั้นนำ ขั้นปฏิบัติการ ขั้นกิจกรรมสรุปและทำการประเมินจากเอกสารที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการเรียนการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นเทคนิคการใช้แผนผังมโนทัศน์มีผลการเรียนรู้วิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์กรเบื้องต้นสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการเรียนการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการที่เน้นเทคนิคการใช้แผนผังมโนทัศน์มีเจตคติต่อการเรียนวิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์กรเบื้องต้นสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มีลำดับขั้นการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นส่งเสริมความรอบรู้ นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากสถานการณ์เรื่องที่กำหนดให้จากการเรียนรู้ การทดลองการปฏิบัติ เพื่อนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมายสู่การพัฒนาทักษะการคิด การสรุปองค์ความรู้ 2) ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์ต่อสังคม โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ลงมือปฏิบัติ เพิ่มพูนทักษะการคิด พัฒนากระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะที่มีคุณค่าต่อสังคม 3) ขั้นเผยแพร่และพัฒนาผลงาน นักเรียนตรวจสอบปรับปรุง พัฒนา แก้ไขผลงานอย่างเป็นระบบโดยใช้การเขียนแผนผังมโนทัศน์ กระบวนการคิดวิเคราะห์ข้อเด่น ข้อด้อย พร้อมทั้งฝึกทักษะการปฏิบัติและการเขียน พบว่า ผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

มหิศร นันตโลหิต (2550 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านและความสามารถทางการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผัง มโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีลำดับการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) จัดกิจกรรมการสอนอ่าน โดยให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญจากเนื้อหาของบทอ่าน นำมาเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์เพื่อถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจเนื้อหา ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง ไปจนถึงมโนทัศน์เฉพาะ โดยมีรูปแบบของแผนผังมโนทัศน์แบบกระจายออก

2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การระดมความคิด เขียนคำมโนทัศน์ขึ้นมาตามความคิด จัดประเภทของคำมโนทัศน์และนำมาเขียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันเป็นเครือข่ายในรูปของแผนผังมโนทัศน์ พบว่า ความเข้าใจในการอ่านภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถทางการเขียนภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิลเลี่ยม (William 1981 : 16505-A , อ้างถึงใน อัญชรีกร นนทโคตร 2549 : 86) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน ทำการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง

ยัง (Yang 1988, อ้างถึงใน อัญชรีกร นนทโคตร 2549 : 86) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการสอนแบบอภิปรายในห้องเรียนขนาดใหญ่ (มากกว่า 30 คน) ในเนื้อหาวิชาชีววิทยา เป็นเวลา 1 ภาคเรียน และทำการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดผลการเรียนรู้ การให้เหตุผลและการนำไปใช้ และทักษะการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) และใช้ Tukey Test ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกตัวแปร แต่ผลการเรียนรู้และการคิดเชิงอุปนัยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนทัศน์

เบรนแนน (Brennan 1996 : 1965 – A, อ้างถึงใน ลออ อางนานนท์ 2542 : 75) ได้ทำการศึกษาแผนผังมโนทัศน์ว่า เป็นวิธีการที่มีผลต่อการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนอนุบาล โดยเป็นการวิจัยเชิงสำรวจในความคิดเห็นของครูผู้สอนในโรงเรียนอนุบาลที่ได้รับการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์โดยได้ออกแบบสำรวจไปยังครูผู้สอนดังกล่าวจากที่ตอบกลับมาจำนวน 160 คน ที่ได้แสดงความคิดและเหตุผลที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน และได้ทำการศึกษาเฉพาะกรณีจาก 3 สถานที่ที่มีความแตกต่างกัน โดยใช้วีดีโอเทป การบันทึกการปฏิบัติ ภาพถ่ายและการสัมภาษณ์วิเคราะห์ พบว่า เด็กในโรงเรียนอนุบาลที่ได้รับการสอนให้สร้างแผนผังมโนทัศน์จาก

ครู สามารถที่จะรวบรวมข้อมูลและเชื่อมโยงความคิดบนแผนผังที่สร้างได้ การสร้างแผนผังมโนทัศน์สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้มากมายในระดับสูง และการมีส่วนร่วมของนักเรียน ส่วนข้อมูลด้านความรู้ยังไม่เพียงพอที่จะพิสูจน์ได้แน่นอน

ลอนคาริค (Loncaric,1986:2006 – A, อ้างถึงใน ศิริพร ทุเครือ 2544:37) ได้ศึกษาผลการใช้แผนผังมโนทัศน์มาเป็นวิธีในการเรียนวิชาสังคมศึกษา จุดประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อศึกษาการใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางสังคม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และในแต่ละกลุ่มได้มีการแบ่งนักเรียนออกเป็นผู้ที่มีความสามารถในการอ่านระดับสูงและต่ำ โดยใช้แบบทดสอบ “Gates – Mac Genetics Reading Test” ซึ่งกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนให้สร้างแผนผังมโนทัศน์ก่อนเรียนวิชาสังคม ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนสังคมศึกษาเท่านั้น ผลการวิจัยพบว่าคะแนนจากแบบทดสอบวิชาสังคมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านระดับสูงและระดับต่ำ ซึ่งสรุปได้ว่า การสร้างแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในการเรียนวิชาสังคมศึกษา และเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนทั้งที่มีความสามารถในการอ่านสูงและต่ำ และแผนผังมโนทัศน์สามารถนำไปใช้ในวิชาต่างๆ ในโรงเรียนประถมศึกษาทุกระดับชั้น

สรุป

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โลก ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เกี่ยวกับกระบวนการจัดการศึกษาแนวการจัดการศึกษาในมาตรา 22 ที่ระบุว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนทุกคน มีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ วิชาวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และเน้นการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ รู้จักใช้กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ครูจะต้องให้เวลาอย่างพอเพียงในการ

ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ โดยการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้น ยั่วยุ ให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ อยากรู้อยากเห็น แล้วเกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง เริ่มจากการวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ ครูมีหน้าที่ส่งเสริม กระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งวิเคราะห์อธิบายและเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือโต้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้อย่างสร้างสรรค์ มีการอ้างอิงหลักฐาน ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ หรือองค์ความรู้เดิม แล้วลงข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นจากความเข้าใจ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดในการสืบเสาะหาความรู้และเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ คือ 1) ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐานและเขียนแผนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา 3) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล 4) ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ 5) ขั้นสร้างข้อสรุปและเขียนแผนผังมโนทัศน์ ส่วนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา 2) ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง/กิจกรรม 3) ขั้นทดลอง/ทำกิจกรรม 4) ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง/กิจกรรม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แผนการวิจัยแบบการทดลองแท้จริง (True Experimental Designs) แบบศึกษาโดยการสุ่มสองกลุ่มวัดหลังทดลองครั้งเดียว (Randomized Posttest - Only Control Group Design) โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมิน ทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตการศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) วิธีดำเนินการวิจัยกำหนดไว้เป็น 2 ประเภท คือ การดำเนินการวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การดำเนินการวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงกำหนดรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมโครงการวิจัย โดยการศึกษาเอกสาร ตำรา ข้อมูลวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสร้างเครื่องมือ ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้ การปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือ เสนอความคิดเห็น การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และเสนอความเห็นชอบโครงการวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินงานตามโครงการวิจัย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ที่พัฒนาขั้นตอนที่ 1 ไปทดลองสอนและรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างนำมาตรวจสอบความถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การรายงานผลการวิจัย เป็นขั้นตอนการเสนอผลการวิจัยต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง จัดพิมพ์รายงานฉบับร่างเพื่อเสนออนุมัติโครงการวิจัย ปรับปรุงแก้ไขตามที่คณะกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เสนอแนะ และส่งรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ระเบียบวิธีการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับวิธีวิจัย ประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปรที่ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 420 คน

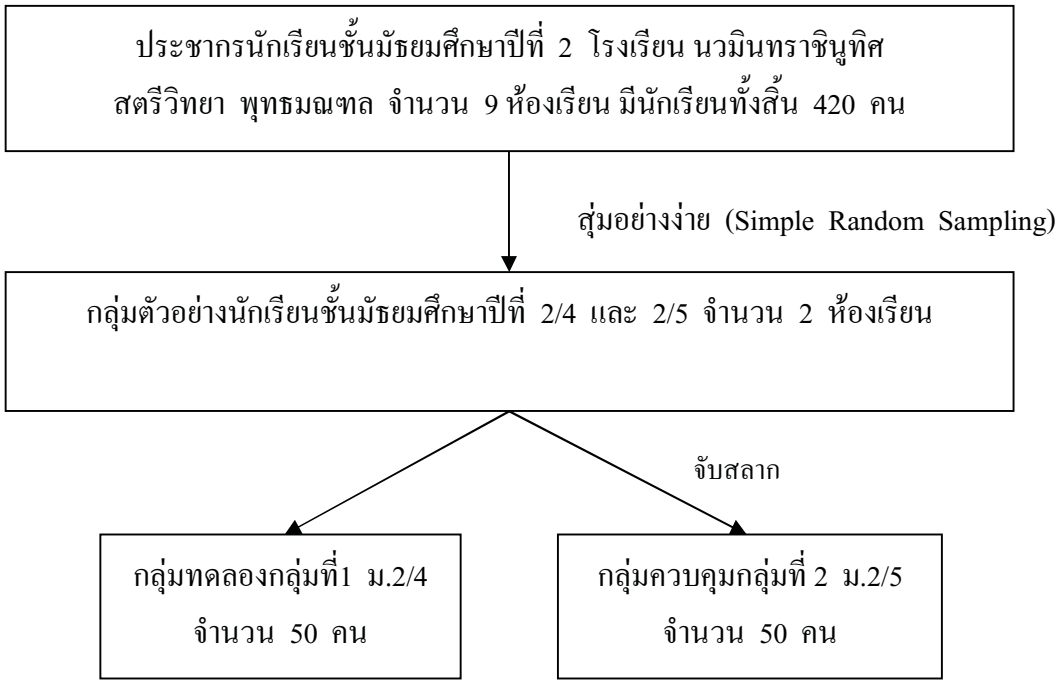
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โดยทำการสุ่มห้องเรียน 2 ห้องเรียน คือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 4 และห้อง 5 โดยมีขั้นตอนในการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. จากประชากร 9 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ม.2/1 – ม.2/9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ผู้วิจัยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยปลายปีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 พบว่ามี 3 ห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ ห้อง ม. 2/4, ม.2/5 และ ม. 2/6

2. ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มนักเรียนชั้น ม.2 ทั้ง 3 ห้องดังกล่าว ให้เหลือ 2 ห้องเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับสลาก ได้ห้อง ม. 2/4 มีนักเรียนจำนวน 50 คน และ ม.2/5 มีนักเรียนจำนวน 50 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน

3. ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับสลากเพื่อหากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ห้อง ม. 2/4 เป็นห้องทดลอง จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ห้อง ม. 2/5 จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ส่วนห้อง ม. 2/6 ผู้วิจัยนำมาทดลองใช้แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

สำหรับรายละเอียดของประชากรและการได้มาของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแต่ละขั้นตอนมีขั้นตอนดังแผนภูมิที่ 33



แผนภูมิที่ 33 วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

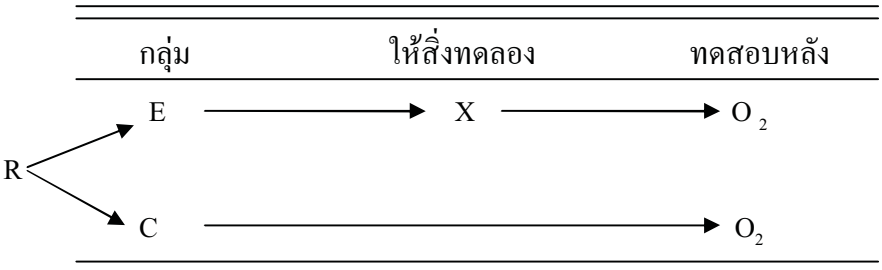
ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น
   1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์
   1.2 การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่
   2.1 ผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่
   2.2 ความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

แบบแผนการวิจัย

รูปแบบการทดลองเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แผนการวิจัยแบบการทดลองแท้จริง (True Experimental Designs) แบบศึกษาโดยการสุ่มสองกลุ่มวัดหลังทดลองครั้งเดียว (Randomized Posttest - Only Control Group Design) (องอาจ นัยพัฒน์ 2548 : 273) ซึ่งมีแบบแผนทดลองดังนี้



สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R หมายถึง การสุ่มตัวอย่างหรือสิ่งทดลองเข้าสู่กลุ่มเพื่อทำการวิจัย

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

C หมายถึง กลุ่มควบคุม

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ

1. แผนจัดการเรียนรู้เรื่อง หินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ จำนวน 8 แผน 16 ชั่วโมง

2. แผนจัดการเรียนรู้เรื่อง หินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. จำนวน 8 แผน 16 ชั่วโมง

3. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ กำหนดการให้คะแนนคือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

4. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 เป็นสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ฉบับที่ 2 เป็นสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มีทั้งหมด 8 แผน จำนวน 16 ชั่วโมง ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์แผนจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

แผนจัดการเรียนรู้	**สาระการเรียนรู้**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.2**	**จำนวนชั่วโมง**	**ประเภทของแผนผังมโนทัศน์**
1	ลักษณะทั่วไปของหิน	ทดลองและสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล
2	หินตะกอน	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบและประโยชน์ของหินตะกอน	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล
3	หินอัคนี	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินอัคนี 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบและประโยชน์ของหินอัคนี	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล
4	หินแปร	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบและประโยชน์ของหินแปร	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แผนจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.2	จำนวนชั่วโมง	ประเภทของแผนผังมโนทัศน์
5	แหล่งแร่ในประเทศไทย	สืบค้นข้อมูลและนำเสนอแหล่งแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศและท้องถิ่นของตน	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล
6	สมบัติทางกายภาพของแร่	ทดลองและอธิบายลักษณะทางกายภาพอย่างง่ายของแร่	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล
7	ชนิดและประโยชน์ของแร่	1. จำแนกชนิดของแร่ตามการใช้ประโยชน์ 2. บอกแหล่งแร่ที่สำคัญในท้องถิ่นและบอกประโยชน์ของแร่	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล
8	เชื้อเพลิงธรรมชาติ	1. รู้และเข้าใจกระบวนการเกิด และสมบัติของทรัพยากรธรรมชาติ 2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในประเทศไทย และสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก	2	แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล

แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ วารสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหา

2.1 วิเคราะห์มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 จัดทำคำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาพิจารณาความเหมาะสม กำหนดการสอน

ขั้นที่ 3 การสร้างแผนจัดการเรียนรู้

3.1 ดำเนินการเขียนแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียน

แผนผังมโนทัศน์ ดังนี้ 1) ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐานและเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา 3) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล 4) ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ 5) ขั้นสร้างข้อสรุปและเขียนแผนผังมโนทัศน์

ขั้นที่ 4 เสนอการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษาและความถูกต้องของเนื้อหา ปรับปรุงแผนจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ได้แก่ 1) ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินผลรวมจาก “พอใช้/ ต้องปรับปรุง” เป็น “ปานกลาง ต่ำ/ต้องปรับปรุง” 2) ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินผลจาก “ 5 ระดับ ให้เหลือ 3 ระดับ” และปรับภาษา 3) ปรับปรุงเกณฑ์ของแบบฝึกหัดแบบจับคู่ ให้มีตัวเลือกมากกว่าคำถามอย่างน้อยร้อยละ 30

ขั้นที่ 5 นำแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน พิจารณาความถูกต้องและความเที่ยงตรง (Content Validity) ของแผนจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด)

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (ไม่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด)

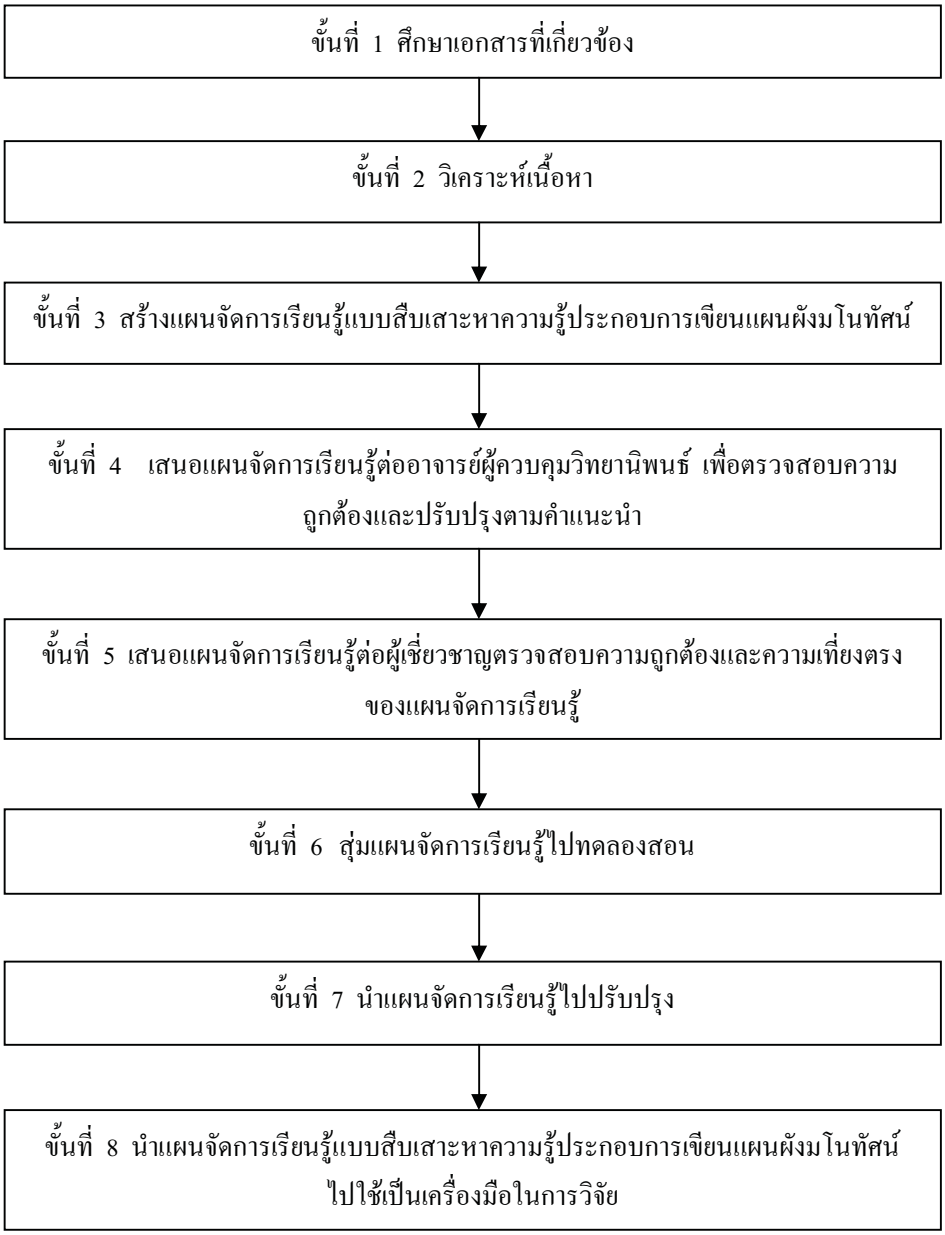
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 แสดงว่าแผนจัดการเรียนรู้นั้นใช้ได้ มีความเหมาะสมหรือสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือพฤติกรรม แต่ถ้าต่ำกว่า .50 แสดงว่าแผนจัดการเรียนรู้นั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือพฤติกรรม (มาเรียม นิลพันธุ์ 2549 : 175-176) โดยแผนจัดการเรียนรู้มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 184)

ขั้นที่ 6 สุ่มแผนจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน และแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องหินแปร ไปทดลองสอนกับนักเรียนห้อง ม.2/6 จำนวน 50 คน ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องหินและแร่มาก่อน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

ขั้นที่ 7 นำแผนจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงในด้านภาษาให้กระชับและเข้าใจได้ง่ายขึ้น ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผล ได้แก่ 1) ปรับปรุงโดยระบุเวลาในการทำกิจกรรมลงในใบงาน 2) ปรับปรุงรายการสื่อการเรียนรู้ เป็น “สื่อและอุปกรณ์”

ขั้นที่ 8 นำแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 34



แผนภูมิที่ 34 ขั้นตอนการสร้างแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

2. แผนจัดการเรียนรู้เรื่อง หินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มีทั้งหมด 8 แผน จำนวน 16 ชั่วโมง ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์แผนจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

แผนจัดการเรียนรู้	**สาระการเรียนรู้**	**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.2**	**จำนวนชั่วโมง**
1	ลักษณะทั่วไปของหิน	ทดลองและสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น	2
2	หินตะกอน	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินตะกอน	2
3	หินอัคนี	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินอัคนี 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินอัคนี	2
4	หินแปร	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร	2
5	แหล่งแร่ในประเทศไทย	สืบค้นข้อมูลและนำเสนอแหล่งแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศและท้องถิ่นของตน	2
6	สมบัติทางกายภาพของแร่	ทดลองและอธิบายลักษณะทางกายภาพอย่างง่ายของแร่	2
7	ชนิดและประโยชน์ของแร่	1. จำแนกชนิดของแร่ตามการใช้ประโยชน์ได้ 2. บอกแหล่งแร่ที่สำคัญในท้องถิ่นและบอกประโยชน์ของแร่ได้	2
8	เชื้อเพลิงธรรมชาติ	1. รู้และเข้าใจกระบวนการเกิด และสมบัติของทรัพยากรธรรมชาติ 2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในประเทศไทย และสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก	2

แผนจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ วารสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหา

2.1 วิเคราะห์มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 จัดทำคำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาพิจารณาความเหมาะสม กำหนดการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 การสร้างแผนจัดการเรียนรู้

3.1 ดำเนินการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง/กิจกรรม 3) ขั้นทดลอง/กิจกรรม 4) ขั้นอภิปรายหลังทดลอง/กิจกรรม

ขั้นที่ 4 เสนอแผนจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษาและความถูกต้องของเนื้อหา ปรับปรุงแผนจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ โดยปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแผนจัดการเรียนรู้ให้กระชับและง่ายต่อการเข้าใจ ได้แก่ ปรับปรุงขั้นอภิปรายก่อนกิจกรรมจาก “เตือนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้” เป็น “แนะนำนักเรียนระวังและปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด”

ขั้นที่ 5 เสนอแผนจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหา และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและใช้ดุลยพินิจเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแผนจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด)

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (ไม่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด)

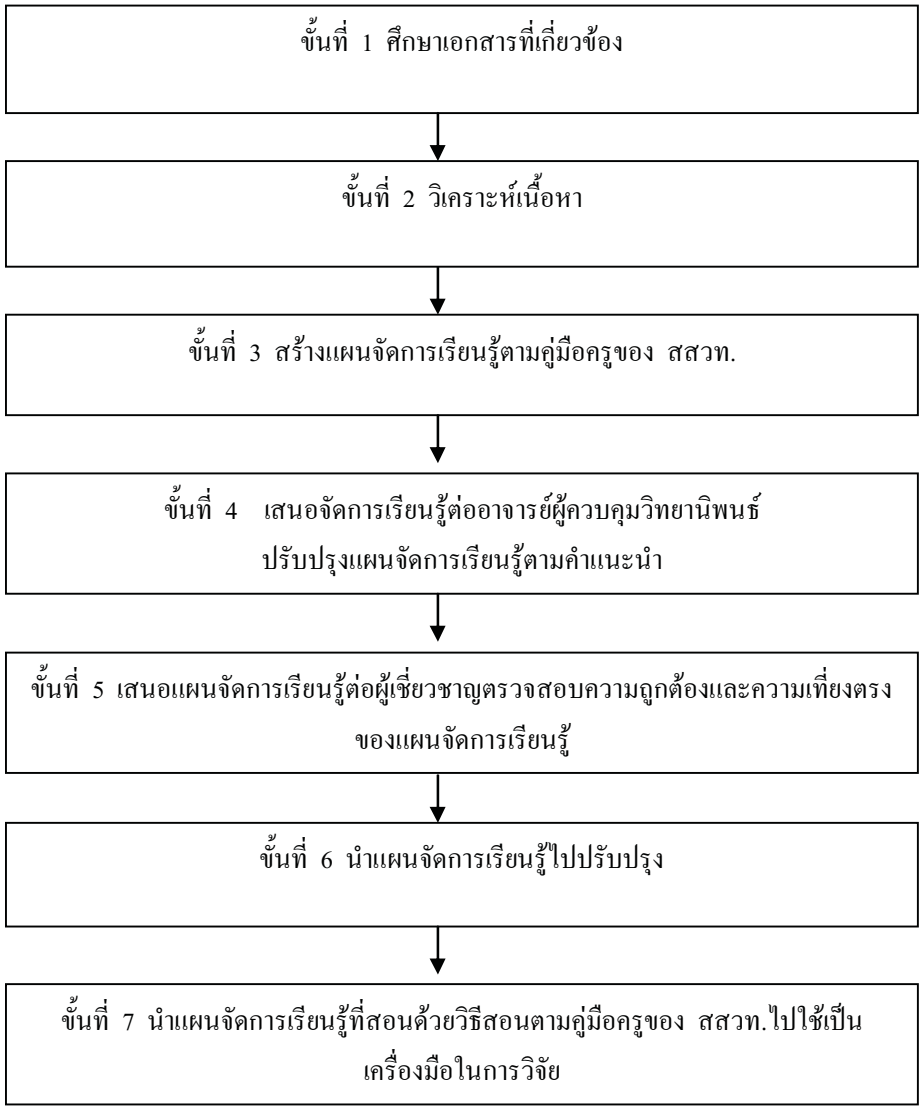
0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 แสดงว่าแผนจัดการเรียนรู้นั้นใช้ได้ มีความเหมาะสมหรือสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือลักษณะพฤติกรรม

แต่ถ้าต่ำกว่า .50 แสดงว่าแผนจัดการเรียนรู้นั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือลักษณะพฤติกรรม (มาเรียม นิลพันธุ์ 2549 : 176-177) โดยแผนจัดการเรียนรู้มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 185)

ขั้นที่ 6 นำแผนจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงในด้านภาษาให้กระชับและเข้าใจได้ง่ายขึ้น ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผล ได้แก่ การนำข้อคิดจากการเรียนไปใช้ประโยชน์ที่ระบุในจุดประสงค์การเรียนรู้ นำไปเขียนในกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน

ขั้นที่ 7 นำแผนจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังรายละเอียดแผนภูมิที่ 35



แผนภูมิที่ 35 ขั้นตอนการสร้างแผนจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้สำหรับทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหา

1.1 ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาและสาระเรื่องหินและแร่ ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน ว 6.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผล

1.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาความสำคัญของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้เรื่องหินและแร่

1.4 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเด็นที่วัด				
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
ลักษณะทั่วไปของหิน	ทดลองและสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น	1. คิดวิเคราะห์ อธิบายปัญหา นิยามปัญหา และกำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อสำรวจลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่นได้ 2. มีกระบวนการคิดเชิงมโนทัศน์เชื่อมโยงความสัมพันธ์เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหินและเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหินได้ 3. การนำข้อคิดจากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	-	1	-	1	2

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเด็นที่วัด				
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
หินตะกอน	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน 2. สืบค้นข้อมูลบอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินตะกอน	1. ใช้ทักษะกระบวน การทางวิทยาศาสตร์ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อสรุปลำดับการตกตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกัน 2. คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบลำดับการตกตะกอนที่มีขนาดต่างกันได้ 3. อธิบายความหมายและกระบวนการเกิดหินตะกอนได้ 4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบลักษณะของหินตะกอนและจำแนกหินตะกอนออกเป็นกลุ่มๆ 5. คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะของหินตะกอนชนิดต่าง ๆ 6. วิเคราะห์ลักษณะของหินตะกอนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้ 7. พูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและมีจิตสำนึกในการรักและหวงแหนภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทย 8. เขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับชนิด และประโยชน์ของหินตะกอนได้	1	3	1	1	6

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเด็นที่วัด				
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
หินอัคนี	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินอัคนี 2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินอัคนี	1. คิดวิเคราะห์ อภิปรายปัญหา นิยามปัญหา กำหนดสมมติฐาน และออกแบบการทดลองในการเกิดหินอัคนี 2. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของผลึกสารส้มที่ตกผลึกในอุณหภูมิต่างกัน 3. จำแนกชนิดของหินอัคนีตามลักษณะการเย็นตัวของหินหนืดได้ 4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินอัคนีและจำแนกหินอัคนีออกเป็นกลุ่ม ๆ 5. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินอัคนีชนิด ต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้ 6. พูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแหล่งภูเขาไฟในประเทศไทย มีจิตสำนึกในการรัก หวงแหน และอนุรักษ์ภูเขาไฟในประเทศไทย เช่น ที่จังหวัดลำปาง บุรีรัมย์ จันทบุรี ตราด เพชรบูรณ์ ลพบุรี ได้	2	3	-	1	6

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเด็นที่วัด				
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
หินอัคนี		7. มีกระบวนการคิดเชิงมโนทัศน์เชื่อมโยงความสัมพันธ์เกี่ยวกับหินอัคนีและเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับหินอัคนี					
หินแปร	1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร 2. สืบค้นข้อมูลบอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร	1. คิดวิเคราะห์ อภิปรายปัญหา นิยามปัญหา กำหนดสมมติฐาน และออกแบบการทดลองและอธิบายกระบวนการเกิดหินแปร 2. มีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวเมื่อออกแรงกดก้อนดินเหนียวและเมื่อนำก้อนดินเหนียวไปเผาไฟ 3. คิดวิเคราะห์หาเหตุผลการเปลี่ยนแปลงสภาพของดินเหนียว 4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินแปร 5. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินแปรชนิดต่าง ๆ และจำแนกหินแปรออกเป็นกลุ่ม 6. คิดวิเคราะห์ลักษณะของหินแปรเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ 7. เขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับหินแปรได้	2	3	-	2	7

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเด็นที่วัด				
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
แหล่งแร่ในประเทศไทย	สืบค้นข้อมูลและนำเสนอแหล่งแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศและท้องถิ่นของตน	1. แสดงแหล่งแร่ที่สำคัญที่มีในประเทศไทยจากแผนที่แหล่งแร่ที่สำคัญโดยใช้สัญลักษณ์ได้ 2. จัดการะทำข้อมูลและตีความหมายข้อมูลจากการสืบค้นได้	-	2	-	-	2
สมบัติทางกายภาพของแร่	ทดลองและอธิบายลักษณะทางกายภาพอย่างง่ายของแร่	1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบและอธิบายลักษณะทางกายภาพอย่างง่ายของแร่ 2. ระบุลักษณะทางกายภาพอย่างง่ายของแร่ได้ 3. คิดวิเคราะห์จำแนกชนิดของแร่ตามลักษณะทางกายภาพอย่างง่ายของแร่ 4. เขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับแร่ได้	2	3	-	2	7
ชนิดและประโยชน์ของแร่	1. จำแนกชนิดของแร่ตามการใช้ประโยชน์ได้ 2. บอกแหล่งแร่ที่สำคัญในท้องถิ่นและบอกประโยชน์ของแร่ได้	1. คิดวิเคราะห์จำแนกชนิดของแร่ตามการใช้ประโยชน์ได้ 2. ระบุชนิดของแร่ และมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณถึงการนำแร่มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ 3. ตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรที่มีอยู่โดยคงไว้ซึ่งสมดุลธรรมชาติ	1	1	-	1	3

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเด็นที่วัด				
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
		4. เขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับชนิดและประโยชน์ของแร่ได้					
เชื้อเพลิงธรรมชาติ	1. รู้และเข้าใจกระบวนการเกิดและสมบัติของทรัพยากรธรรมชาติ 2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในประเทศไทยและสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก	1. อธิบายกระบวนการเกิดเชื้อเพลิงธรรมชาติที่สำคัญและมีกระบวนการคิดวิเคราะห์จำแนกชนิดของเชื้อเพลิงธรรมชาติได้ 2. ระบุแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในประเทศไทย และความเพียงพอของเชื้อเพลิงธรรมชาติในประเทศไทย 3. อธิบายและมีความตระหนักถึงสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก รวมถึงการใช้พลังงานอย่างประหยัด 4. เขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิง	2	2	-	3	7
รวม			10	18	1	11	40

ขั้นที่ 2 สร้างแบบทดสอบ

2.1 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกับตารางวิเคราะห์แบบทดสอบและพฤติกรรมที่วัด เรื่องหินและแร่ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริง 40 ข้อ กำหนดการให้คะแนนคือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2.2 เสนอแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ต่ออาจารย์ผู้ควบคุม

วิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณา จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษาและความถูกต้องของเนื้อหา ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ปรับปรุงตัวเลือกจาก “1- 4” เป็น “ตัวอักษร ก-ง

2.3 เสนอแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ตรวจสอบ ด้านความถูกต้องทางภาษา ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำผลที่ได้จากการตรวจสอบมาปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบ จากนั้นใช้ดุลยพินิจเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด)

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (ไม่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด)

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเหมาะสมหรือมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ หรือกับลักษณะพฤติกรรม แต่ถ้าต่ำกว่า .50 แสดงว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือกับลักษณะพฤติกรรม (มาเรียม นิลพันธุ์ : 176-177) ผู้วิจัยแก้ไขตามพฤติกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปใช้กับนักเรียนต่อไป โดยแบบทดสอบมีค่า IOCเท่ากับ 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 186-194)

ขั้นที่ 3 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 80 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ห้อง ม.3/1, ม. 3/7 และ ม.3/8 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ที่เคยเรียนเรื่องหินและแร่มาแล้ว

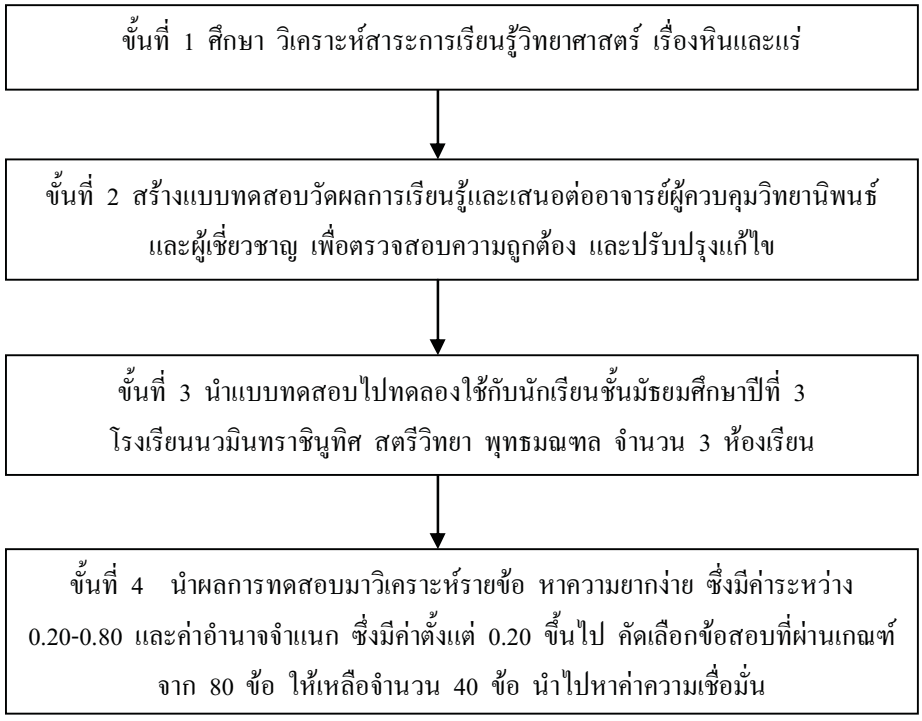
ขั้นที่ 4 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ให้มีความครอบคลุมตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ ดังนี้

4.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) หรือค่า p โดยพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 โดยใช้เกณฑ์ความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 128) โดยแบบทดสอบมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 198-200)

4.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หรือค่า r โดยพิจารณาแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 -1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 130) โดยแบบทดสอบมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.24-0.57 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 198-200)

4.3 นำแบบทดสอบปรนัยที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 40 ข้อ มาหาความเชื่อมั่น โดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบที่มีการให้คะแนนแบบ dichotomous คือ แบบ 0,1 คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และ ตอบผิดได้ 0 คะแนน การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ โดยใช้สูตร K R -20 ของ Kuder Richardson โดยสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 200-201) แบบทดสอบทั้ง 40 ข้อที่หาค่าความเชื่อมั่นแล้วมีจำนวน 3 ข้อ คือ ที่ 1, 2, 4 มีค่า p สูงกว่า 0.80 เป็นข้อที่ง่ายมาก และอีก 1 ข้อ คือ ข้อที่ 5 มีค่า p ต่ำกว่า 0.20 เป็นข้อที่ยากมาก ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อความของข้อคำถามและตัวเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 200)

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ มีสรุปได้ดังแผนภูมิที่ 36



แผนภูมิที่ 36 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

4. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 ฉบับ เป็น แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 15 ข้อ และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 15 ข้อ

4.1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ที่นักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วยมาก เห็นด้วยปานกลาง เห็นด้วยน้อย เห็นด้วยน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ ซึ่งถามใน 3 ประเด็น คือ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ 2) บรรยากาศในการเรียนรู้ 3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดค่าความคิดเห็น 5 ระดับ ดังนี้

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

โดยนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับความคิดเห็นของเบสท์ (Best 1981 : 182) โดยมีค่าเฉลี่ย(ความคิดเห็น) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	1.00-1.49	เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	1.50-2.49	เห็นด้วยในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	2.50-3.49	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	3.50-4.49	เห็นด้วยในระดับมาก
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	4.50-5.00	เห็นด้วยในระดับมากที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามปลายเปิดมีลักษณะเป็นข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อวิธีจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและหลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่

2. กำหนดกรอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

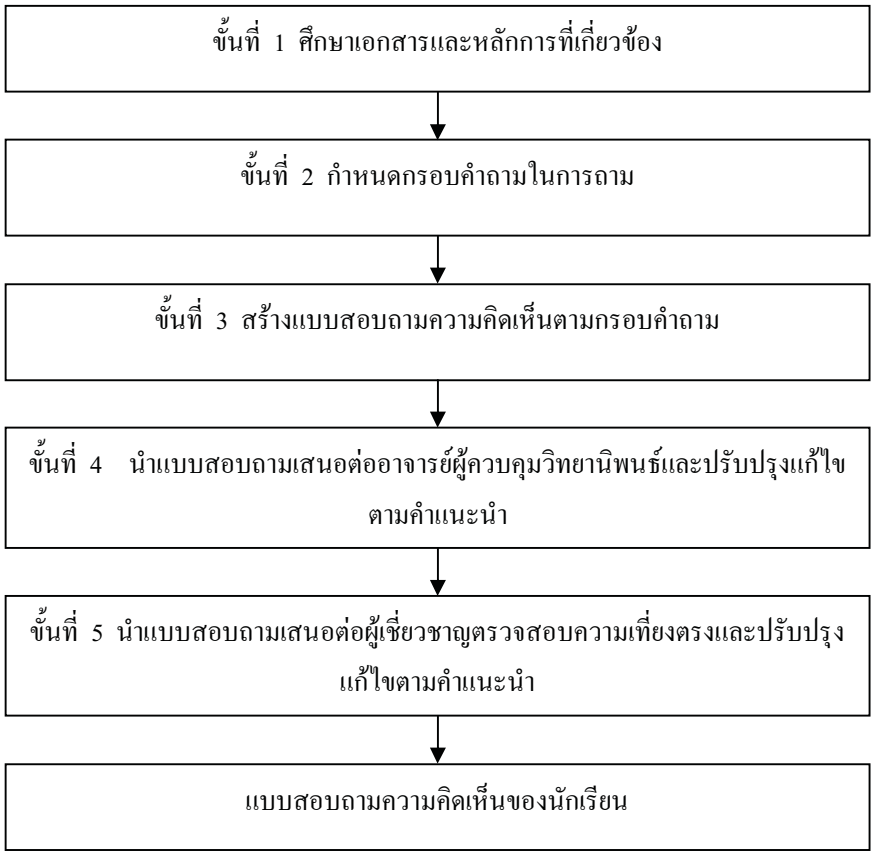
2.2 บรรยากาศในการเรียนรู้

2.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ที่ผู้สอนจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ได้แก่ 1) ปรับปรุงตารางโดยตัดช่องสำหรับผู้วิจัยออก 2) ปรับปรุงจาก “การจัดการเรียนรู้แบบนี้” เป็น “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์”

5. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ด้านภาษา และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม (Index of Item Objective Congruence : IOC) ปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบสอบถามมีค่า IOCเท่ากับ 1.00 โดยปรับปรุงข้อความของแบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 220-223) แล้วนำมาใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ดังแผนภูมิที่ 37



แผนภูมิที่ 37 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

4.2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ที่นักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วยมาก เห็นด้วยปานกลาง เห็นด้วยน้อย เห็นด้วยน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ ซึ่งถามใน 3 ประเด็น คือ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. 2) บรรยากาศในการเรียนรู้ 3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดค่าความคิดเห็น 5 ระดับ ดังนี้

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

โดยนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับความคิดเห็นของเบสท์ (Best 1981 : 182) โดยมีค่าเฉลี่ย(ความคิดเห็น) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	1.00-1.49	เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	1.50-2.49	เห็นด้วยในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	2.50-3.49	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	3.50-4.49	เห็นด้วยในระดับมาก
ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	4.50-5.00	เห็นด้วยในระดับมากที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและหลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่

2. กำหนดกรอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูของ สสวท.

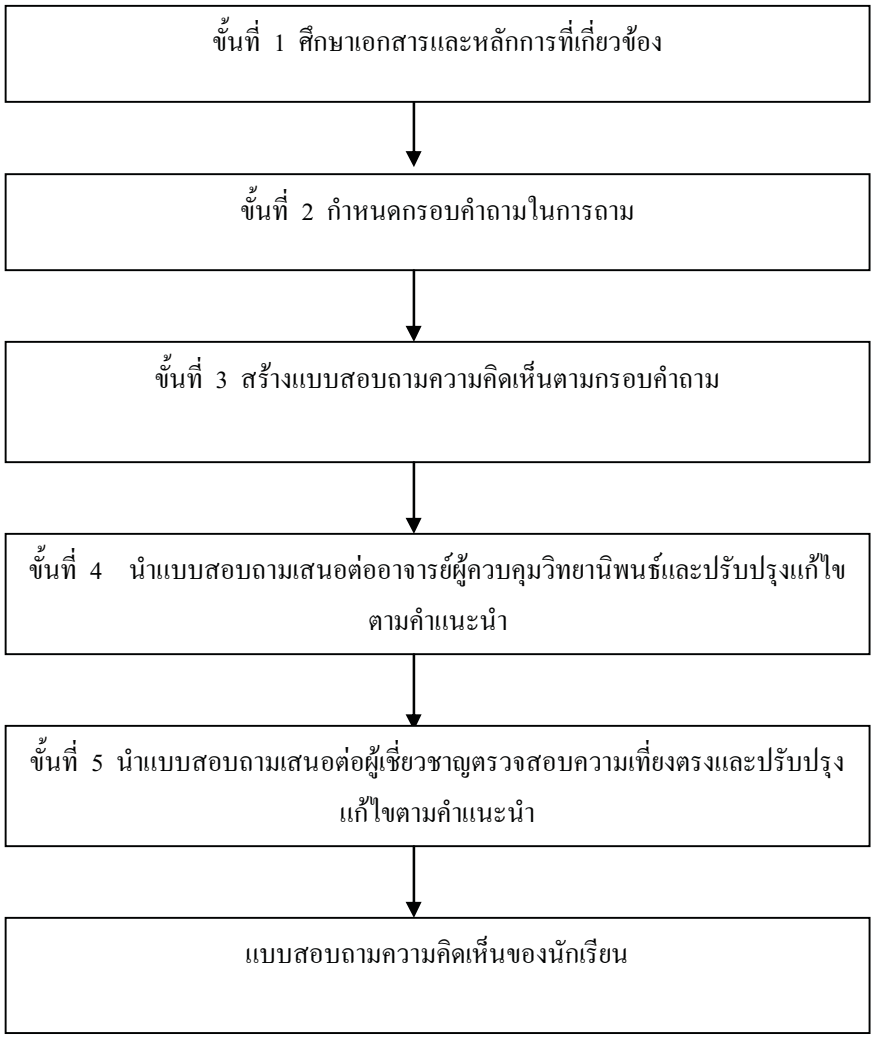
2.2 บรรยากาศในการเรียนรู้

2.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ที่ผู้สอนจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ปรับปรุงตารางโดยตัดช่องสำหรับผู้วิจัยออก

5. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ด้านภาษา และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) และค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบทดสอบมีค่า IOCเท่ากับ 1.00 โดยปรับปรุงข้อความของแบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 225-227) แล้วนำมาใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ดังแผนภูมิที่ 38



แผนภูมิที่ 38 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

การดำเนินการทดลองในการวิจัย

ในการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.2 ผู้วิจัยแนะนำวิธีจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในกลุ่มทดลองคือ นักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุม คือนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นเวลา 30 นาที

2. ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนด้วยตนเองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 517 โดยสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในห้องเรียนที่ใช้สอนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อน อันเนื่องมาจากตัวครู เช่น ประสบการณ์ เพศ อายุ ฯลฯ ได้ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือที่จัดเตรียมไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 เวลาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 สัปดาห์ โดยทำการสอนสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 16 ชั่วโมง

2.2 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวันตามเวลาการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามแผนจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ดังตาราง

ตารางที่ 17 ตารางสอนที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วัน /เวลา	**ชั่วโมงที่1**	**ชั่วโมงที่2**	**ชั่วโมงที่3**	**ชั่วโมงที่4 (พัก)**	**ชั่วโมงที่5**	**ชั่วโมงที่6**	**ชั่วโมงที่7**	**ชั่วโมงที่8**
จันทร์	2/5 ว 32101			-				
อังคาร				-		2/4 ว 32101		
พุธ				-				
พฤหัสบดี	2/4 ว 32101			-				
ศุกร์				-		2/5 ว 32101		

2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องหินและแร่ โดยมีแผนจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ดังนี้

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ลักษณะทั่วไปของหิน จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 หินตะกอน จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 หินอัคนี จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 หินแปร จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 แหล่งแร่ในประเทศไทย จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 สมบัติทางกายภาพของแร่ จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 ชนิดและประโยชน์ของแร่ จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 8 เชื้อเพลิงธรรมชาติ จำนวน 2 ชั่วโมง

2.4 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.4.1 ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

2.4.1.1 นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม ประเด็นหรือปัญหา

2.4.1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อระบุปัญหา

2.4.2 ขั้นตั้งสมมติฐานและนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

2.4.2.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ กำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

2.4.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง

2.4.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

2.4.3 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

2.4.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยมีอุปกรณ์ให้หรือทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

2.4.3.2 นักเรียนบันทึกผลการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นตามรูปแบบที่เตรียมไว้

2.4.4 ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือจากการสืบค้นข้อมูล

2.4.5 ขั้นสร้างข้อสรุป โดยเขียนแผนผังมโนทัศน์

2.4.5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือจากการสืบค้นข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล จากนั้นทำกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษาโดยอภิปรายเพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ

2.4.5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนทัศน์

2.4.5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์

2.4.5.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงแต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

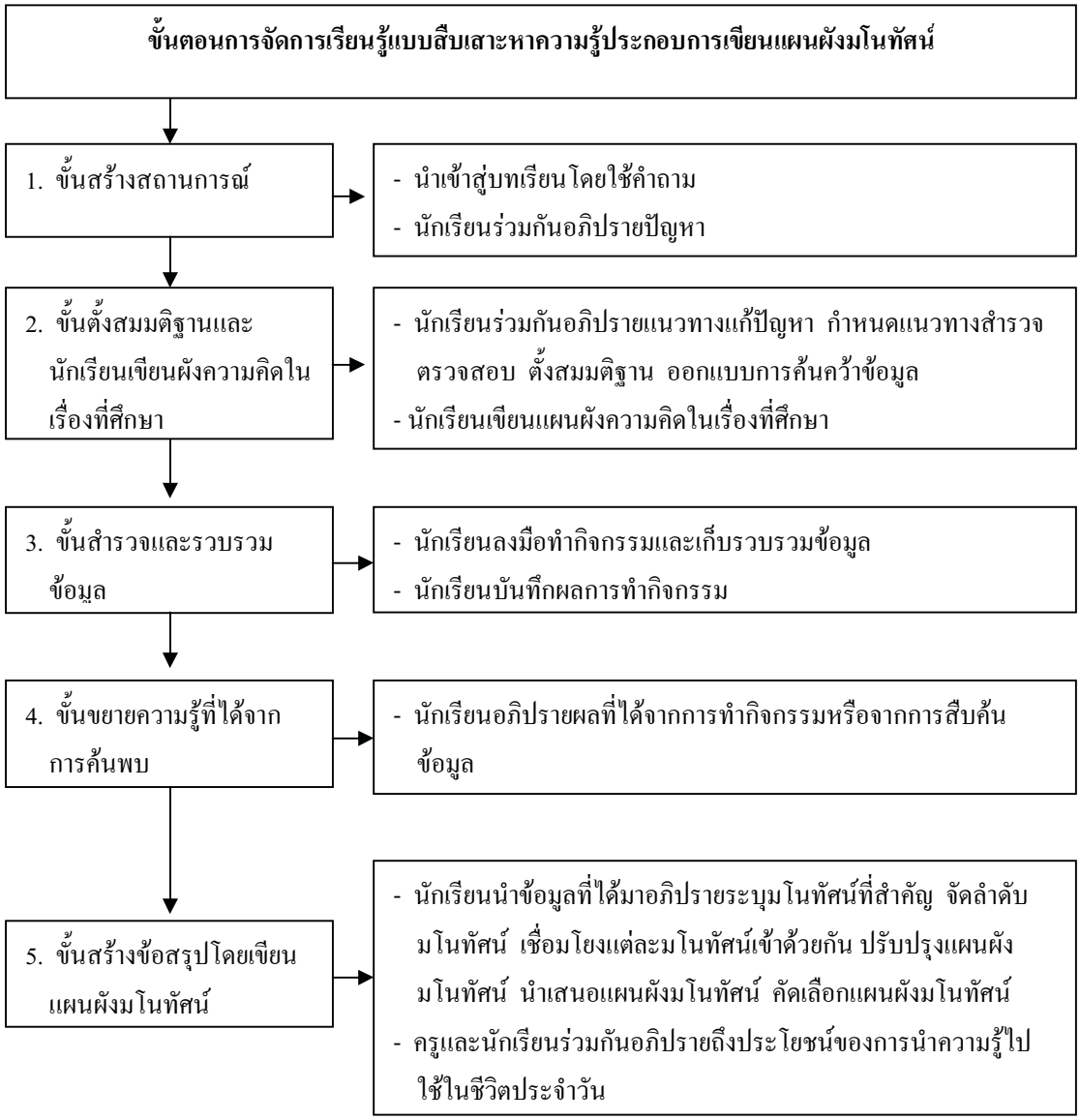
2.4.5.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุง แก้ไข แผนผังมโนทัศน์

2.4.5.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วลงในกระดาษ A 4 แล้วเสนอหน้าชั้นเรียน

2.4.5.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปลงในสมุด

2.4.5.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์สามารถสรุปเป็นแผนภูมิขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 39 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

2.5 วิธีการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสสวท. มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

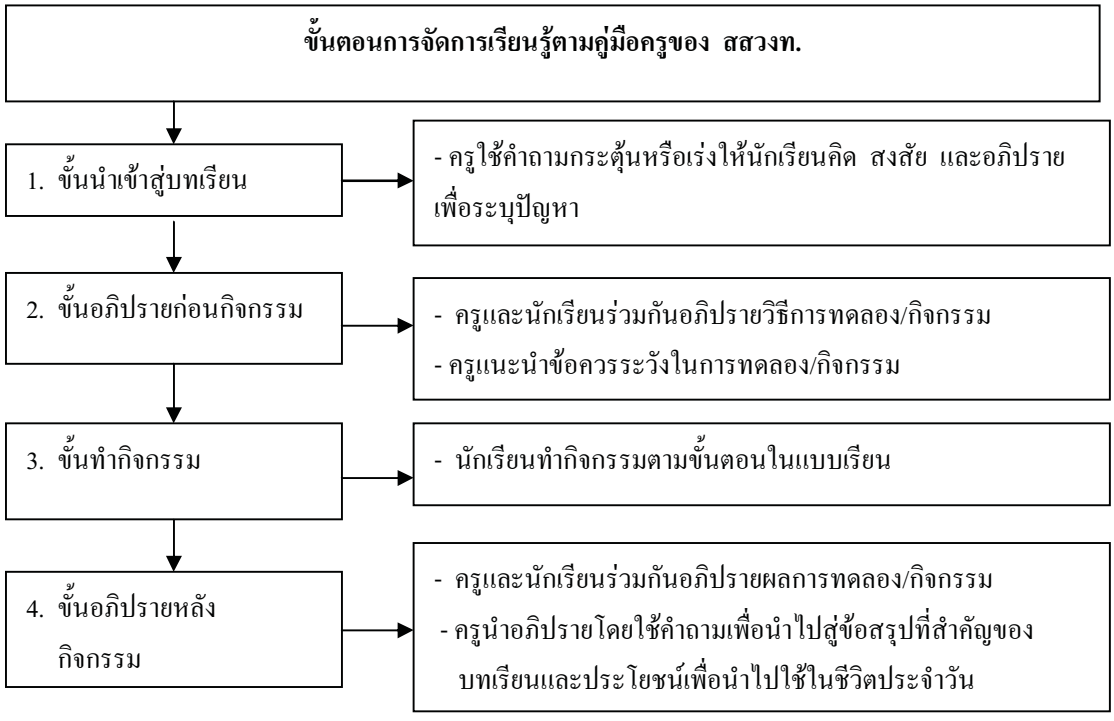
2.5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูนำอภิปรายดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ จากนั้นให้นักเรียนศึกษาแนวการทำการทดลอง/กิจกรรมในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหา

2.5.2 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง/กิจกรรม โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

2.5.3 ขั้นทำกิจกรรม นักเรียนทำการทดลอง/กิจกรรมตามขั้นตอนในแบบเรียนภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลอง/กิจกรรมแล้ว

2.5.4 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง/กิจกรรม ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือการศึกษามาอภิปรายร่วมกัน โดยครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนเพื่อไปสู่ข้อสรุปให้ได้แนว ความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ ของความรู้ที่ได้ใหม่เพื่อนำไป ใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. สามารถสรุปเป็นแผนภูมิขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 40 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

3. ขั้นหลังการทดลอง ภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลองการสอน ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องหินและแร่ ไปทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ (Posttest) เพื่อวัดผลการเรียนรู้ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องหินและแร่ ไปสอบถามนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือสำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การตรวจสอบคุณภาพของแผนจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 184-185)

1.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

1.2.1 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence : IOC) (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 186-194)

1.2.2 ตรวจสอบค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบปรนัย ค่าความยากง่าย (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 198-200)

1.2.3 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 201)

1.3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นโดยโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็น (Index of Item Objective Congruence : IOC) (รายละเอียดดังภาคผนวก ข หน้า 195-196)

2. การทดสอบสมมติฐาน

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ใช้ค่าสถิติ ดังนี้

2.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

2.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.1.3 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลการ

เรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้ โดยการทดสอบสถิติที (t-test) แบบเป็นอิสระต่อกัน Independent (รายละเอียดดังภาคผนวก ค หน้า 203-204)

2.2 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน 2 ฉบับที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศในการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็น 5 ระดับ ใช้ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา

สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอภาพรวมของการวิจัย ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	วิธีการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ/การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล จำนวน 2 ห้องเรียน	แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบสถิติที (t-test) แบบเป็นอิสระต่อกัน (Independent)
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.	การสอบถามความคิดเห็น	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล จำนวน 2 ห้องเรียน	แบบสอบถามความคิดเห็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ (%)ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ และการวิเคราะห์เนื้อหาของแบบสอบถามปลายเปิด

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แผนการวิจัยแบบการทดลองแท้จริง (True Experimental Designs) แบบศึกษาโดยการสุ่มสองกลุ่มวัดหลังทดลองครั้งเดียว (Randomized Posttest - Only Control Group Design) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตการศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 50 คน กลุ่มควบคุม 50 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. โดยใช้การทดสอบสถิติที (t-test) แบบเป็นอิสระต่อกัน (Independent) และข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ (%)ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ จำนวน 50 คน และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. จำนวน 50 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยตนเอง เพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์และข้อคำถามการวิจัย ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง หินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1 ผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันหรือไม่ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลการทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

การจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	p
แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์	50	40	31.60	3.78	4.59	.000
ตามคู่มือครูของ สสวท.	50	40	27.56	5.02		

จากตารางที่ 19 พบว่าคะแนนผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้ (Posttest) เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 31.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.78 ส่วนคะแนนผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้ (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 27.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 5.02 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการทดสอบสถิติที (t-test) แบบอิสระต่อกัน (Independent) ได้ค่า t เท่ากับ 4.59 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน โดยคะแนนผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 จากการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบ

การเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. อยู่ในระดับใดและเป็นอย่างไร

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนสาระวิทยาศาสตร์เรื่องหินและแร่ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ระดับความคิดเห็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนสาระวิทยาศาสตร์เรื่องหินและแร่ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ รายละเอียดดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ระดับความคิดในเห็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ความคิดเห็น	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนค้นคว้าโดยใช้กระบวน การคิดและทักษะการแก้ปัญหาจากการศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา	4.24	0.63	เห็นด้วยมาก	(4)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนได้สืบค้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน และจากการออกแบบการทดลอง	4.28	0.76	เห็นด้วยมาก	(2)
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจน ถูกต้องจากการเขียนแผนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา	4.28	0.70	เห็นด้วยมาก	(2)
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะและรู้จักการทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.22	0.68	เห็นด้วยมาก	(5)

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ความคิดเห็น	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้นจากการนำข้อมูลจากการทดลองและศึกษาความรู้เพิ่มเติมมาเขียนแผนผังมโนทัศน์	4.36	0.69	เห็นด้วยมาก	(1)
รวม	4.27	0.47	เห็นด้วยมาก	**1**
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้				
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.24	0.74	เห็นด้วยมาก	(2)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดเป็นระบบ	4.22	0.68	เห็นด้วยมาก	(3)
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีอิสระและสร้างบรรยากาศในการเรียนที่ดี	4.12	0.82	เห็นด้วยมาก	(4)
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผล ร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ	4.24	0.63	เห็นด้วยมาก	(1)
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนๆ	3.94	0.84	เห็นด้วยมาก	(5)
รวม	4.15	0.48	เห็นด้วยมาก	**3**
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.20	0.70	เห็นด้วยมาก	(3)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นอกกรอบที่แตกต่างจากบทเรียน	4.28	0.76	เห็นด้วยมาก	(1)

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ความคิดเห็น	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
3. การจัดการเรียนรู้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	4.18	0.78	เห็นด้วยมาก	(4)
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจดจำได้นาน	4.28	0.76	เห็นด้วยมาก	(1)
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.20	0.70	เห็นด้วยมาก	(3)
รวม	4.19	0.50	เห็นด้วยมาก	2
รวมทุกด้าน	4.20	0.49	เห็นด้วยมาก	

จากตารางที่ 20 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง หินและแร่ มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 4.20 , S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับแรก ($\overline{X}$ = 4.27 , S.D. = 0.47) ลำดับที่ 2 คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.19 , S.D. = 0.50) และลำดับที่ 3 คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.15 , S.D. = 0.48)

เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้

ชัดเจนมากขึ้นจากการนำข้อมูลจากการทดลองและศึกษาความรู้เพิ่มเติมมาเขียนแผนผังมโนทัศน์ ($\overline{X}$ = 4.36 , S.D. = 0.69) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจน ถูกต้องจากการเขียนแผนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา ($\overline{X}$ = 4.28 , S.D. = 0.70) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนได้สืบค้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน และจากการออกแบบการทดลอง ($\overline{X}$ = 4.28 , S.D. = 0.76) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนค้นคว้าโดยใช้กระบวนการคิดและทักษะการแก้ปัญหาจากการศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา ($\overline{X}$ = 4.24 , S.D. = 0.63) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะและรู้จักการทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 4.22 , S.D. = 0.68)

ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 2 ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นอกกรอบที่แตกต่างจากบทเรียน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจดจำได้นาน ($\overline{X}$ = 4.28 , S.D. = 0.76) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 4.20 , S.D. = 0.76) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ($\overline{X}$ = 4.20 , S.D. = 0.70) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ($\overline{X}$ = 4.18 , S.D. = 0.78)

ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 3 ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผล ร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ ($\overline{X}$ = 4.24 , S.D. 0.63) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ($\overline{X}$ = 4.24 , S.D. = 0.74) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการ

คิดอย่างเป็นระบบ ($\overline{X}$ = 4.22 , S.D. = 0.68) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีอิสระและสร้างบรรยากาศในการเรียนที่ดี ($\overline{X}$ = 4.12 , S.D. = 0.82) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนๆ ($\overline{X}$ = 3.94 , S.D. = 0.84)

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอิสระของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะอิสระของ นักเรียนที่มีต่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ประเด็น	**รายการ/ข้อคิดเห็น**	จำนวน	**คิดเป็นร้อยละ**
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง	10	20.00
	2. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดกับเพื่อน ๆ	35	70.00
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้	1. ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการทำงาน	37	74.00
	2. ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนที่ดี	22	44.00
	3. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าครูควรพานักเรียนออกไปทำกิจกรรมหรือเขียนแผนผังมโนทัศน์นอกห้องเรียน เช่น บริเวณนาข้าวข้างโรงเรียน บริเวณสวนผักในชุมชน บริเวณโต๊ะหินอ่อนด้านหน้าโรงเรียน	49	98.00
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. การเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจัดลำดับของเนื้อหาได้	22	44.00
	2. การเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้	30	60.00

จากตารางที่ 21 พบว่า ผลการประมวลข้อคิดเห็นจากการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอิสระของนักเรียนที่มีต่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นด้านบรรยากาศการเรียนรู้เรียงลำดับร้อยละของจำนวนนักเรียนจากมากสุดไปน้อยสุด สรุปได้ดังนี้ นักเรียนเห็นว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน

ร่วมกันแสดงความคิดกับเพื่อน ๆ คิดเป็นร้อยละ 70.00 เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 20.00 ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าครูควรพานักเรียนออกไปทำกิจกรรมหรือเขียนแผนผังมโนทัศน์นอกห้องเรียน เช่น บริเวณนาข้าวข้างโรงเรียน บริเวณสวนผักในชุมชน บริเวณโต๊ะหินอ่อนด้านหน้าโรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 98.00 ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการทำงาน คิดเป็นร้อยละ 74.00 ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนที่ดี คิดเป็นร้อยละ 44.00 และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ คิดเป็นร้อยละ 60.00 การเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจัดลำดับของเนื้อหาได้ คิดเป็นร้อยละ 44.00

ข้อสังเกตจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นตอนที่ 1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยใช้คำถาม ประเด็น หรือปัญหา ครูต้องช่วยชี้แนะและเดินดูนักเรียนทุกกลุ่มอย่างใกล้ชิด นักเรียนจึงปฏิบัติได้

2. ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐานและนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการออกแบบการทดลองหรือออกแบบการค้นคว้าข้อมูล แนะนำแนวทางแก้ปัญหาหรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้และนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา ซึ่งในการเขียนผังความคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการทำการทดลองนักเรียนไม่เคยเขียนมาก่อน ในขั้นตอนนี้ต้องใช้เวลามากครูต้องให้คำชี้แนะ และช่วยนักเรียนแก้ไขปรับปรุงจนผังมโนทัศน์ถูกต้อง และอธิบายให้นักเรียนมองเห็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยจะเชื่อมโยงกับการเขียนตารางบันทึกผลการทดลอง และครูให้ความรู้แก่นักเรียนต่อไปว่า ตารางบันทึกผลที่ดีต้องมีทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

3. ขั้นตอนที่ 5 การสร้างข้อสรุป โดยเขียนแผนผังมโนทัศน์ ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะใช้เวลานานในการเขียนสรุปความรู้ ปรับปรุง แก้ไขแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียน และนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปลงในสมุด ซึ่งในบางแผนจัดการเรียนรู้ครูแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปความรู้เป็นการบ้านแล้วมานำเสนอในชั่วโมงต่อไป

2.2 ระดับความคิดเห็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน

สาระวิทยาศาสตร์ เรื่องหินและแร่ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มีรายละเอียดดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ระดับความคิดเห็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ความคิดเห็น	การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าโดยใช้กระบวนการคิดและทักษะการแก้ปัญหา	3.88	0.59	เห็นด้วยมาก	(2)
2. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนได้สืบค้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	3.82	0.72	เห็นด้วยมาก	(3)
3. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาความรู้จากการทดลอง	4.02	0.82	เห็นด้วยมาก	(1)
4. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการใช้คำถามเป็นสื่อ	3.74	0.78	เห็นด้วยมาก	(5)
5. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่สำคัญของบทเรียนจากการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป	3.82	0.80	เห็นด้วยมาก	(4)
รวม	3.86	0.55	เห็นด้วยมาก	1
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้				
1. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ	3.78	0.62	เห็นด้วยมาก	(1)
2. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด	3.72	0.57	เห็นด้วยมาก	(2)
3. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียน	3.58	0.73	เห็นด้วยมาก	(5)

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ความคิดเห็น	การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
4. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผลร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ	3.60	0.64	เห็นด้วยมาก	(4)
5. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน	3.70	0.79	เห็นด้วยมาก	(3)
รวม	3.68	0.39	เห็นด้วยมาก	3
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	3.60	0.88	เห็นด้วยมาก	(5)
2. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนรู้จักวิธีการทำงานอย่างมีระบบ	3.78	0.74	เห็นด้วยมาก	(2)
3. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.84	0.77	เห็นด้วยมาก	(1)
4. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนและเพื่อนช่วยเหลือกันในการทำงานกลุ่มและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	3.66	0.80	เห็นด้วยมาก	(4)
5. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	3.73	0.87	เห็นด้วยมาก	(3)
รวม	3.72	0.54	เห็นด้วยมาก	2
รวมทุกด้าน	3.75	0.49	เห็นด้วยมาก	

จากตารางที่ 22 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง หินและแร่ มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.75 , S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับแรก ($\overline{X}$ = 3.86 , S.D. = 0.55) รองลงมา

คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 3.72 , S.D. = 0.54) และ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 3.68 , S.D. = 0.39) เป็นลำดับสุดท้าย

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาความรู้จากการทดลอง ($\overline{X}$ = 4.02 , S.D. = 0.82) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าโดยใช้กระบวนการคิดและทักษะการแก้ปัญหา ($\overline{X}$ = 3.88 , S.D. = 0.59) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนได้สืบค้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ($\overline{X}$ = 3.82 , S.D. = 0.72) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่สำคัญของบทเรียนจากการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ($\overline{X}$ = 3.82 , S.D. = 0.80) และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการใช้คำถามเป็นสื่อ ($\overline{X}$ = 3.74 , S.D. = 0.78)

ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 2 ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 3.84 , S.D. = 0.77) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนรู้จักวิธีการทำงานอย่างมีระบบ ($\overline{X}$ = 3.78, S.D. = 0.74) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ($\overline{X}$ = 3.73 , S.D. = 0.87) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนและเพื่อนช่วยเหลือกันในการทำงานกลุ่มและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น $\overline{X}$ = 3.66, S.D. = 0.80) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 3.60 , S.D. = 0.88)

ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 3 ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ ($\overline{X}$ = 3.78 , S.D. = 0.62) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ($\overline{X}$ = 3.72 , S.D. = 0.57) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ($\overline{X}$ = 3.70 , S.D. = 0.79) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผลร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ

($\overline{X}$ = 3.60 , S.D. = 0.64) การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียน ($\overline{X}$ = 3.58 , S.D. = 0.73)

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. โดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอิสระของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะอิสระของนักเรียนที่มีต่อจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ประเด็น	รายการ/ข้อคิดเห็น	จำนวน	คิดเป็นร้อยละ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดี ทำให้มีทักษะการทดลองมากขึ้น	29	58.00
	2. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง	12	24.00
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้	1. ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ	10	20.00
	2. การทำงานเป็นกลุ่มทำให้มีความสัมพันธ์กับเพื่อนมากขึ้น	34	68.00
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. การอภิปรายผลการทดลองทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น	32	64.00
	2. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	8	16.00

จากตารางที่ 23 พบว่า ผลการประมวลข้อคิดเห็นจากการวิเคราะห์แบบสอบความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอิสระของ นักเรียนที่มีต่อจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียงลำดับร้อยละของจำนวนนักเรียนจากมากสุดไปน้อยสุด สรุปได้ดังนี้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดี ทำให้มีทักษะการทดลองมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 58.00 เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 24.00 ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ การทำงานเป็นกลุ่มทำให้มีความสัมพันธ์กับเพื่อนมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 68.00 ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ คิดเป็นร้อยละ 20.00 และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การอภิปรายผลการทดลองทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 64.00 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน คิดเป็นร้อยละ 16.00

ข้อสังเกตจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. สรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมตามกิจกรรมในแบบเรียนซึ่งกำหนดขั้นตอนการทดลองมาแล้วจึงทำกิจกรรมเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด

2. ในการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม การอภิปรายก่อนกิจกรรมและการอภิปรายหลังกิจกรรม นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนและการบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยใช้คำถาม ประเด็น หรือปัญหานั้นนักเรียนบางส่วนยังระบุปัญหาไม่ถูกต้อง ซึ่งครูต้องคอยแนะนำหรือเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน และนักเรียนเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา นักเรียนต้องใช้เวลานานในการเขียนผังความคิด แต่เมื่อนักเรียนเขียนผังความคิดได้แล้วนักเรียนจะเข้าใจวิธีการทดลอง และสามารถระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลองได้ถูกต้อง และขั้นตอนที่ 5 ขั้นสร้างข้อสรุปโดยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ จะใช้เวลานานในการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผังมโนทัศน์และปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนทัศน์ให้เหมาะสม ซึ่งการเขียนแผนผังมโนทัศน์นักเรียนจะเข้าใจบทเรียนและจดจำความรู้ได้นาน ส่วนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูนำอภิปรายดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียนที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนไม่ได้การออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์เรื่องหินและแร่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แผนการวิจัยแบบการทดลองแท้จริง (True Experimental Designs) แบบศึกษาโดยการสุ่มสองกลุ่มวัดหลังทดลองครั้งเดียว (Randomized Posttest - Only Control Group Design) โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. และ 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ประชากรในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 จำนวน 9 ห้องเรียน รวม 470 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมิน ทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. โดยการทดสอบสถิติที (t-test) แบบเป็นอิสระต่อกัน (Independent) และข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

2. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีระดับความคิดเห็นเรียงตามลำดับ ได้แก่ ลำดับที่ 1 คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้นจากการนำข้อมูลจากการทดลองและศึกษาความรู้เพิ่มเติมมาเขียนแผนผังมโนทัศน์ รองลงมา คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นอกกรอบที่แตกต่างจากบทเรียนและทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจดจำได้นาน และด้านบรรยากาศการเรียนรู้ โดยมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผล ร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ เป็นลำดับสุดท้าย

3. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีความเห็นเรียงตามลำดับ ได้แก่ ลำดับที่ 1 คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาความรู้จากการทดลอง รองลงมา คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านบรรยากาศการเรียนรู้ โดยมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ เป็นลำดับสุดท้าย

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. สามารถนำไปสู่การอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้ผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เป็นการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ในการเรียน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ อันจะนำไปสู่การคิดและแก้ปัญหา ประกอบด้วยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการอภิปรายกระตุ้นจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหา ให้ผู้เรียนสงสัย อยากรู้คำตอบ จากนั้นนักเรียนคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าด้วยการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองและเขียนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา ใช้กิจกรรมการทดลองในการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเสาะหาความรู้ และการอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่สำคัญของบทเรียนและเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่โดยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ที่แสดงความสัมพันธ์ของความรู้โดยใช้แผนผัง แผนภาพ หรือแผนภูมิ โดยใช้คำเชื่อมให้เป็นหน่วยคำที่มีความหมาย ทำให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาเชื่อมโยงสรุปเป็นความคิดรวบยอด (Concept) ทำให้เกิดความเข้าใจในบทเรียนช่วยพัฒนาทักษะการคิดส่งผลให้ผลการเรียนรู้สูงขึ้น และสามารถนำมาบูรณาการในทุกรูปแบบและแนวการจัดการเรียนรู้ใช้ได้กับทุกกลุ่มสาระ สอดคล้องกับแนวคิดของ ซันด์ และ โทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1974 : 53-55) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดทางสมอง ได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง รวมถึงการสังเคราะห์ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้และให้คำแนะนำโดยใช้กระบวนการทดลองและการอภิปรายซักถาม สอดคล้อง

กับแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 77) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการหรือวิธีคิด หรือวิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องมีการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุป รวมทั้งทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งทักษะต่าง ๆ ดังกล่าว ถ้ามีการใช้อย่างสม่ำเสมอ ผู้เรียนสามารถที่จะประยุกต์ใช้ในอนาคตได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ ซัคน์ (Schunk 2008 : 294) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไม่ใช่การจัดการเรียนรู้แบบอธิบาย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการแนะนำเพียงเล็กน้อยโดยการนำเสนอหรือการตั้งปัญหา ประสบการณ์ และการสร้างองค์ความรู้ในการเรียนรู้แบบการค้นพบ สอดคล้องกับแนวคิดของ ชาตรี เกิดธรรม (2545 : 36) และ กู๊ด (Good 1973 : 303, อ้างถึงใน สัญญารัก ปรางทอง 2539 : 15) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีจัดการเรียนรู้หรือเป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น และเสาะแสวงหาความรู้ ทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ อัลเฟรด (Alfred 1997 : 1-2) และ คีนเนท (Kenneth 2005 : 300) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายโดยการตั้งปัญหา มีจุดเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหามากกว่าที่จะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีการกำหนดรูปแบบในการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนที่แตกต่างกันก็มีวิธีการที่แตกต่างกันในการสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ และการเขียนแผนผังมโนทัศน์ วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 52-53) กล่าวว่า การใช้แผนผังมโนทัศน์แสดงถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงเรื่องราวสาระความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งกว้างขวางมากขึ้น ช่วยในการจำ ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดโดยสร้างแผนผังเชื่อมโยง สอดคล้องกับงานวิจัยของ มนมนัส สุดสิ้น (2543 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สากิยา แก้วนิมิตร

(2548 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สุโขทัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สุโขทัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบบรรยาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ กชรัตน์ วิกล (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินตามสภาพจริง เรื่องการแยกสารและสารละลายกรด-เบส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินตามสภาพจริง มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านพัฒนาการผลการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมในการเรียนสูงกว่านักเรียนได้รับการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินแบบเดิม สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลีกร นนทโคตร (2549 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สุโขทัย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องประวัติศาสตร์สุโขทัย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงใจ บุญประคอง (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ เรื่องการดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องการดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องการดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องการดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับงาน วิจัยของ ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์ (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม หลังจัดการเรียนรู้มีผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มหลัง

เรียนมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิลเลี่ยม (William 1981 : 16505-A , อ้างถึงใน อัญชรีกร นนทโคตร 2549 : 86) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กับการจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ ลออ อางนานนท์ (2542 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องสิ่งแวดล้อมทางสังคม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองภายหลังการทดลองมีผลการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำผึ้ง บุญวิชัย (2547 : บทคัดย่อ) ศึกษาพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและชีวิตพืช ของนักเรียนก่อนและหลังใช้ชุดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังใช้ชุดการเรียนรู้นักเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รังสรรค์ พลสมัคร (2548 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนของนักศึกษา วิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์กรเบื้องต้น หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นเทคนิคการใช้แผนผังมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นเทคนิคการใช้แผนผังมโนทัศน์มีผลการเรียนรู้วิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรม และองค์กรเบื้องต้นสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนการรู้แบบบูรณาการที่เน้นเทคนิคการใช้แผนผังมโนทัศน์ มีเจตคติต่อการเรียนวิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรม และองค์กรเบื้องต้นสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดรุณา พ่วงพิศ (2548 : บทคัดย่อ) ศึกษาพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการเรียนรู้หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สัมฤทธิ์ บุญนิยม (2548 : บทคัดย่อ) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องพืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่

จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องพืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ มีคะแนนผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลอนคาริค (Loncaric 1986 : 2006 – A , อ้างถึงใน ศิริพร ทุเครือ 2544 : 37) ได้ศึกษาผลการใช้แผนผังมโนทัศน์มาเป็นวิธีจัดการเรียนรู้วิชาสังคมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า คะแนนจากแบบทดสอบวิชาสังคมศึกษาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านระดับสูงและระดับต่ำ ซึ่งสรุปได้ว่า การสร้างแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในการเรียนวิชาสังคมศึกษา และเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนทั้งที่มีความสามารถในการอ่านสูงและต่ำ และแผนผังมโนทัศน์สามารถนำไปใช้ในวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนประถมศึกษาทุกระดับชั้น

2. ผลจากการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยอยู่ในระดับมากทุกด้าน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับแรก คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เหมาะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเสาะแสวงหาความรู้ประกอบ ด้วยการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2537 : 6) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการทดลองเป็นกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปพัฒนาให้เกิดผล สอดคล้องกับแนวคิดของ เบญจมาศ ปทุมวัน (2546 : 89) ที่กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมี

ระบบซึ่งก่อให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา การค้นหาและการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้นจากการนำข้อมูลจากการทดลอง และศึกษาความรู้เพิ่มเติมมาเขียนแผนผังมโนทัศน์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองจากสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนดให้ เพื่อนำมาระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ส่วนการเขียนแผนผังความคิดเกี่ยวกับวิธีการทดลอง ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและลำดับวิธีการทดลองได้ เมื่อผู้เรียนได้ข้อค้นพบแล้ว มีการนำผลมาอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เป็นกระบวนการนำความรู้ที่มีอยู่อย่างมากมายมาจัดให้เป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545 : 136) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง สอดคล้องกับแนวคิดของ โนแวค และโกวิน (Novak and Gowin 1984 : 15, อ้างถึงใน มหิศร นันตโลหิต 2550 : 42) ที่กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์มีจุดมุ่งหมายที่จะแสดงความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในรูปของหัวข้อตั้งแต่ 2 หัวข้อขึ้นไป โดยใช้คำเชื่อมให้เป็นหน่วยคำที่มีความหมาย สอดคล้องกับแนวคิดของ สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์ (2544 : 21) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนสามารถนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้สำหรับจดบันทึกความรู้ การสรุป การอภิปราย การทบทวนความรู้ ส่วนประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะและรู้จักการทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เป็นการจัดกิจกรรมโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการทดลอง/ทำกิจกรรมแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ที่ให้ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักวิธีการค้นหาคำตอบและมีทักษะในการแก้ปัญหา รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง และรู้จักรับผิดชอบต่อตนเอง สอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงค้า และจิต นวนแก้ว (2532 : 5-9) ที่กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ และสอดคล้องกับแนวคิดของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 120-121) ที่กล่าวว่า การทดลองเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการนำไปสู่การฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น

ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเด็นที่นักเรียนมีความเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 มี 2 รายการ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นอกกรอบที่แตกต่างจากบทเรียน และทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจดจำได้นาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิดที่หลากหลาย เชื่อมโยงความคิดของผู้เรียนโดยการระดมสมองที่ไม่จำกัดอยู่ในบทเรียน ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้อย่างถ่องแท้หลากหลายจึงเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 53) ที่กล่าวว่า การใช้แผนผังมโนทัศน์แสดงถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงเรื่องราวสาระของความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ เหมาะสมกับการเรียนรู้ปัจจุบันที่เป็นการเรียนรู้แบบกลุ่ม แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือสำหรับการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพโดยจะต้องมีกิจกรรมกลุ่มแบบระดมสมอง (Brain storming) เพื่อหาคำตอบหรือหาข้อสรุปที่หลากหลาย นอกจากนั้นยังสามารถนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในแก้ปัญหา และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 26) ที่กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ได้ การศึกษาด้วยตนเองมีโอกาสพัฒนาความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิด สามารถเรียนรู้มโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็ว สอดคล้องกับแนวคิดของ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 24) ที่กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นปัจจัยที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับการสร้างมโนทัศน์แก่ผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2548 : 49) ที่กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่แสดงความคิดหรือแสดงข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบระเบียบในรูปแบบต่าง ๆ ช่วยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจายจำนวนมากมาจัดให้เป็นระเบียบ สามารถอธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำความรู้เนื้อหาสาระนั้น ๆ ได้ง่ายและได้นาน เนื่องจากมีความเชื่อว่าคนเราจะสามารถจดจำสิ่งที่เป็นรูปภาพได้ดีกว่าตัวหนังสือ ดังนั้นแผนผังมโนทัศน์จึงเป็นการประมวลความคิดของผู้เรียนที่เป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นได้ และอธิบายได้ชัดเจน รวมทั้งสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและเกิดความคิด

ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับแนวคิดของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 15) ที่กล่าวว่า การสร้างความรู้เองทำให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งความรู้ใหม่จากการสร้างจะสามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และถูกจัดเก็บไว้ในความจำระยะยาว (long-term memory) ทำให้สามารถจดจำได้ถาวร ส่วนประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นการนำความรู้ที่มีอยู่อย่างมากมายหรือกระจัดกระจาย มาจัดให้เป็นระบบระเบียบโดยการเขียนแผนภูมิเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างเป็นลำดับขั้นจากความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี (2549 : 53) ที่กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นเทคนิคหนึ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งกว้างขวางมากขึ้น ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดโดยสร้างแผนผังเชื่อมโยง และการคิดที่ชัดเจนถ้าฝึกการใช้อย่างสม่ำเสมอจะสามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้ การใช้แผนผังมโนทัศน์เป็นการใช้สายตาและสมองในเวลาเดียวกันช่วยทำให้มองเห็นการทำงานของสมอง สอดคล้องกับแนวคิดของ น้ำผึ้ง มีนิล (2545 : 30) ที่กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดและแสดงแบบการคิดที่เข้าใจง่ายสามารถอธิบายและมองเห็นได้อย่างเป็นระบบชัดเจน

ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ประเด็นที่นักเรียนมีความเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผลร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มช่วยส่งเสริมความคิดที่หลากหลาย มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เป็นการฝึกให้เป็นคนมีเหตุผล เกิดความกระตือรือร้นยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การยอมรับซึ่งกันและกันเป็นสิ่งที่จะนำไปสู่สัมพันธภาพที่ดี ส่งผลให้ประสบผลสำเร็จในการทำงานร่วมกันในกลุ่มเพื่อน ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของ มาลีวรรณ์ ศรีใหม่ (2548 : 48) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้นำศักยภาพของตนเองมาเสริมสร้างความสำเร็จในการสร้างความสำเร็จของกลุ่ม และสอดคล้องกับแนวคิดของ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2544 : 103) ที่กล่าวว่า วิธีการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้มากที่สุดคือกระบวนการกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มต้องช่วยเหลือกันและกัน แลกเปลี่ยนแบ่งปันประสบการณ์ซึ่งกันและกันให้มากที่สุด ได้พูดคุยและอภิปรายร่วมกันและได้ร่วมกันสรุปความคิดรวบยอด และสอดคล้องกับแนวคิดของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 34) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและนำไปปฏิบัติทีละขั้นตอน เป็นการจัดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เกิดความสำเร็จในการเรียนรู้ การที่ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ส่วนประเด็นที่

นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อน ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ได้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น สอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา แขมมณี (2548 : 121) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีการเคลื่อนไหวทางสังคม หรือมีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อมรอบตัวเป็นสิ่งที่ดีเนื่องจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม การได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกันและกันจะช่วยขยายขอบเขตของการเรียนรู้ให้กว้างขึ้น และกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการที่สนุก มีชีวิตชีวามากขึ้นหากผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และสอดคล้องกับแนวคิดของ สุรพล พยอมแย้ม (2544 : 103) ที่กล่าวว่า การเสริมสร้างสัมพันธภาพที่ดีหรือการมีกลุ่มเพื่อนเพื่อการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนแต่ละคนตระหนักถึงการอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มรู้จักช่วยเหลือเพื่อน ๆ โดยเฉพาะด้านการเรียนและต้องจัดบรรยากาศหรือสร้างโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมมากที่สุด

สำหรับข้อสังเกตในขณะทำการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการเรียนเรื่องหินและแร่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์นั้นนักเรียนบางส่วนยังระบุปัญหาไม่ถูกต้อง ซึ่งครูต้องคอยแนะนำหรือเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่านักเรียนส่วนใหญ่เคยชินกับการจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย นักเรียนไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น ได้อภิปรายแสดงความคิดเห็น ได้ถามข้อสงสัยและฝึกการระบุปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (ทิศนา แขมมณี 2548 :70, 106 - 107) ที่กล่าวว่า มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนเองได้ดีหากอยู่ในสภาพการณ์ที่ผ่อนคลายและเป็นอิสระ การจัดบรรยากาศการเรียนที่ผ่อนคลายและเอื้อต่อการเรียนรู้และเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูจัดการเรียนรู้แบบชี้แนะและทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

3. ผลจากการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยอยู่ในระดับมากทุกด้าน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับแรก คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นกิจกรรมที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดแนวทางและทักษะที่สำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวความคิดหลัก เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม ตัวอย่างการอภิปรายหลังกิจกรรม และความรู้เพิ่มเติมสำหรับครูเพื่อนำไปอภิปรายเพิ่มเติมให้นักเรียนได้มีความรู้เพิ่มเติมจากสาระที่เรียน สอดคล้องกับคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2547 : คำชี้แจง) ที่กล่าวว่า คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มุ่งหวังที่จะให้เป็นแนวทางสำหรับครู เพื่อเตรียมและดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งมีการแนะแนวทางการจัดการเรียนรู้ วิธีการทดลอง/การทำกิจกรรม มีการให้ตัวอย่างผลการทดลอง/การทำกิจกรรม อภิปรายก่อนการทดลอง/การทำกิจกรรม และอภิปรายหลังการทดลอง/การทำกิจกรรม มีข้อสรุปในแต่ละเรื่อง ตลอดจนความรู้เพิ่มเติมที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ เบญจพร ปัณฑพลังกูร (2551 : 7) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิดโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูจะทำหน้าที่จัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาเป็นโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการจัดการเรียนรู้และใบงานเป็นสื่อ

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาความรู้จากการทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การทดลองเป็นวิธีการตรวจสอบสมมติฐานที่ผู้เรียนตั้งขึ้นว่าถูกต้องหรือไม่ เป็นขั้นตอนของการลงมือทำการทดลองหรือทำการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดข้อค้นพบที่สอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนสงสัย สอดคล้องกับแนวคิดของ วรรณทิพา รอดแรงค้า และจิต นวนแก้ว (2532 : 5-9) ที่กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และ การบันทึกผลการทดลอง ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่า ตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ถูกควบคุม ในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวแปรหนึ่งเท่านั้นที่มีต่อผลการทดลองและเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้นั้นเกิดจากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลอง และสอดคล้องกับแนวคิดของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 15) ที่กล่าวว่า การค้นพบความรู้ด้วยตนเองนั้นผู้เรียนต้องใช้กระบวนการทางปัญญาสร้างความรู้เอง เป็นสิ่งที่ผู้สอนไม่สามารถสร้างให้ได้ ส่วนประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนได้เรียนรู้จากการใช้คำถามเป็นสื่อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูต้องใช้คำถามนำไปสู่การอภิปรายก่อนการทำกิจกรรม และการอภิปรายหลังกิจกรรม

การใช้คำถามเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิด คำถามต่าง ๆ เป็นการสะท้อนความสนใจของผู้เรียนหรือเป็นสื่อสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้อยากเห็น ผู้เรียนแต่ละวัยมีข้อสงสัย ความสนใจและความต้องการที่แตกต่างกันไป คำถาม ความสนใจ เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนของผู้เรียนทุกคน สอดคล้องกับแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี (2552 : 20-21, 101-102) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือ คำถามหรือการถามคำถาม (Asking Questions) การจัดการศึกษาควรมุ่งเน้นและให้ความสำคัญต่อวิธีการแสวงหาความรู้และการจัดการกับความรู้ มีทักษะการคิดความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการการเรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลเป็นความรู้ที่มีความหมายมาก (Meaningful Knowledge) ข้อมูลความรู้ที่ได้จากการบอกให้รู้เน้นเนื้อหามักนำไปใช้ได้น้อยนอกจากใช้เพื่อการสอบ เมื่อใดก็ตามที่ครูจะถามคำถามเพื่อกระตุ้นการกระบวนการคิดของผู้เรียน การเรียนรู้ของผู้เรียนจะสนุกสนานมากขึ้น คำถามต่าง ๆ จะอาศัยระดับการคิดที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะแนวคิดของบลูม (Blooms' Taxonomy) ที่กำหนดกระบวนการคิด 6 ประเภท ตามลำดับดังนี้ ด้านความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จัดเป็นการคิดที่เป็นรูปธรรม (Concrete Thinking) การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล จัดเป็นการคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Thinking) สอดคล้องกับแนวคิดของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 96-107) ที่กล่าวว่า ยุทธวิธีที่กระตุ้นการคิดคือ การใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด นอกจากจะใช้คำถามประเภทต่าง ๆ แล้วผู้สอนต้องรู้จักใช้ทั้งคำถามระดับต่ำหรือง่ายปนกับคำถามระดับสูงหรือยากเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนคิดทั้งง่ายและยากขึ้นตามลำดับเพื่อที่จะสามารถตัดสินกระทำ เชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเด็นที่นักเรียนมีความเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 คือ นักเรียนใช้ความสามารถในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ สสวท. เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าโดยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกันในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการทดลอง การอภิปราย การศึกษาค้นคว้า ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีความคิดสร้างสรรค์อันจะนำไปสู่การคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สอดคล้องกับแนวคิดของ สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 124-125) ที่กล่าวว่า การสอนให้ผู้เรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด ไม่ใช่การบอกความจริงทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่ผู้เรียนแต่เป็นการสอนที่ยั่วยุผู้เรียนให้วางแผน และกำหนดวิธีการหาความรู้เองในที่สุดผู้เรียนจะค้นพบความรู้เอง ซึ่งตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้รับ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง ส่วนประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ อันประกอบด้วยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือการตรวจสอบสมมติฐาน และการสรุปผลการทดลอง ต้องนำข้อมูลที่ได้จากเพื่อน ๆ แต่ละคนในกลุ่มมารวบรวมเข้าด้วยกัน ในกลุ่มจะต้องให้ความร่วมมือกันทำกิจกรรมยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับแนวคิดของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 13-14) ที่กล่าวว่า การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาความรู้นั้น นอกจากอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หากผู้เรียนไม่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แล้วเป็นการยากที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูวิทยาศาสตร์ควรพยายามปลูกฝังและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ความเพียรพยายาม การพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ประเด็นที่นักเรียนมีความเห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ร่วมกับเพื่อน ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นจะจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยเปิดโอกาสให้ทุก ๆ คนในกลุ่มได้ร่วมมือกันอย่างเท่าเทียมกัน มีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือกัน รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับแนวคิดของ สุภาพร รัตน์น้อย (2546 : 96) ที่กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่มีภูมิหลังต่างกันได้มาทำงานร่วมกัน พึ่งพาซึ่งกันและกัน มีการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันเข้าใจและเห็นใจสมาชิกในกลุ่ม ทำให้เกิดการยอมรับมากขึ้น เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ส่วนประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนมีอิสระในการเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การเรียนเป็นกลุ่มทำให้ผู้เรียนได้ระดมความคิดเห็นร่วมกัน มีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเนื้อหาที่เรียนร่วมกับเพื่อน ๆ เกิดความสนุกสนานจากการทำกิจกรรม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น สอดคล้องกับแนวคิดของ รุ่ง แก้วแดง (2541 : 29) ที่กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควร เปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนส่วนใหญ่ชอบทำงานเป็นกลุ่ม เพราะได้มีอิสระในการเรียน ได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถปรึกษาหารือช่วยเหลือซึ่งกันและกันทั้งนี้เพราะเพื่อนสามารถช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่มและผู้เรียนได้มีอิสระในการคิด

สำหรับข้อสังเกตในขณะทำการวิจัย พบว่า พฤติกรรมการเรียนเรื่องหินและแร่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. นักเรียนปฏิบัติ

กิจกรรมตามกิจกรรมในแบบเรียน ซึ่งกำหนดขั้นตอนการทดลองมาแล้วจึงทำกิจกรรมเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด และในการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและการอภิปรายก่อนกิจกรรมและหลังกิจกรรม นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบเรียน และครูสามารถควบคุมให้นักเรียนทำกิจกิกรรมตามที่ สสวท. กำหนดไว้ได้ นักเรียนจึงทำกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ในการทำกิจกรรมยังมีการอภิปรายก่อนกิจกรรมและการอภิปรายหลังกิจกรรม จึงเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด และการอภิปรายผลในการทำกิจกรรม ยังสามารถเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนทุกกลุ่มในห้องเรียนเพื่อหาข้อบกพร่องหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการทำกิจกรรมได้ สอดคล้องกับคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2547 : 10) ที่กล่าวว่า การดำเนินการพัฒนาหลักสูตรจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด กล่าวคือ ในระยะเริ่มแรกของการพัฒนาหลักสูตร สสวท. เน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แต่กำหนดแนวทางในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก (Structure Inquiry) นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิดตามการลงมือปฏิบัติ ออกแบบบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเอง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา สสวท. ได้เริ่มพัฒนาโดยใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-End Problems) ให้นักเรียนได้คิด วางแผน ออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้า ตรวจสอบความคิดด้วยตนเองมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ที่นำเสนอไปแล้วนั้น ผู้วิจัยมีข้อค้นพบและแนวคิดมาใช้เป็นข้อเสนอแนะ คือ ข้อเสนอแนะทั่วไป และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. และจากการสังเกตกระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 การตั้งสมมติฐานและนักเรียนเขียนผังความคิดใน

เรื่องที่ศึกษา ทำให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนของการทำการทดลอง และทำการทดลองได้ถูกต้อง นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้างของการทดลอง มองเห็นจุดที่เป็นตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ได้ชัดเจน ดังนั้น สถานศึกษาหรือเขตพื้นที่การศึกษาควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ไปเผยแพร่ให้กับครูผู้สอน เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาอื่นให้กว้างขวางมากขึ้น

2. จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนพบว่า นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้นจากการนำข้อมูลจากการทดลองและศึกษาความรู้เพิ่มเติมมาเขียนแผนผังมโนทัศน์ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำข้อค้นพบจากกระบวนการเรียนรู้มาอภิปรายสรุปเป็นความคิดรวบยอด และเชื่อมโยงองค์ความรู้โดยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นโครงสร้างของความรู้และเข้าใจสาระที่เรียนได้ชัดเจนมากขึ้น และในการนำวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ให้มีประสิทธิภาพครูจึงควรศึกษาทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้และฝึกสอน จนเกิดความชำนาญเสียก่อน นอกจากนั้นก่อนทำการสอนครูผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ และฝึกการใช้คำเชื่อมให้ชำนาญเสียก่อน

3. จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ในด้านบรรยากาศการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนอยู่ในระดับต่ำที่สุด แม้จะมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แสดงความคิดและอภิปรายข้อซักถามรวมถึงการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันให้มากขึ้น และเขียนแผนผังมโนทัศน์ทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือพานักเรียนไปทำกิจกรรมนอกห้องเรียน เช่น บริเวณสนามหญ้า สนามฟุตบอล หรือสวนหย่อม เพื่อสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการทำงานก่อให้เกิดการเรียนรู้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สำเร็จ

4. จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์นั้นนักเรียนบางส่วนยังระบุปัญหาไม่ถูกต้อง ดังนั้นครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ อภิปรายเกี่ยวกับปัญหา หรือแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหาให้นักเรียนในระยะเริ่มแรก และฝึกให้นักเรียนระบุปัญหาให้ชำนาญเสียก่อน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป สำหรับผู้ที่สนใจการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ในประเด็นต่อไปนี้

1. ควรมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับวิธีการจัดการเรียนรู้หรือกับแบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคต การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้เทคนิค KWL โดยทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ควรมีการศึกษาการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์แบบอื่น ๆ เช่น แผนภูมิต้นไม้ เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือทักษะการคิดด้าน ต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างเป็นระบบ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

4. ควรมีการเปรียบเทียบศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้เพื่อศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ . การประเมินจากสภาพจริง . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา , 2542.

กระทรวงศึกษาธิการ . คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2547.

กระทรวงศึกษาธิการ . คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2548.

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2545.

กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2542.

กระทรวงศึกษาธิการ . หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2545.

กระทรวงศึกษาธิการ . การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง . กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2543.

กชรัตน์ วิกล. “ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินตามสภาพจริง เรื่องการแยกสารและสารละลายกรด-เบส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2550.

กัณหา คำหอมกุล. “การพัฒนาความสามารถในการเขียนสรุปความของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบแผนผังความคิด.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

จริยา สุจารีกุล (แปล). Science as Inquiry วิทยาศาสตร์ คือ การะบวนการสืบเสาะหาความรู้ . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คพับลิเคชั่น, 2550.

จิรพันธุ์ ทัศนศรี. “การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบซิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2548.

ชาตรี เกิดธรรม. เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2545.

ชลสีต์ จันทาสี. " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒประสานมิตร, 2543.

ดรุณา พ่วงพิศ. "การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคิดเป็นระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

ดำริ บุญชู. "การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544". วารสารวิชาการ 6,9 (กันยายน 2546) : 16-23.

ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ธนศักดิ์ ศรีพิทักษ์พาณิชย์. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2549.

น้ำผึ้ง บุญวิชัย. " การพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

น้ำผึ้ง มีนิล. "ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตที่มีต่อการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

แนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 27 มกราคม 2551 เข้าถึงได้จาก http://mylesson.swu.ac.th//sc101/index1.htm

บุญเกิด ไชยวงศ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์. [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 27 มกราคม 2551 เข้าถึงได้จาก http://202.28.18.227/dcms/browse.php?option

บุญเรียง ขจรศิลป์. สถิติวิจัย I. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : พี.เอ็น.การพิมพ์ , 2542.

เบญจพร ปัณฑพลังกูร. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2551.

เบญจมาศ ปทุมวัน. “การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดยโสธร.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด , 2548.

ปานรวี ยงยุทธวิชัย. นวัตกรรมการศึกษาชุด การอ่าน เขียน คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ธารอักษร, 2548.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2543.

พรรณภา หาญบำราช. “การศึกษาผลการเรียนรู้และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสวนเป็นกลุ่ม.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2548.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด , 2545.

ภพ เลาหไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2537.

มนมนัส สุดสิ้น. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2543.

มหาวิทยาลัยรามคำแหง. เอกสารประกอบการประชุมสาธิตวิชาการ ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2548.

มหิศร นันตโลหิต. “การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านและความสามารถทางการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการสอนแบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2550.

มาเรียม นิลพันธุ์ . วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ . นครปฐม : เอกสารประกอบการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2549.

มาลีวรรณ์ ศรีใหม่. “ผลของการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนที่เน้นกระบวนการเรียนแบบร่วมมือต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ” สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2548.

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2549.

ศิริพร ทุเครือ. “ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2544.

ศรีจรรยา บุญเลิศ. “ผลของการสรุปบทเรียนโดยใช้ผังกราฟิกที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2551 เข้าถึงได้จาก http://www.thaiedresearch.org.

ลออ อางนานนท์. “การศึกษาผลการเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสร้าง เสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องสิ่งแวดล้อมทางสังคม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2542.

รังสรรค์ พลสมัคร. “ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนของนักศึกษาวิชาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์กรเบื้องต้น หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ระหว่างการสอนแบบบูรณาการที่เน้นเทคนิคการใช้ผังมโนทัศน์กับการสอนแบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2548.

รุ่ง แก้วแดง. ปฏิวัติการศึกษาไทย . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มติชน , 2541.

โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล. เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2550.

โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หนังสือแบบเรียนวิชา ว 1001 วิทยาศาสตร์เล่ม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มปท., 2548.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ จิต นวนแก้ว. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์, 2532.

วัชรา เล่าเรียนดี .เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนและการนิเทศ . นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2544.

_____ .เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ . นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2549 .

_____. รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด . นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2552.

วัชราพร ระงับทุกข์. แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ . พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : แอลที เพรส, 2542.

วิชชุดา งามอักษร. “ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอน เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2541.

วิชัย วงษ์ใหญ่. “การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ.” การวิจัยทางการศึกษา 19,3 (กรกฎาคม – กันยายน 2532) : 18-32.

สกุลการ สังข์ทอง. “การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเทคนิคการใช้และไม่ใช้ผังกราฟิก.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

สถาบันทรัพยากรมนุษย์. เอกสารประกอบการประชุมการวิจัยเรื่องการเสริมสร้างการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อความเป็นเลิศในระบบการศึกษาของไทย : ยุทธศาสตร์ในการสร้างบุคลากรทางวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาประเทศในยุคโลกาภิวัตน์.” กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2544.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2545.

_____. การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ระดับโรงเรียนในประเทศไทยและผลกระทบที่เกิดขึ้น. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2548.

_____. เอกสารประกอบการประชุม โครงการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ ขยายผลและอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2549.

สัญญารัก ปรางทอง. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกิจกรรมแบบแนะแนวทางและไม่แนะแนวทาง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปะศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

สมจิต สวธนไพบูลย์. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒประสานมิตร, 2535.

_____. การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒประสานมิตร, 2537.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. กิจกรรมการพัฒนาผู้เรียน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2544.

สากิยา แก้วนิมิต. “การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

สุรพล พยอมแย้ม. เอกสารประกอบการสอนวิชาพื้นฐานจิตวิทยาการศึกษา. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์, 2540.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

_____ ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บริษัท เจเนอรัลบุ๊ค เซนเตอร์ จำกัด, 2531.

_____ ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : บริษัท เจเนอรัลบุ๊ค เซนเตอร์ จำกัด, 2531.

สุภาพร รัตน์น้อย. “ผลของการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. สำนักนายกรัฐมนตรี. รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ : เซเว่นพริ้นติ้งกรุ๊ป จำกัด, 2548.

ศิริมณฑา ขุนศิริ. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบมีส่วนร่วมโดยใช้แผนผังมโนทัศน์และวิธีสอนตามคู่มือครู.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2546.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 21 วิธีการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2545.

องอาจ นัยพัฒน์. วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามมาลา, 2548.

องค์การค้าของคุรุสภา. พจนานุกรมนักเรียนฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.

อรพิน ศรีสวรรค์. รายงานผลการวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาจังหวัดลำปาง. กรุงเทพฯ : 21 เซนจูรี จำกัด , 2550.

อัญชลีกร นนทโคตร.“การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549.

อาภาพร สิงหราช. “การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และจิตทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2545.

อาร์ม โพธิ์พัฒน์. “ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2550.

ภาษาต่างประเทศ

Australian Science Education Project. “ The Inquiry Approach in Guide to ASEP Australian Science Education Project.” The Conference Endorsed (1974) : 81.

Beyer , Beery K. Inquiry in the Social Studies Classroom : A Strategy For Teaching. n.p., 1971.

Best,John W. Research in Education. 4 th ed. New Jerey : Prentice – Hall,Inc.,1981.

Cliburn, Joseph W. “Helping Students Understand Phisiologic Interaction : A Concept Mapping Activity.” The American Biology Teacher. 49,12 (October 1987) : 426-427.

Friedl, Alfred E. Teaching Science to Children : An Inquiry Approach. 4 th ed. : New Jersey , 1997.

Moore, Kenneth D. Effective instructional strategies : form theory to practice. :New Jersey, 2005.

Moreira, Marco A. “Concept Maps as Tool for Teaching.” Journal of College Science Teaching 21, 4 (May 1979) : 283-286.

Schunk, Dale H. Learning Theories : education perspective. 5 th ed. New Jerey , 2008.

Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslic W. Teaching Secondary School Science : Strategies for Developing Scientific Literacy. Second Edition Publishes by Charles E. Merril Publishing Company , 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1. อาจารย์จิระ ดีช่วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล	ศษ.ม. (การวัดและประเมินผล) มหาวิทยาลัยรามคำแหง ครู คศ.3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์สุดารัตน์ ณัฏฐ์มีบุญ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอน	ศศม. (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครู คศ.3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์สุจิตรา ศรีรอต ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอน	ศศม. (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครู คศ.3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา
- การคำนวณหาค่าความยากง่าย
- การคำนวณหาค่าอำนาจจำแนก
- การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

ตารางที่ 24 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลอง ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

รายการประเมิน	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
	1	2	3	
1. สาระสำคัญ				
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.3 สอดคล้องกับสอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.3 สอดคล้องกับการประเมินผลการเรียนรู้				
5. สื่อการเรียนรู้				
5.1 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
6.1 สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
6.2 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 25 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

รายการประเมิน	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
	1	2	3	
1. สาระสำคัญ				
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.3 สอดคล้องกับสอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1 +1	+1 +1	+1 +1	1.00 1.00
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.3 สอดคล้องกับการประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
5. สื่อการเรียนรู้				
5.1 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
6.1 สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
6.2 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00

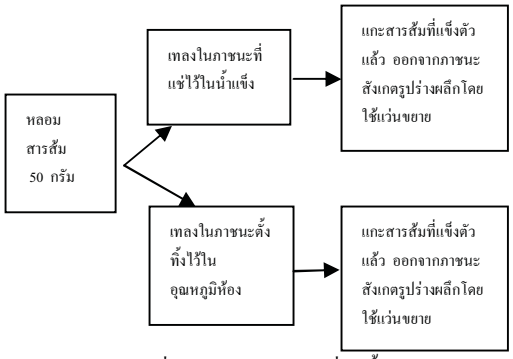
ตารางที่ 26 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
<u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1</u> ทดลองและสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น	1. การทดสอบสมบัติทางเคมีของหินสามารถทำได้โดยวิธีใด ก. การหยดกรดลงบนหิน ข. การสังเกตลักษณะซากดึกดำบรรพ์ ค. การทดสอบความแข็งของเนื้อหิน ง. การสังเกตส่วนประกอบของเนื้อหิน	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	2. ผังความคิดในการศึกษาลักษณะทั่วไปของหินเป็นดังนี้ ครั้งที่1 ใช้ตาเปล่าสังเกตหินแต่ละชนิด → สังเกตลักษณะและบันทึกผล ครั้งที่2 ใช้แว่นขยายส่องดูเนื้อหินแต่ละชนิด → สังเกตลักษณะและบันทึกผล ครั้งที่3 ทุบ ขูด กะเทาะหินแต่ละชนิด → สังเกตลักษณะและบันทึกผล ครั้งที่4 หยดกรดไฮโดรคลอริกเจือจางลงบนหินแต่ละชนิด → สังเกตและบันทึกผล ข้อใดที่เป็นกิจกรรมเพื่อสังเกตลักษณะทางเคมีของหิน ก. ครั้งที่ 1 ข. ครั้งที่ 2 ค. ครั้งที่ 3 ง. ครั้งที่ 4	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00
<u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2</u> 1. ทดลองอธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน 2. สืบค้นข้อมูลบอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินตะกอน	3. การทำกิจกรรมศึกษาการเกิดหินตะกอนเป็นดังนี้ เทของผสมระหว่างกรวดหยาบ กรวดละเอียด ทรายหยาบ ทรายละเอียด ดินหยาบ ดินละเอียด ลงในขวดที่เติมน้ำไว้ประมาณ 2/3 ของความสูงของขวด → สังเกตลำดับของการตกตะกอน ตะกอนต่าง ๆ มีลำดับการตกตะกอนจากด้านบนลงสู่ด้านล่างตามข้อใดตามลำดับ ก. กรวดหยาบ กรวดละเอียด ทรายหยาบ ทรายละเอียด ดินหยาบ ดินละเอียด ข. ทรายหยาบ กรวดหยาบ กรวดละเอียด ทรายละเอียด ดินหยาบ ดินละเอียด ค. กรวดหยาบ ทรายละเอียด กรวดละเอียด ทรายหยาบ ดินหยาบ ดินละเอียด ง. กรวดหยาบ กรวดละเอียด ทรายละเอียด ทรายหยาบ ดินละเอียด ดินหยาบ	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
	4. ข้อใดเป็นหินตะกอนทั้งหมด ก. หินกรวด หินทราย หินปูน ข. หินปูน หินบะซอลต์ ศิลาแลง ค. หินอ่อน หินดินดาน หินแกรนิต ง. หินชีสต์ หินไนส์ หินควอร์ตไซต์	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
	5. ข้อความต่อไปนี้ 1. ทราบความเป็นมาของโลกในอดีต 2. ทราบลักษณะของภูมิประเทศดั้งเดิม 3. ทราบวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การค้นพบซากดึกดำบรรพ์ในหินบางชนิด ทำให้เกิดประโยชน์อย่างไร ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 1, 2 และ 3	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	6. หินที่มีลักษณะแข็งมาก ประกอบด้วยทรายละเอียด ขนาดเม็ดตะกอนระหว่าง 0.003-0.062 มิลลิเมตร ควรจะนำไปใช้ประโยชน์ในข้อใด ก. ถมถนน ข. ใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ค. ทำหินลับมีด ง. แกะสลักเป็นรูปต่าง ๆ	การนำไปใช้	+1	+1	+1	1.00
	7. หินตะกอนเนื้อแน่น ประกอบด้วยแร่แคลไซต์เป็นส่วนใหญ่ บางครั้งอาจพบซากของสิ่งมีชีวิต เป็นลักษณะของหินในข้อใด ก. หินปูน ข. หินทรายแป้ง ค. หินกรวดเหลี่ยม ง. หินดินดาน	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	8. หินตะกอนที่เกิดจากการสะสมของเม็ดตะกอนขนาดใหญ่ที่ถูกพัดมาไกลจากแหล่งกำเนิดเดิมตะกอนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร และเกิดเป็นหินชนิดใด ก. ตะกอนเป็นก้อนเหลี่ยม เรียกว่าหินกรวดเหลี่ยม ข. ตะกอนเป็นก้อนกลมมน เรียกว่าหินกรวดมน ค. ตะกอนเป็นก้อนเหลี่ยม เรียกว่าหินทราย ง. ตะกอนเป็นก้อนมน เรียกว่าหินทรายแป้ง	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00

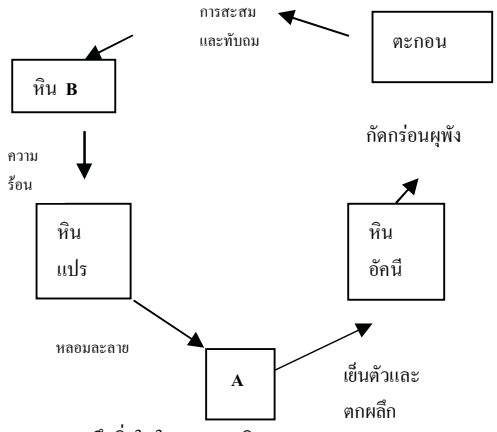
ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
<u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3</u> 1. ทดลองอธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินอัคนี 2. สืบค้นข้อมูลบอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินอัคนี	9. กิจกรรมการศึกษาการเกิดหินอัคนีต่อไปนี้  ลักษณะที่สังเกตได้จากภาชนะที่แช่น้ำแข็งและภาชนะที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร ก. ภาชนะที่แช่น้ำแข็งผลึกจะมีขนาดใหญ่ ข. ภาชนะที่แช่น้ำแข็งผลึกจะเย็นตัวอย่างช้า ๆ ค. ภาชนะที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องผลึกจะมีขนาดใหญ่กว่าผลึกในภาชนะที่แช่น้ำแข็ง ง. ภาชนะที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องผลึกจะเย็นตัวอย่างรวดเร็ว	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00
	10. หินอัคนี หมายถึงข้อใด ก. หินที่แข็งแกร่งทนทาน ข. หินหลอมเหลวที่มีอุณหภูมิสูง ค. หินหลอมเหลวภายใต้พื้นผิวโลก ง. หินที่เกิดจากการเย็นตัวของแมกมาหรือลาวา	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
	11. ข้อใดเป็นลักษณะทั่วไปของหินอัคนี ก. มีผลึกกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อหิน ข. มีวัตถุประสานให้ติดกัน ค. มีลักษณะเป็นชั้นๆ ง. มีริ้วขนาน ข้อความต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 12-13 1. ผลึกแวววาว สวยงาม แข็งและทนทานต่อการสึกกร่อน 2. มีเนื้อละเอียด สีคล้ำ แข็งและทนทานต่อการสึกกร่อน 3. มีผลึกเนื้อละเอียดแน่น ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจึงจะเห็นผลึก 4. มีลักษณะเปราะ เบา มีรูพรุน สากคล้ายกระดาษทราย 5. มีรูพรุนขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ลอยน้ำได้ 6. เนื้อละเอียดคล้ายแก้ว สีดำมัน รอยแตกคมเหมือนแก้วแตก 12. ข้อใดเป็นลักษณะของหินแกรนิต ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4	ความเข้าใจ ความเข้าใจ	+1 +1	+1 +1	+1 +1	1.00 1.00

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
	13. ข้อใดเป็นลักษณะของหินแอนดีไซต์ ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	14. คนสมัยโบราณใช้หินชนิดใดทำอาวุธ ก. หินอ่อน ข. หินทราย ค. หินแกรนิต ง. หินออบซีเดียน	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
<u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4</u> 1. ทดลอง อธิบาย กระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร 2. สืบค้นข้อมูลบอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร	15. หินแปร หมายถึงอะไร ก. หินที่ถูกความร้อนจนหลอมเหลว ข. หินหลอมเหลวที่เย็นตัวเป็นหินแข็ง ค. หินที่ถูกแปรสภาพมาใช้ประโยชน์ ง. หินที่แปรสภาพเมื่อถูกความร้อนและแรงกดดัน	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
	16. หินในข้อใดเป็นหินแปรทั้งหมด ก. หินกรวด หินทราย ศิลาแลง ข. หินชนวน หินอ่อน หินไนส์ ค. หินดินดาน หินพัมมิซ หินแกรนิต ง. หินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์ หินแกบโบร	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
	17. หินในข้อใด<u>ไม่ใช่</u>หินแปร ก. หินปูน ข. หินอ่อน ค. หินชีสต์ ง. หินฟิลไลต์	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	ใช้ข้อความต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 18-19 1. มีเนื้อละเอียด แซะออกเป็นแผ่น ๆ ได้ 2. ใช้ทำหินประดับอาคาร บ้านเรือน แกะสลัก 3. ใช้ทำแผ่นปูทางเดินในสวน ทำกระดานชนวน 4. มีเนื้อหยาบ ริ้วขนานคดโค้งเป็นลูกคลื่นเล็ก ๆ 5. ไม่มีรอยขนาน แปรสภาพมาจากหินปูน 6. ไม่มีรอยขนาน แข็งแกร่งมาก รอยแตกโค้งเว้าแบบก้นหอย					
	18. ข้อใดกล่าวถึงหินอ่อนได้ถูกต้อง ก. 1, 2 ข. 2, 5 ค. 3, 6 ง. 4, 6	ความข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	19. ข้อใดเป็นลักษณะของหินชนวน ก. 1, 2 ข. 2, 6 ค. 4, 5 ง. 1, 3	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
	ใช้แผนภูมิต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 20-21  20. **A** หมายถึงสิ่งใดในธรรมชาติ ก. ความร้อนและความดัน ข. แมกมา ค. การกร่อนและการพัดพา ง. การหลอมละลาย	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00
	21. หิน **B** เป็นการเกิดหินชนิดใดในวัฏจักรของหิน ก. หินอัคนี ข. หินตะกอน ค. หินแปร ง. หินหลอมเหลว	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00
<u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5</u> สืบค้นข้อมูลและนำเสนอแหล่งแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศและท้องถิ่นของตน	22. ข้อใดกล่าวถึงแร่**<u>ไม่ถูกต้อง</u>** ก. เป็นผลึกที่แทรกในเนื้อหิน ข. เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ค. แร่ชนิดเดียวกันอาจมีสีต่างกันได้ ง. เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในรูปของผลึก	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	23. ประเทศไทยมีแร่ชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ข้อใดกล่าวถึงแหล่งแร่<u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. เหล็ก – พบที่จังหวัดลพบุรี เลย ข. รัตนชาติ – พบมากที่จังหวัดจันทบุรี บุรีรัมย์ สระบุรี ค. ทองคำ – พบที่จังหวัดปราจีนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นราธิวาส พิจิตร ง. ดีบุก-พบมากทางภาคใต้ในจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00

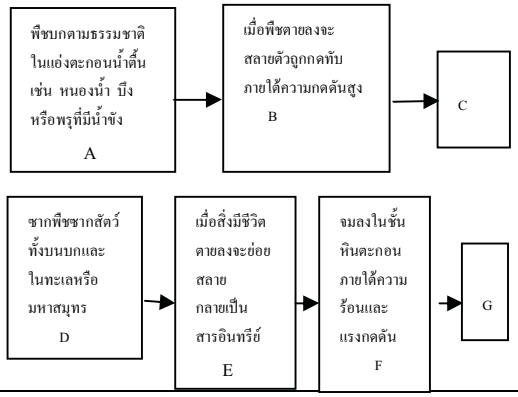
ตารางที่ 26 (ต่อ)

<table>
<tr><th rowspan="2">ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง</th><th rowspan="2">แบบทดสอบหลังปิดการรียนรู้ เรื่องหินและแร่</th><th rowspan="2">ประเภท</th><th colspan="3">ผู้เชี่ยวชาญ</th><th rowspan="2">IOC</th></tr>
<tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr>
<tr><td><u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6</u></td><td>
ใช้ลักษณะทางกายภาพของแร่ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 24-27
<table>
<tr><th>ชื่อแร่</th><th>ความแข็ง</th><th>สีและสีผง</th><th>ความวาว</th></tr>
<tr><td>ควอตซ์</td><td>7</td><td>โดยมากจะใสและไม่มีสี บางชนิดอาจมีสีต่าง ๆ เช่น ขาวขุ่น ชมพู มาวง สีควันไฟ</td><td>แบบแก้ว</td></tr>
<tr><td>เฟลด์สปาร์</td><td>6</td><td>ขาว เหลืองอ่อน ครีม ชมพูเขียว</td><td>แบบแก้ว</td></tr>
<tr><td>แคลไซต์</td><td>3</td><td>โดยมากไม่มีสี บางชนิดมีสีขาวและมีสีน้ำตาล หรือเหลืองปน</td><td>แบบแก้ว แบบมุก</td></tr>
<tr><td>ยิปซัม</td><td>2</td><td>ไม่มีสี หรือสีขาว อาจมีสีแดงปน</td><td>แบบมุก แบบแก้ว</td></tr>
<tr><td>ดีบุก</td><td>6</td><td>น้ำตาลหรือดำ สีผงเป็นสีขาว</td><td>แบบกึ่งโลหะ</td></tr>
<tr><td>ฮีมาไทต์</td><td>5-5.6</td><td>เทาเหล็ก น้ำตาลแกมแดง สีผงเป็นสีน้ำตาลแกมแดง</td><td>แบบโลหะ</td></tr>
<tr><td>ฟลูออไรต์</td><td>4</td><td>สีขาว สีม่วง สีเขียว อาจมีสีเหลือง สีชมพู</td><td>แบบแก้ว</td></tr>
</table>
24. แร่ในข้อใดจะพบแทรกกระจายอยู่ในเนื้อหินต่าง ๆ ที่เรียกว่าแร่ประกอบหิน
ก. ควอตซ์ ฟลูออไรต์
ข. ควอตซ์ เฟลด์สปาร์
ค. แคลไซต์ ดีบุก
ง. ฮีมาไทต์ เฟลด์สปาร์
</td><td>ความเข้าใจ</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>1.00</td></tr>
<tr><td></td><td>25. “ความแข็ง” เป็นสมบัติเฉพาะตัวของแร่ มาตรฐานความแข็งตามที่โมส์ กำหนดขึ้น กำหนด ตัวเลขตามข้อใด
ก. 1-5
ข. 1-7
ค. 1-8
ง. 1-10</td><td>วิเคราะห์</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>1.00</td></tr>
<tr><td></td><td>26. ข้อใดเรียงลำดับความแข็งของแร่<u>จากมากไปน้อย</u>ได้ถูกต้อง
ก. ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ แคลไซต์
ข. ยิปซัม ดีบุก ฮีมาไทต์
ค. แคลไซต์ ยิปซัม ดีบุก
ง. ฮีมาไทต์ ยิปซัม ฟลูออไรต์</td><td>วิเคราะห์</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>1.00</td></tr>
</table>

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
	27. แร่ในตารางข้อใดที่จัดเป็นรัตนชาติอย่างหนึ่ง ก. ควอตซ์ ข. ฟลูออไรต์ ค. ดีบุก ง. ฮีมาไทต์	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
	28. ถ้านำแร่ก้อนหนึ่งมวล 500 กรัม มาหาปริมาตรได้ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แร่ก้อนนี้จะมี ความหนาแน่นเท่าไร ในหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ก. 0.2 ข. 2 ค. 5 ง. 10	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	29. แร่ในข้อใดมีความแข็งมากที่สุด ก. คอรันดัม ข. โทแพซ ค. ควอตซ์ ง. เพชร	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
	30. ข้อใดกล่าว**<u>ไม่ถูกต้อง</u>** เกี่ยวกับพลอยตระกูลคอรันดัม ก. แร่คอรันดัมที่มีสีแดง คือ ทับทิม ข. แร่คอรันดัมที่มีสีเขียว คือ แซปไฟร์สีเขียว หรือ เขียวส่อง ค. แร่คอรันดัมที่มีสีน้ำเงิน คือ บุษราคัม ง. แร่คอรันดัมที่มีสีม่วง คือ แอเมทิสต์	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
<u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7</u> 1. จำแนกชนิดของแร่ตามการใช้ประโยชน์ได้ 2. บอกแหล่งแร่ที่สำคัญในท้องถิ่นและบอกประโยชน์ของแร่ได้	**ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 31** “แร่ที่เกิดจากโลหะทำปฏิกิริยากับธาตุอโลหะ เช่น ออกซิเจน กำมะถัน คลอรีน เป็นต้น การนำไปใช้งานต้องแยกโลหะออกเป็นสารบริสุทธิ์ก่อน เรียกว่า การถลุงแร่”					
	31. ข้อความข้างต้นกล่าวถึงแร่ประเภทใด ก. แร่โลหะ ข. แร่อโลหะ ค. แร่รัตนชาติ ง. แร่เชื้อเพลิง	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00
	32. แร่ชนิดใดที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นสินทรัพย์สำรองใช้แทนเงินตรา และทำเครื่องประดับ ก. สังกะสี ข. ทองคำ ค. เงิน ง. แทนทาลัม	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
	33. ในอุตสาหกรรมทำปูนซีเมนต์และปูนพลาสเตอร์ ยิปซัมบอร์ด ชอล์ก กระดาษ และปุ๋ย ต้องใช้แร่ชนิดใด ก. แร่ดีบุก ข. แร่ตะกั่ว ค. แร่เกาลิน ง. แร่ยิปซัม	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
<u>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 8</u> 1. รู้และเข้าใจกระบวนการเกิดและสมบัติของทรัพยากรธรรมชาติ 2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติในประเทศไทยและสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก	34. ถ่านหินในข้อใดที่ใช้ในโรงผลิตกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย วันละ มาก กว่า 40,000 ตัน ก. ลิกไนต์ ข. พีต ค. L P G ง. บิทูมินัส	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	35. ในประเทศไทยมีถ่านหินชนิดใดมากที่สุด ก. แอนทราไซต์ ข. บิทูมินัส ค. สับลิกไนต์ ง. ลิกไนต์	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	1.00
	36. ในการบ่งบอกคุณภาพของถ่านหินจะใช้ธาตุใดเป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นถ่านหินคุณภาพดี ก. คาร์บอน ข. ไฮโดรเจน ค. ไนโตรเจน ง. ออกซิเจน	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
	37. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>แหล่งแก๊สธรรมชาติ ก. แหล่งน้ำพอง ข. แหล่งฝาง ค. แหล่งเอราวัณ ง. แหล่งบงกช	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1
	ใช้แผนภูมิต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 38  					

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
			1	2	3	
	38. G เกิดเป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติชนิดใด ก. ปิโตรเลียม ข. พีท ค. บิทูมินัส ง. ลิกไนต์	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00
	39. พลังงานในข้อใดที่**ไม่ใช่**พลังงานทดแทน ก. พลังงานลม ข. พลังงานแสงอาทิตย์ ค. พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ง. พลังงานจากน้ำ	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00
	40. เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลกับน้ำมันเบนซินที่รัฐบาลไทยสนับสนุนให้ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์เพื่อช่วยประหยัดพลังงานคือข้อใด ก. น้ำมันเบนซิน-91 ข. แก๊สโซฮอล์ ค. ไบโอดีเซล ง. แก๊สโซลีน	วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

รายการประเมิน	**คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ**			**ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**
	1	2	3	
ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องหินและแร่				
1. ความสอดคล้องของข้อคำถามเกี่ยวกับด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	1.00
2. ความสอดคล้องของข้อคำถามเกี่ยวกับด้านบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	1.00
3. ความสอดคล้องของข้อคำถามเกี่ยวกับด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 28 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

รายการประเมิน	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
	1	2	3	
ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องหินและแร่	+1	+1	+1	1.00
1. ความสอดคล้องของข้อคำถามเกี่ยวกับด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.				
2. ความสอดคล้องของข้อคำถามเกี่ยวกับด้านบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.	+1	+1	+1	1.00
3. ความสอดคล้องของข้อคำถามเกี่ยวกับด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.	+1	+1	+1	1.00

การประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง

จากสูตรของ Rowinelli and Hambelton (พิชิต ฤทธิ์จรูญ , อ้างถึงในมาเรียม นิลพันธุ์ 2549 : 176-177)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์หรือกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หมายเหตุ

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 29 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่

ข้อที่	ดัชนีความง่าย (p)	สรุปผล	อำนาจจำแนก (r)	สรุปผล	ข้อที่	ดัชนีความง่าย (p)	สรุปผล	อำนาจจำแนก (r)	สรุปผล
1	0.40	ปานกลาง	0.05	ปรับปรุง	26*	0.35	ค่อนข้างยาก	0.23	ปานกลาง
2*	0.84	ง่ายมาก	0.31	ดี	27*	0.43	ปานกลาง	0.24	ปานกลาง
3*	0.63	ค่อนข้างยาก	0.52	ดีมาก	28	0.26	ค่อนข้างยาก	0.06	ปรับปรุง
4	0.81	ง่ายมาก	0.32	ดี	29*	0.39	ค่อนข้างยาก	0.30	ดี
5*	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดีมาก	30*	0.51	ปานกลาง	0.36	ดี
6	0.69	ปานกลาง	0.16	ปรับปรุง	31	0.20	ค่อนข้างยาก	0.02	ปรับปรุง
7	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.18	ปรับปรุง	32	0.33	ค่อนข้างยาก	0.07	ปรับปรุง
8	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.21	ปานกลาง	33*	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.38	ดี
9*	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.38	ดี	34	0.58	ปานกลาง	0.15	ปรับปรุง
10	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.20	ปานกลาง	35	0.14	ยากมาก	-0.15	ตัดทิ้ง
11*	0.48	ปานกลาง	0.28	ปานกลาง	36	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.27	ปานกลาง
12*	0.28	ค่อนข้างยาก	0.32	ดี	37*	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.45	ดีมาก
13	0.15	ยากมาก	-0.08	ตัดทิ้ง	38	0.42	ปานกลาง	0.24	ปานกลาง
14*	0.42	ปานกลาง	0.28	ปานกลาง	39*	0.43	ปานกลาง	0.30	ปานกลาง
15	0.51	ปานกลาง	0.19	ปรับปรุง	40*	0.57	ปานกลาง	0.40	ดี
16	0.47	ปานกลาง	0.07	ปรับปรุง	41*	0.57	ปานกลาง	0.40	ดี
17	0.45	ค่อนข้างยาก	0.03	ปรับปรุง	42	0.41	ปานกลาง	0.20	ปานกลาง
18	0.22	ค่อนข้างยาก	0.08	ปรับปรุง	43*	0.58	ปานกลาง	0.42	ดีมาก
19	0.25	ค่อนข้างยาก	-0.02	ตัดทิ้ง	44*	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดี
20	0.35	ค่อนข้างยาก	-0.06	ตัดทิ้ง	45*	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.46	ดีมาก
21*	0.34	ค่อนข้างยาก	0.26	ปานกลาง	46*	0.44	ปานกลาง	0.23	ปานกลาง
22	0.34	ค่อนข้างยาก	0.24	ปานกลาง	47	0.24	ค่อนข้างยาก	-0.09	ตัดทิ้ง
23*	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดี	48	0.37	ค่อนข้างยาก	-0.02	ตัดทิ้ง
24*	0.51	ปานกลาง	0.49	ดีมาก	49*	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.48	ดีมาก
25	0.28	ค่อนข้างยาก	0.17	ปรับปรุง	50*	0.45	ปานกลาง	0.39	ดี

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ข้อที่	ดัชนีความง่าย (p)	สรุปผล	อำนาจจำแนก (r)	สรุปผล	ข้อที่	ดัชนีความง่าย (p)	สรุปผล	อำนาจจำแนก (r)	สรุปผล
51*	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.37	ดี	66	0.24	ค่อนข้างยาก	0.09	ปรับปรุง
52	0.40	ค่อนข้างยาก	0.06	ปรับปรุง	67*	0.42	ปานกลาง	0.45	ดีมาก
53*	0.56	ปานกลาง	0.30	ดี	68*	0.58	ปานกลาง	0.41	ดีมาก
54*	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดี	69*	0.56	ปานกลาง	0.36	ดี
55	0.37	ค่อนข้างยาก	0.26	ปานกลาง	70	0.31	ค่อนข้างยาก	0.02	ปรับปรุง
56*	0.83	ง่ายมาก	0.31	ดี	71*	0.56	ปานกลาง	0.33	ดี
57*	0.39	ค่อนข้างยาก	0.30	ดี	72*	0.40	ปานกลาง	0.33	ดี
58*	0.41	ปานกลาง	0.42	ดีมาก	73	0.21	ค่อนข้างยาก	-0.05	ตัดทิ้ง
59	0.35	ค่อนข้างยาก	0.01	ปรับปรุง	74	0.44	ปานกลาง	0.21	ปานกลาง
60*	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.43	ดีมาก	75	0.23	ค่อนข้างยาก	0.13	ปรับปรุง
61	0.22	ค่อนข้างยาก	0.09	ปรับปรุง	76	0.28	ค่อนข้างยาก	0.03	ปรับปรุง
62	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.29	ปานกลาง	77	0.49	ปานกลาง	0.14	ปรับปรุง
63*	0.58	ปานกลาง	0.37	ดี	78	0.32	ค่อนข้างยาก	-0.03	ตัดทิ้ง
64	0.27	ค่อนข้างยาก	0.02	ปรับปรุง	79*	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.39	ดี
65	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.29	ปานกลาง	80*	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.39	ดี

หมายเหตุ

ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปหาความเชื่อมั่น การคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

1. มีจำนวนแบบทดสอบในแต่ละจุดประสงค์กระจายให้ครบทุกจุดประสงค์
2. คัดเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่าย (p) ตามเกณฑ์ คือ อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80
3. คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว ได้แก่ ข้อที่ 2, 3, 5, 9, 11, 12, 14, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 33, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 60, 63, 67, 68, 69, 71, 72, 79 และ 80

ตารางที่ 30 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบที่นำมาหาค่าความเชื่อมั่น

ข้อที่	p	r	q	pq	ข้อที่	p	r	q	pq
1	0.91	0.31	0.09	0.09	21	0.65	0.24	0.35	0.23
2	0.81	0.52	0.19	0.15	22	0.49	0.48	0.51	0.25
3	0.80	0.39	0.20	0.16	23	0.30	0.39	0.70	0.21
4	0.82	0.38	0.18	0.14	24	0.42	0.31	0.58	0.24
5	0.18	0.28	0.82	0.14	25	0.68	0.45	0.32	0.22
6	0.54	0.32	0.46	0.25	26	0.75	0.33	0.25	0.19
7	0.58	0.61	0.42	0.24	27	0.51	0.43	0.49	0.25
8	0.54	0.40	0.46	0.25	28	0.72	0.35	0.28	0.20
9	0.65	0.41	0.35	0.23	29	0.78	0.42	0.22	0.17
10	0.79	0.24	0.21	0.17	30	0.57	0.53	0.43	0.25
11	0.51	0.43	0.49	0.25	31	0.57	0.57	0.43	0.25
12	0.32	0.36	0.68	0.22	32	0.64	0.41	0.36	0.23
13	0.24	0.38	0.76	0.18	33	0.45	0.37	0.55	0.25
14	0.67	0.45	0.33	0.22	34	0.53	0.45	0.47	0.25
15	0.76	0.33	0.24	0.18	35	0.66	0.33	0.34	0.22
16	0.64	0.39	0.36	0.23	36	0.64	0.51	0.36	0.23
17	0.68	0.43	0.32	0.22	37	0.33	0.33	0.67	0.22
18	0.62	0.49	0.38	0.24	38	0.68	0.33	0.32	0.22
19	0.68	0.37	0.32	0.22	39	0.70	0.33	0.30	0.21
20	0.78	0.39	0.22	0.17	40	0.78	0.39	0.22	0.17
$\sum$pq									8.39

หมายเหตุ

แบบทดสอบข้อที่ 1, 2, 4 มีค่า p สูงกว่า 0.80 เป็นข้อที่ง่ายมาก และข้อที่ 5 มีค่า p ต่ำกว่า 0.20 เป็นข้อที่ยากมาก ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อความของข้อคำถามและตัวเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องหินและแร่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ โดยใช้สูตร KR -20 ของ Kuder Richardson (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 129)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{S_t^{\,2}}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

$S_t^{\,2}$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$\sum pq$ แทน ผลรวมความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อและสัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ

จากสูตร $n = 40$ $\sum pq = 8.39$ $S_t^{\,2} = 61.88$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{S_t^{\,2}}\right\}$$

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1}\left\{1-\frac{8.39}{61.88}\right\}$$

$$r_{tt} = \frac{40}{39}\left\{1-\frac{8.39}{61.88}\right\}$$

$$r_{tt} = \frac{40}{39}\left\{1-0.1355\right\}$$

$$r_{tt} = (1.0256)\,(0.8645)$$

$$r_{tt} = 0.8866$$

$$r_{tt} = 0.89$$

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบสมมติฐาน

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบคะแนนหลังจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์และจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์				**การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.**			
คนที่	**คะแนน**	**คนที่**	**คะแนน**	**คนที่**	**คะแนน**	**คนที่**	**คะแนน**
1	35	26	38	1	36	26	30
2	32	27	33	2	27	27	19
3	38	28	35	3	25	28	27
4	29	29	37	4	23	29	32
5	34	30	33	5	32	30	35
6	31	31	35	6	21	31	32
7	33	32	35	7	22	32	28
8	21	33	30	8	35	33	29
9	29	34	30	9	21	34	29
10	28	35	31	10	29	35	27
11	36	36	33	11	32	36	30
12	30	37	33	12	28	37	31
13	27	38	31	13	21	38	30
14	36	39	27	14	29	39	27
15	25	40	37	15	34	40	29
16	32	41	26	16	28	41	31
17	24	42	28	17	21	42	31
18	27	43	34	18	28	43	29
19	29	44	30	19	21	44	37
20	35	45	29	20	20	45	36
21	30	46	36	21	27	46	25
22	30	47	34	22	14	47	29
23	34	48	29	23	22	48	27
24	29	49	33	24	28	49	19
25	35	50	34	25	29	50	26
$\bar{x}$	31.6			$\bar{x}$	27.56		
S.D.	3.741657			S.D.	4.972565		
S_1^2	14.28571			S_2^2	25.23102		

ผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุมที่การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

การทดสอบความแตกต่างของคะแนนของผลการทดสอบวัดผลการเรียนรู้ โดยการทดสอบสถิติที (t-test) แบบเป็นอิสระต่อกัน Independent (บุญชม ศรีสะอาด 2541 : 217-226)

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

จากสูตร $\overline{X_1} = 31.6$ $\overline{X_2} = 27.56$

$S_1^2 = 14.28571$ $S_2^2 = 25.23102$ N = 50

$$t = \frac{31.6 - 27.56}{\sqrt{\frac{14.28571}{50} + \frac{25.23102}{50}}}$$

$$t = \frac{4.04}{\sqrt{0.78}}$$

$$t = \frac{4.04}{0.88}$$

$$t = 4.59$$

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
- แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
- แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์
- แผนจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 40 คะแนน
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย กากบาท (✕) ลงในกระดาษคำตอบ ให้ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการ
3. นักเรียนอย่าขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
4. หลังจากทำแบบทดสอบเสร็จแล้วให้ส่งแบบทดสอบคืนครูผู้สอน

ตัวอย่าง

1. หินในชนิดใดที่ไม่พบในประเทศไทย
   - ก. หินแกรนิต
   - ข. หินออบซีเดียน
   - ค. หินอ่อน
   - ง. หินทราย

กระดาษคำตอบ

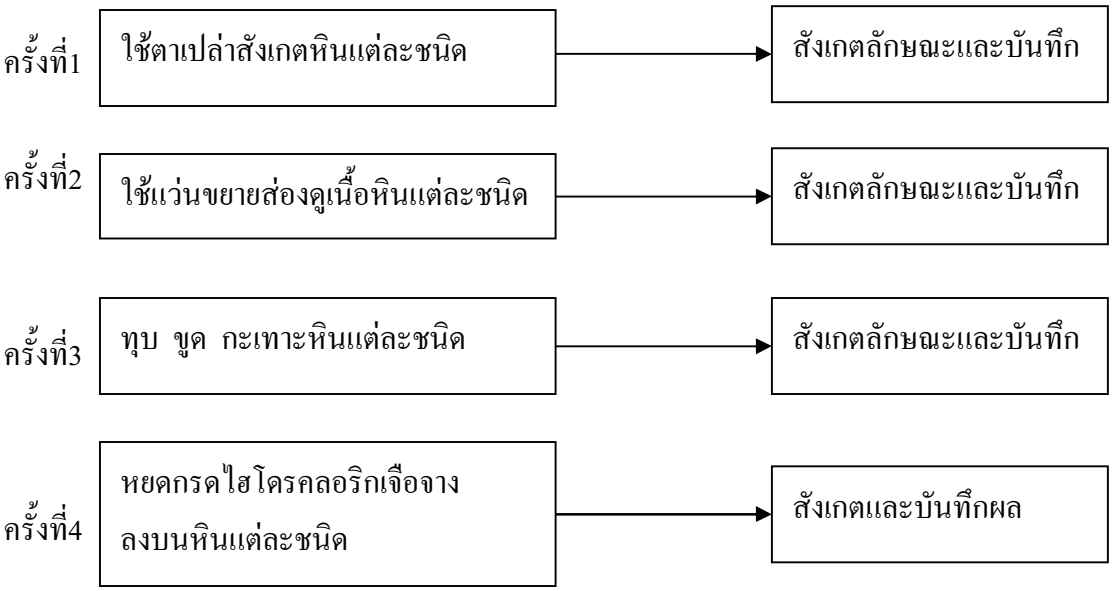
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		✕		

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง หินและแร่
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ลักษณะทั่วไปของหิน (1 - 2)

1. การทดสอบสมบัติทางเคมีของหินสามารถทำได้โดยวิธีใด
   ก. การหยดกรดลงบนหิน
   ข. การสังเกตลักษณะซากดึกดำบรรพ์
   ค. การทดสอบความแข็งของเนื้อหิน
   ง. การสังเกตส่วนประกอบของเนื้อหิน

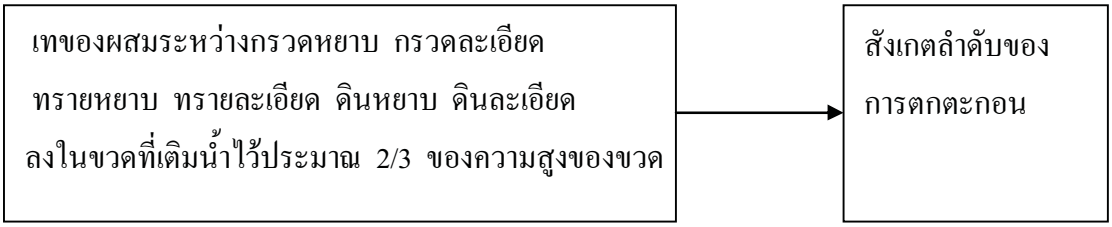
2. ผังความคิดในการศึกษาลักษณะทั่วไปของหินเป็นดังนี้



ข้อใดที่เป็นกิจกรรมเพื่อสังเกตลักษณะทางเคมีของหิน
ก. ครั้งที่ 1
ข. ครั้งที่ 2
ค. ครั้งที่ 3
ง. ครั้งที่ 4

หินตะกอน (3 - 8)

3. การทำกิจกรรมศึกษาการเกิดหินตะกอนเป็นดังนี้



ตะกอนต่าง ๆ มีลำดับการตกตะกอนจากด้านบนลงสู่ด้านล่างตามข้อใดตามลำดับ

ก. กรวดหยาบ กรวดละเอียด ทรายหยาบ ทรายละเอียด ดินหยาบ ดินละเอียด

ข. ทรายหยาบ กรวดหยาบ กรวดละเอียด ทรายละเอียด ดินหยาบ ดินละเอียด

ค. กรวดหยาบ ทรายละเอียด กรวดละเอียด ทรายหยาบ ดินหยาบ ดินละเอียด

ง. กรวดหยาบ กรวดละเอียด ทรายละเอียด ทรายหยาบ ดินละเอียด ดินหยาบ

4. ข้อใดเป็นหินตะกอนทั้งหมด

ก. หินกรวด หินทราย หินปูน

ข. หินปูน หินบะซอลต์ ศิลาแลง

ค. หินอ่อน หินดินดาน หินแกรนิต

ง. หินชีสต์ หินไนส์ หินควอร์ตไซต์

5. ข้อความต่อไปนี้

1. ทราบความเป็นมาของโลกในอดีต
2. ทราบลักษณะของภูมิประเทศดั้งเดิม
3. ทราบวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

การค้นพบซากดึกดำบรรพ์ในหินบางชนิด ทำให้เกิดประโยชน์อย่างไร

ก. 1

ข. 2

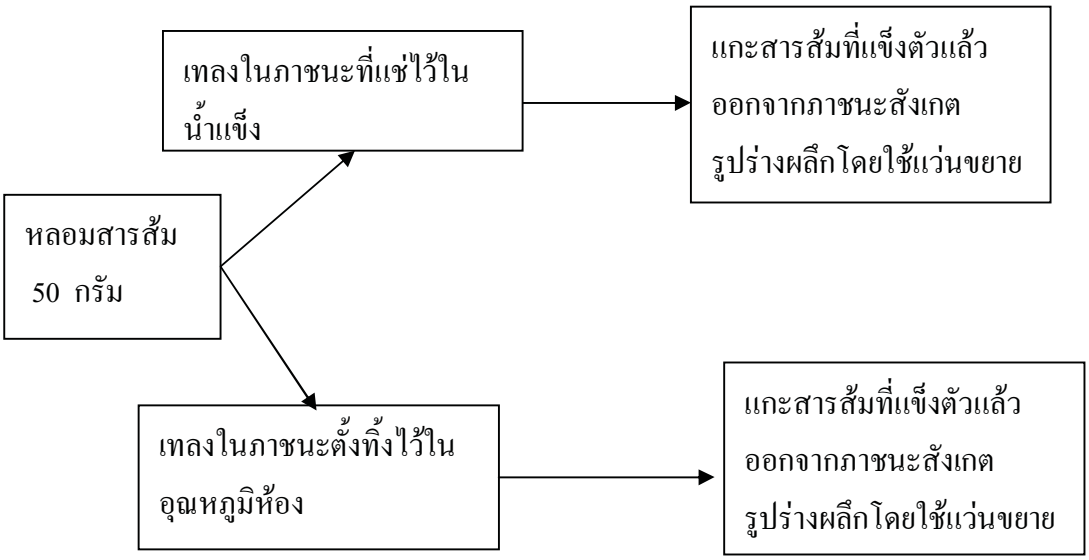
ค. 3

ง. 1, 2 และ 3

6. หินที่มีลักษณะแข็งมาก ประกอบด้วยทรายละเอียด ขนาดเม็ดตะกอนระหว่าง 0.003 - 0.062 มิลลิเมตร ควรจะนำไปใช้ประโยชน์ในข้อใด
   ก. ถมถนน
   ข. ใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์
   ค. ทำหินลับมีด
   ง. แกะสลักเป็นรูปต่าง ๆ
7. หินตะกอนเนื้อแน่น ประกอบด้วยแร่แคลไซต์เป็นส่วนใหญ่ บางครั้งอาจพบซากของสิ่งมีชีวิตเป็นลักษณะของหินในข้อใด
   ก. หินปูน
   ข. หินทรายแป้ง
   ค. หินกรวดเหลี่ยม
   ง. หินดินดาน
8. หินตะกอนที่เกิดจากการสะสมของเม็ดตะกอนขนาดใหญ่ที่ถูกพัดมาไกลจากแหล่งกำเนิดเดิม ตะกอนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร และเกิดเป็นหินชนิดใด
   ก. ตะกอนเป็นก้อนเหลี่ยม เรียกว่าหินกรวดเหลี่ยม
   ข. ตะกอนเป็นก้อนกลมมน เรียกว่าหินกรวดมน
   ค. ตะกอนเป็นก้อนเหลี่ยม เรียกว่าหินทราย
   ง. ตะกอนเป็นก้อนมน เรียกว่าหินทรายแป้ง

หินอัคนี (9 - 11)

9. กิจกรรมการศึกษาการเกิดหินอัคนีต่อไปนี้



ลักษณะที่สังเกตได้จากภาชนะที่แช่น้ำแข็งและภาชนะที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

ก. ภาชนะที่แช่น้ำแข็งผลึกจะมีขนาดใหญ่

ข. ภาชนะที่แช่น้ำแข็งผลึกจะเย็นตัวอย่างช้า ๆ

ค. ภาชนะที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องผลึกจะมีขนาดใหญ่กว่าผลึกในภาชนะที่แช่น้ำแข็ง

ง. ภาชนะที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องผลึกจะเย็นตัวอย่างรวดเร็ว

10. หินอัคนี หมายถึงข้อใด

ก. หินที่แข็งแกร่งทนทาน

ข. หินหลอมเหลวที่มีอุณหภูมิสูง

ค. หินหลอมเหลวภายใต้พื้นผิวโลก

ง. หินที่เกิดจากการเย็นตัวของแมกมาหรือลาวา

11. ข้อใดเป็นลักษณะทั่วไปของหินอัคนี

ก. มีผลึกกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อหิน

ข. มีวัตถุประสานให้ติดกัน

ค. มีลักษณะเป็นชั้นๆ

ง. มีริ้วขนาน

ข้อความต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ (12-13)

1. ผลึกแววววาว สวยงาม แข็งและทนทานต่อการสึกกร่อน
2. มีเนื้อละเอียด สีคล้ำ แข็งและทนทานต่อการสึกกร่อน
3. มีผลึกเนื้อละเอียดแน่น ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจึงจะเห็นผลึก
4. มีลักษณะเปราะ เบา มีรูพรุน สากคล้ายกระดาษทราย
5. มีรูพรุนขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ลอยน้ำได้
6. เนื้อละเอียดคล้ายแก้ว สีดำมัน รอยแตกคมเหมือนแก้วแตก

12. ข้อใดเป็นลักษณะของหินแกรนิต

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

13. ข้อใดเป็นลักษณะของหินแอนดีไซต์

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

14. คนสมัยโบราณใช้หินชนิดใดทำอาวุธ

ก. หินอ่อน

ข. หินทราย

ค. หินแกรนิต

ง. หินออบซีเดียน

หินแปร (15 - 21)

15. หินแปร หมายถึงอะไร

ก. หินที่ถูกความร้อนจนหลอมเหลว

ข. หินหลอมเหลวที่เย็นตัวเป็นหินแข็ง

ค. หินที่ถูกแปรสภาพมาใช้ประโยชน์

ง. หินที่แปรสภาพเมื่อถูกความร้อนและแรงกดดัน

16. หินในข้อใดเป็นหินแปรทั้งหมด

ก. หินกรวด หินทราย ศิลาแลง

ข. หินชนวน หินอ่อน หินไนส์

ค. หินดินดาน หินพัมมิช หินแกรนิต

ง. หินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์ หินแกบโบร

17. หินในข้อใด<u>ไม่ใช่</u>หินแปร

ก. หินปูน

ข. หินอ่อน

ค. หินชีสต์

ง. หินฟิลไลต์

ใช้ข้อความต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ (18 - 19)

1. มีเนื้อละเอียด แซะออกเป็นแผ่น ๆ ได้
2. ใช้ทำหินประดับอาคาร บ้านเรือน แกะสลัก
3. ใช้ทำแผ่นปูทางเดินในสวน ทำกระดานชนวน
4. มีเนื้อหยาบ ริ้วขนานคดโค้งเป็นลูกคลื่นเล็ก ๆ
5. ไม่มีรอยขนาน แปรสภาพมาจากหินปูน
6. ไม่มีรอยขนาน แข็งแกร่งมาก รอยแตกโค้งเว้าแบบก้นหอย

18. ข้อใดกล่าวถึงหินอ่อนได้ถูกต้อง

ก. 1, 2

ข. 2, 5

ค. 3, 6

ง. 4, 6

19. ข้อใดเป็นลักษณะของหินชนวน

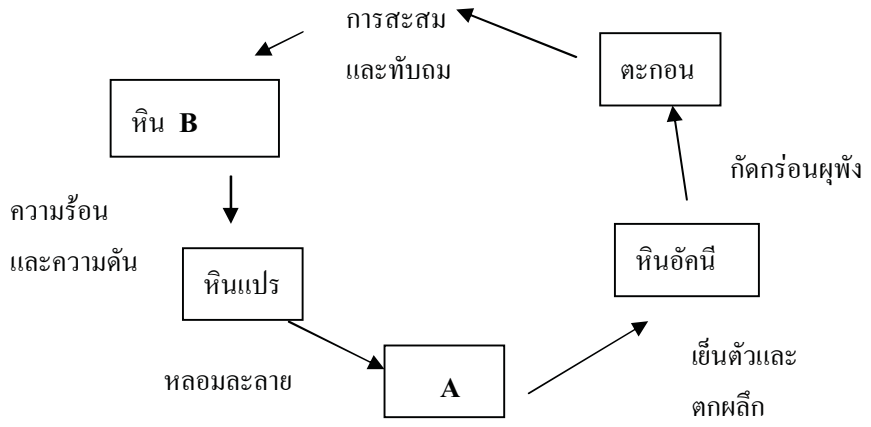
ก. 1, 2

ข. 2, 6

ค. 4, 5

ง. 1, 3

ใช้แผนภูมิต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ (20 – 21)



20. **A** หมายถึงสิ่งใดในธรรมชาติ

ก. ความร้อนและความดัน

ข. แมกมา

ค. การกร่อนและการพัดพา

ง. การหลอมละลาย

21. หิน **B** เป็นการเกิดหินชนิดใดในวัฏจักรของหิน

ก. หินอัคนี

ข. หินตะกอน

ค. หินแปร

ง. หินหลอมเหลว

แหล่งแร่ในประเทศไทย (22 - 23)

22. ข้อใดกล่าวถึงแร่**ไม่ถูกต้อง**

ก. เป็นผลึกที่แทรกในเนื้อหิน

ข. เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ค. แร่ชนิดเดียวกันอาจมีสีต่างกันได้

ง. เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในรูปของผลึก

23. ประเทศไทยมีแร่ชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ข้อใดกล่าวถึงแหล่งแร่ไม่ถูกต้อง

ก. เหล็ก – พบที่จังหวัดลพบุรี เลย

ข. รัตนชาติ – พบมากที่จังหวัดจันทบุรี บุรีรัมย์ สระบุรี

ค. ทองคำ – พบที่จังหวัดปราจีนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นราธิวาส พิจิตร

ง. ดีบุก-พบมากทางภาคใต้ในจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช

สมบัติทางกายภาพของแร่ (24 - 30)

ใช้ลักษณะทางกายภาพของแร่ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 24

ชื่อแร่	ความแข็ง	สีและสีผง	ความวาว
ควอตซ์	7	โดยมากจะใสและไม่มีสี บางชนิดอาจมีสีต่าง ๆ เช่น ขาวขุ่น ชมพู มาวง สีควันไฟ	แบบแก้ว
เฟลด์สปาร์	6	ขาว เหลืองอ่อน ครีม ชมพูเขียว	แบบแก้ว
แคลไซต์	3	โดยมากไม่มีสี บางชนิดมีสีขาวและมีสีน้ำตาลหรือเหลืองปน	แบบแก้ว แบบมุก
ยิปซัม	2	ไม่มีสี หรือสีขาว อาจมีสีแดงปน	แบบมุก แบบแก้ว
ดีบุก	6	น้ำตาลหรือดำ สีผงเป็นสีขาว	แบบกึ่งโลหะ
ฮีมาไทต์	5-5.6	เทาเหล็ก น้ำตาลแกมแดง สีผงเป็นสีน้ำตาลแกมแดง	แบบโลหะ
ฟลูออไรต์	4	สีขาว สีม่วง สีเขียว อาจมีสีเหลือง สีชมพู	แบบแก้ว

24. แร่ในข้อใดจะพบแทรกกระจายอยู่ในเนื้อหินต่าง ๆ ที่เรียกว่าแร่ประกอบหิน
    ก. ควอตซ์ ฟลูออไรต์
    ข. ควอตซ์ เฟลด์สปาร์
    ค. แคลไซต์ ดีบุก
    ง. ฮีมาไทต์ เฟลด์สปาร์
25. “ความแข็ง” เป็นสมบัติเฉพาะตัวของแร่ มาตรฐานความแข็งตามที่โมส์ กำหนดขึ้น กำหนดตัวเลขตามข้อใด
    ก. 1-5
    ข. 1-7
    ค. 1-8
    ง. 1-10

26. ข้อใดเรียงลำดับความแข็งของแร่<u>จากมากไปน้อย</u>ได้ถูกต้อง
    ก. ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ แคลไซต์
    ข. ยิปซัม ดีบุก ฮีมาไทต์
    ค. แคลไซต์ ยิปซัม ดีบุก
    ง. ฮีมาไทต์ ยิปซัม ฟลูออไรต์
27. แร่ในตารางข้อใดที่จัดเป็นรัตนชาติอย่างหนึ่ง
    ก. ควอตซ์
    ข. ฟลูออไรต์
    ค. ดีบุก
    ง. ฮีมาไทต์
28. ถ้านำแร่ก้อนหนึ่งมวล 500 กรัม มาหาปริมาตรได้ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แร่ก้อนนี้จะมีความหนาแน่นเท่าไร ในหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
    ก. 0.2
    ข. 2
    ค. 5
    ง. 10
29. แร่ในข้อใดมีความแข็งมากที่สุด
    ก. คอรันดัม
    ข. โทแพซ
    ค. ควอตซ์
    ง. เพชร
30. ข้อใดกล่าว**<u>ไม่ถูกต้อง</u>** เกี่ยวกับพลอยตระกูลคอรันดัม
    ก. แร่คอรันดัมที่มีสีแดง คือ ทับทิม
    ข. แร่คอรันดัมที่มีสีเขียว คือ แซปไฟร์สีเขียว หรือเขียวส่อง
    ค. แร่คอรันดัมที่มีสีน้ำเงิน คือ บุษราคัม
    ง. แร่คอรันดัมที่มีสีม่วง คือ แอเมทิสต์

ชนิดและประโยชน์ของแร่ (31 - 33)

ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 31 "แร่ที่เกิดจากโลหะทำปฏิกิริยากับธาตุอโลหะ เช่น ออกซิเจน กำมะถัน คลอรีน เป็นต้น การนำไปใช้งานต้องแยกโลหะออกเป็นสารบริสุทธิ์ก่อน เรียกว่าการถลุงแร่"

31. ข้อความข้างต้นกล่าวถึงแร่ประเภทใด

ก. แร่โลหะ

ข. แร่อโลหะ

ค. แร่รัตนชาติ

ง. แร่เชื้อเพลิง

32. แร่ชนิดใดที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นสินทรัพย์สำรองใช้แทนเงินตรา และทำเครื่องประดับ

ก. สังกะสี

ข. ทองคำ

ค. เงิน

ง. แทนทาลัม

33. ในอุตสาหกรรมทำปูนซีเมนต์และปูนพลาสเตอร์ ยิปซัมบอร์ด ชอล์ก กระดาษ และปุ๋ย ต้องใช้แร่ชนิดใด

ก. แร่ดีบุก

ข. แร่ตะกั่ว

ค. แร่เกาลิน

ง. แร่ยิปซั่ม

เชื้อเพลิงธรรมชาติ (34 - 40)

34. ถ่านหินในข้อใดที่ใช้ในโรงผลิตกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย วันละมากกว่า 40,000 ตัน

ก. ลิกไนต์

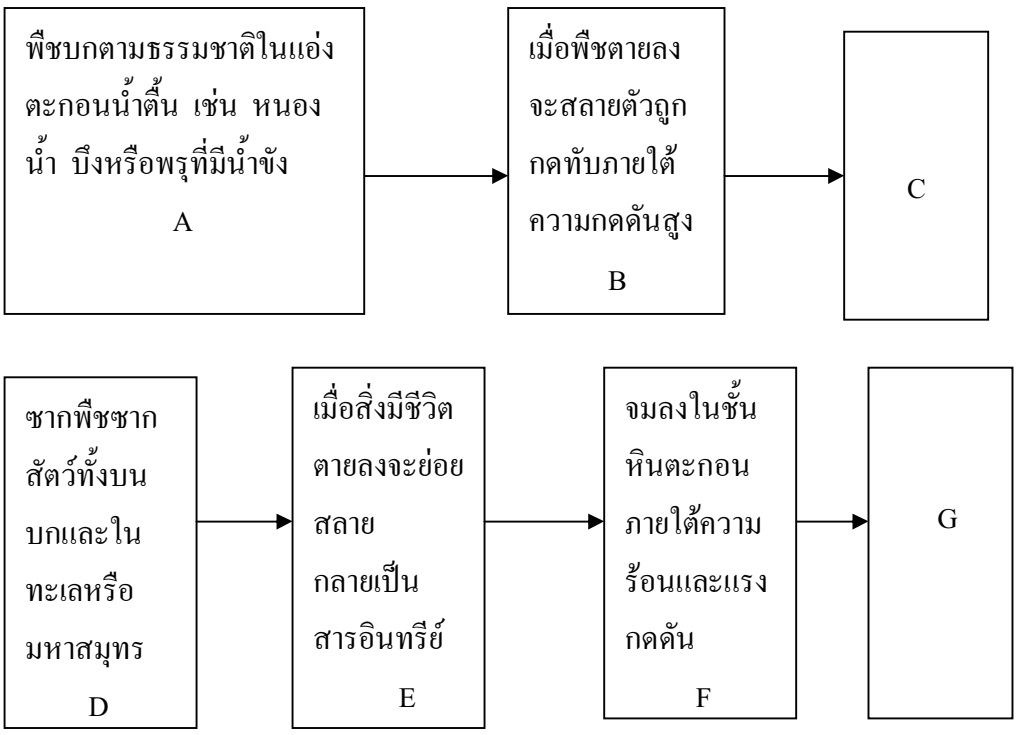
ข. พีต

ค. L P G

ง. บิทูมินัส

35. ในประเทศไทยมีถ่านหินชนิดใดมากที่สุด
    ก. แอนทราไซต์
    ข. บิทูมินัส
    ค. สับลิกไนต์
    ง. ลิกไนต์
36. ในการบ่งบอกคุณภาพของถ่านหินจะใช้ธาตุใดเป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นถ่านหินคุณภาพดี
    ก. คาร์บอน
    ข. ไฮโดรเจน
    ค. ไนโตรเจน
    ง. ออกซิเจน
37. ข้อใดไม่ใช่แหล่งแก๊สธรรมชาติ
    ก. แหล่งน้ำพอง
    ข. แหล่งฝาง
    ค. แหล่งเอราวัณ
    ง. แหล่งบงกช

ใช้แผนภูมิต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 38



38. G เกิดเป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติชนิดใด

ก. ปิโตรเลียม

ข. พีท

ค. บิทูมินัส

ง. ลิกไนต์

39. พลังงานในข้อใดที่ไม่ใช่พลังงานทดแทน

ก. พลังงานลม

ข. พลังงานแสงอาทิตย์

ค. พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

ง. พลังงานจากน้ำ

40. เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลกับน้ำมันเบนซินที่รัฐบาลไทยสนับสนุนให้ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์เพื่อช่วยประหยัดพลังงานคือข้อใด

ก. น้ำมันเบนซิน - 91

ข. แก๊สโซฮอล์

ค. ไบโอดีเซล

ง. แก๊สโซลีน

****

แบบสอบถามความคิดเห็น

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้ ถามความคิดเห็นของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้ ถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ มีทั้งหมด 15 ข้อ โดยแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางด้านซ้ายมือ ส่วนทางด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ซึ่งเป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณาซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุดกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยมากกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยปานกลางกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยน้อยกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยน้อยที่สุดกับข้อความที่กำหนดให้

ตัวอย่างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้				
	เห็นด้วยมากที่สุด 5	เห็นด้วยมาก 4	เห็นด้วยปานกลาง 3	เห็นด้วยน้อย 2	เห็นด้วยน้อยที่สุด 1
0. การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น	✓				
00. การจัดการเรียนรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียน		✓			

ข้อ 0 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุด กับข้อความที่ว่า “การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น”

ข้อ 00 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยมาก กับข้อความที่ว่า “การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนุกสนานมากขึ้น”

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้				
	เห็นด้วยมากที่สุด 5	เห็นด้วยมาก 4	เห็นด้วยปานกลาง 3	เห็นด้วยน้อย 2	เห็นด้วยน้อยที่สุด 1
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนค้นคว้าโดยใช้กระบวน การคิดและทักษะการแก้ปัญหาจากการศึกษาสถานการณ์ที่เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา.....	……..	……	……..	……..	……..
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนได้สืบค้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน และจากการออกแบบการทดลอง.....	……..	……	……..	……..	……..
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจน ถูกต้องจากการเขียนแผนผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา.....	……	……	……..	……..	……..
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะและรู้จักการทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	……	……	……..	……	……..
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้นจากการนำข้อมูลจากการทดลองและศึกษาความรู้เพิ่มเติมมาเขียนแผนผังมโนทัศน์.....	……..	……	……..	……	……..
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้					
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง.....…	……..	……	……..	……	……..

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้				
	เห็นด้วยมากที่สุด 5	เห็นด้วยมาก 4	เห็นด้วยปานกลาง 3	เห็นด้วยน้อย 2	เห็นด้วยน้อยที่สุด 1
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ...	.....	.....	.....	.....	.....
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีอิสระและสร้างบรรยากาศในการเรียนที่ดี.....……	.....	.....	.....	.....	.....
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผล ร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ.....	.....	.....	.....	.....	.....
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนๆ.....	.....	.....	.....	.....	.....
ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นอกกรอบที่แตกต่างจากบทเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
3. การจัดการเรียนรู้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน.....	.....	…….	…….	.....	.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้				
	เห็นด้วย มากที่สุด 5	เห็นด้วย มาก 4	เห็นด้วย ปานกลาง 3	เห็นด้วย น้อย 2	เห็นด้วย น้อยที่สุด 1
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของความรู้และจดจำได้นาน……..	.....	.....	.....	.....	.....
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

คำชี้แจง

แบบสอบถามตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่

ในการจัดการเรียนรู้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง หินและแร่ นักเรียนมีข้อเสนอแนะมีดังนี้

.....

.....

.....

.....

……

……

……

แบบสอบถามความคิดเห็น

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้ ถามความคิดเห็นของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของสสวท.

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้ ถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ มีทั้งหมด 15 ข้อ โดยแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางด้านซ้ายมือ ส่วนทางด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ซึ่งเป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณาซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุดกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยมากกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยปานกลางกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยน้อยกับข้อความที่กำหนดให้
ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยน้อยที่สุดกับข้อความที่กำหนดให้

ตัวอย่างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้				
	เห็นด้วยมากที่สุด 5	เห็นด้วยมาก 4	เห็นด้วยปานกลาง 3	เห็นด้วยน้อย 2	เห็นด้วยน้อยที่สุด 1
0. การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น	✓				
00. การจัดการเรียนรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียน		✓			

ข้อ 0 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุด กับข้อความที่ว่า “การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น”

ข้อ 00 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยมาก กับข้อความที่ว่า “การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนมีความสนุกสนานมากขึ้น”

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้				
	เห็นด้วยมากที่สุด 5	เห็นด้วยมาก 4	เห็นด้วยปานกลาง 3	เห็นด้วยน้อย 2	เห็นด้วยน้อยที่สุด 1
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าโดยใช้กระบวนการคิดและทักษะการแก้ปัญหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
2. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนได้สืบค้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
3. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาความรู้จากการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
4. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการใช้คำถามเป็นสื่อ.....	.....	.....	.....	.....	.....
5. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่สำคัญของบทเรียนจากการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป.....	.....	.....	.....	.....	.....
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้					
1. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ.....	.....	.....	.....	.....	.....
2. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
4. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีเหตุผล ร่วมมือกับเพื่อน ๆ จนประสบผลสำเร็จ.....	.....	.....	.....	.....	.....
5. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน.....	.....	.....	.....	.....	.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้				
	เห็นด้วยมากที่สุด 5	เห็นด้วยมาก 4	เห็นด้วยปานกลาง 3	เห็นด้วยน้อย 2	เห็นด้วยน้อยที่สุด 1
ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	…….	…….	…….	…….	…….
2. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนรู้จักวิธีการทำงานอย่างมีระบบ....	.....	…….	…….	…….	…….
3. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	…….	.....	…….	…….	…….
4. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนและเพื่อนช่วยเหลือกันในการทำงานกลุ่มและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น.....	…….	…….	…….	…….	…….
5. การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน.....	…….	…….	…….	…….	…….

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

คำชี้แจง

แบบสอบถามตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้เรื่องหินและแร่ ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ตามคู่มือครูของ สสวท. นักเรียนมีข้อเสนอแนะมีดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

แผนจัดการเรียนรู้

สำหรับกลุ่มทดลอง

ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 สำหรับกลุ่มทดลอง
(การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน จำนวน 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

หินที่พบในภูมิประเทศและท้องถิ่นที่ต่างกันมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะทั่วไปของหินประกอบด้วยลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. คิดวิเคราะห์ อธิบายปัญหา นิยามปัญหา และกำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อสำรวจลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่นได้
2. คิดเชิงมโนทัศน์เชื่อมโยงความสัมพันธ์เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหินและเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหินได้
3. นำข้อคิดจากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหาสาระ

ลักษณะทั่วไปของหินประกอบด้วยลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ลักษณะทางกายภาพของหิน สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าโดยสังเกตลักษณะของสี ความแข็ง เนื้อหิน การเรียงตัวเป็นชั้น ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอยู่ในเนื้อหิน ส่วนสมบัติทางเคมีของหินทดสอบได้ด้วยการหยดกรดลงบนหินแล้วสังเกตการทำปฏิกิริยากับกรด

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะของหิน 4-5 ก้อน ถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะของหินที่สังเกตได้

ตัวอย่างคำถาม เช่น

- ก้อนหินที่สังเกตมีสีอะไรบ้าง
- ลักษณะการเรียงตัวของเนื้อหินเป็นอย่างไร
- มีซากดึกดำบรรพ์อยู่ในหินหรือไม่
- หากหยดกรดเกลือเจือจางลงบนหินแต่ละชนิด หินก้อนไหนจะทำปฏิกิริยากับกรดได้
- มีข้อมูลหรือลักษณะอะไรบ้างที่นักเรียนสังเกต

1.2 ครูกำหนดสถานการณ์ว่า นักเรียนจะใช้วิธีการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของก้อนหินได้อย่างไร

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามต่าง ๆ เพื่อระบุปัญหา

1.4 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.5 เลขานุการกลุ่มรับใบงานที่ 1 เรื่องศึกษาลักษณะของหินในท้องถิ่น และสมาชิกภายในกลุ่มศึกษาใบงานร่วมกัน

2. ตั้งสมมติฐาน แนะนำแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ จากนั้นช่วยกันออกแบบการทดลอง

2.2 นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐาน

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผังความคิดเรื่องลักษณะของหินในท้องถิ่นลงในใบงาน

3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้โดยครูเตรียมอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้และบันทึกลงในใบงาน

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองลงในใบงาน

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน โดยอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

- ควรปรับปรุงในขั้นตอนใดเพื่อให้การทดลองน่าเชื่อถือ

- ลักษณะของหินที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่ากับลักษณะที่สังเกตได้เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- นอกจากการสังเกตด้วยตาเปล่าและใช้แว่นขยายส่องดูเนื้อหินแล้วนักเรียนใช้วิธีการใดอีก

- การทดสอบหินทางเคมีได้ผลตามที่คาดหวังไว้หรือไม่

- จากการทดลองจำแนกหินได้กี่กลุ่ม และใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

- มีกลุ่มใดบ้างที่ใช้วิธีการทดสอบสมบัติของหินแตกต่างจากกลุ่มเพื่อน

3.4 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลอง อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหินไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

4.2 นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 2 เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน และแบบฝึกหัดที่ 1

5. ขั้นสร้างข้อสรุปและเขียนแผนผังมโนทัศน์

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสรุปให้เกิดความเข้าใจตรงกันมาอภิปรายเพื่อระบุเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญ

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ โดยพิจารณาว่ามโนทัศน์ใดมีความหมายกว้างที่สุด คัดเลือกเป็นมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองและมโนทัศน์เฉพาะ

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ว่าควรสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด แล้วนำมโนทัศน์ที่เลือกไว้มาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์

5.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้เส้นและคำเชื่อมลงในกระดาษ A4

5.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างไว้ว่าควรปรับปรุงหรือไม่ จากนั้นนักเรียนช่วยกันปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนทัศน์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

5.6 ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเขียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียนทั้งชั้นในคาบเรียนนั้น และการนำข้อคิดจากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนแผนผังมโนทัศน์ลงในใบงาน

สื่อและอุปกรณ์

1. ใบงานที่ 1 เรื่องศึกษาหินในท้องถิ่น
2. ใบงานที่ 2 เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน
3. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน
4. ก้อนหินในท้องถิ่นที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 ก้อน
5. แว่นขยาย 1 อัน
6. หลอดหยด 3 หลอด
7. กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3
8. ค้อน 1 อัน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. เข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น 2. ทดลองและสรุปลักษณะทั่วไปของหินในท้องถิ่น ทั้งทางกายภาพและทางเคมีอย่างง่ายได้	-ซักถาม -ตรวจใบงาน -ตรวจแบบฝึกหัด	-ประเด็นการซักถาม -แบบประเมินใบงาน -แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ใบงานที่ 1 เรื่องศึกษาหินในท้องถิ่น

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาและทำกิจกรรมตามขั้นตอนในใบงาน

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อสำรวจ ตรวจสอบลักษณะทั่วไปของหินทั้งทางกายภาพและทางเคมีของหินในท้องถิ่น

สถานการณ์

ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของหินและหาวิธีการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของก้อนหิน ที่ครูนำมาศึกษา โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวนต่อกลุ่ม)

1. ก้อนหินในท้องถิ่นที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 ก้อน
2. แว่นขยาย 1 อัน
3. หลอดหยด 3 หลอด
4. กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3
5. ค้อน 1 อัน

การทำกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ระบุปัญหาได้ดังนี้

ระบุปัญหา.....

2. นักเรียนจะใช้วิธีการใดในการทดสอบลักษณะทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี

ออกแบบการทดลอง.....

.....

.....

ตั้งสมมติฐาน.....

.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

3. ให้นักเรียนดำเนินการทดสอบลักษณะทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของหิน แล้วบันทึกผลการทดสอบ

หินก้อนที่	ผลการทดสอบ	
	ลักษณะทางกายภาพของหิน	สมบัติทางเคมี
1	....	....
2	....	....
3	....	....

4. วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

5. จากการทดสอบสรุปผลได้ดังนี้

.....

.....

6. นักเรียนใช้วิธีการใดทดสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหิน

.....

.....

7. มีวิธีการอื่นอีกหรือไม่ที่จะทำการตรวจสอบหิน

.....

.....

8. จากการทดสอบหินนักเรียนจำแนกหินได้กี่กลุ่มและใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

.....

ใบงานที่ 2
เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (ใช้เวลา 10 นาที)

สมบัติทางกายภาพของหิน

ได้แก่

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

สมบัติทางเคมี
ของหิน

ทดสอบได้โดย

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

แบบประเมินใบงานที่ 2

1. ลักษณะทางกายภาพของหิน

☐ 3 หมายถึง บอกลักษณะทางกายภาพได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง บอกลักษณะทางกายภาพได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์

☐ 1 หมายถึง บอกลักษณะทางกายภาพได้ไม่ชัดเจน

2. สมบัติทางเคมีของหิน

☐ 3 หมายถึง บอกวิธีการตรวจสอบสมบัติทางเคมีของหินได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง บอกวิธีการตรวจสอบสมบัติทางเคมีของหินได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์

☐ 1 หมายถึง บอกวิธีการตรวจสอบสมบัติทางเคมีของหินได้ไม่ชัดเจน

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 5-6 คะแนน ระดับดี

คะแนน 3-4 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1-2 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แผนผังมโนทัศน์เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน

แบบฝึกหัดที่ 1
เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้และทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และทำเครื่องหมายผิด (✕) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวผิด

.....1. หินที่พบในภูมิประเทศและท้องถิ่นที่แตกต่างกันจะมีลักษณะแตกต่างกัน

.....2. ลักษณะทางกายภาพของหินไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า

.....3. ลักษณะทางกายภาพของหิน ได้แก่ สี ความแข็ง เนื้อหิน การเรียงตัวเป็นชั้น

.....4. การใช้แว่นขยายส่องดูทำให้สังเกตเห็นลักษณะทางกายภาพของหินได้ละเอียดมากขึ้น เช่น ส่วนประกอบของเนื้อหิน ซากดึกดำบรรพ์

.....5. หินบางชนิดสามารถทำปฏิกิริยากับกรดได้

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ	คำตอบ
1	✓
2	✕
3	✓
4	✓
5	✓

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 สำหรับกลุ่มทดลอง

(การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่องหินตะกอน จำนวน 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

หินตะกอน เกิดจากการทับถมของตะกอนในธรรมชาติจากการผุพังแตกสลายของหินอัคนี หินแปร หรือหินชั้นอายุเก่าแก่กว่า ถูกพัดพามาตกจมและสะสมโดยน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง หรือการตกตะกอนทางเคมี และหมายรวมตลอดถึงหินที่เกิดจากการสะสมของซากดึกดำบรรพ์ด้วย โดยมีวัตถุประสานให้ติดกัน ตะกอนต่าง ๆ เหล่านี้จะมีการสะสมตัวเป็นชั้น ๆ และเมื่อมีการแข็งตัวกลายเป็นหินแล้ว ลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ตามลำดับอายุยังปรากฏให้เห็นอยู่ จึงจัดประเภทให้เป็นหินชั้น ซึ่งมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะและสมบัติบางอย่างต่างกัน จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน
2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินตะกอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อสรุปลำดับการตกตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกัน
2. คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบลำดับการตกตะกอนที่มีขนาดต่างกันได้
3. อธิบายความหมายและกระบวนการเกิดหินตะกอนได้
4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะของหินตะกอนและจำแนกหินตะกอนออกเป็นกลุ่ม ๆ
5. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินตะกอนชนิดต่าง ๆ
6. วิเคราะห์ลักษณะของหินตะกอนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้
7. พูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับภูมิลักษณ์ของหินตะกอนในประเทศไทยและมีจิตสำนึกในการรักและหวงแหนภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทย
8. เขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเกิด ชนิด แหล่งที่พบและประโยชน์ของหินตะกอนได้

เนื้อหาสาระ

หินตะกอนหรือหินชั้น (Sedimentary rock)

หินตะกอนหรือหินชั้น คือ หินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน ตะกอนเหล่านี้เกิดจากการผุพังแตกสลายของหินอัคนี หินแปร หรือหินชั้นอายุเก่าแก่กว่า ถูกพัดพามาตกจมและสะสมโดยน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง หรือการตกตะกอนทางเคมีและรวมถึงหินที่เกิดจากการสะสมของซากดึกดำบรรพ์ด้วย ตะกอนต่าง ๆ เหล่านี้จะมีการสะสมตัวเป็นชั้น ๆ และเมื่อมีการแข็งตัวกลายเป็นหินแล้ว ลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ตามลำดับอายุยังปรากฏให้เห็นอยู่ จึงจัดประเภทให้เป็นหินชั้น

กระบวนการเกิดหินตะกอน

กระบวนการที่ทำให้ตะกอนมีความแข็งขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดกลายเป็นหินมีดังนี้ คือ

1. การอัดตัว ได้แก่ การที่ตะกอนซึ่งสะสมตัวอยู่ได้รับแรงกดดันจากน้ำหนักของตะกอนส่วนที่ทับถมอยู่ข้างบน จะทำให้ช่องว่างภายในตะกอนถูกอัดเข้าไปหรือถ้ามีน้ำอยู่ภายในตะกอนก็จะถูกบีบออกมาทำให้ตะกอนมีการแข็งตัวเป็นหิน

2. การเชื่อมประสาน ได้แก่ การที่ตะกอนซึ่งมีเม็ดขนาดเม็ดหยาบ มีวัตถุประสานเชื่อมระหว่างเม็ดตะกอนเหล่านั้น ทำให้จับตัวกันแข็งเป็นหิน วัตถุประสานที่มีมาก ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และซิลิกา (SiO_2) ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลาย เมื่อน้ำระเหยออกไปก็จะแยกตัวออกมาเป็นของแข็งและทำหน้าที่เป็นวัตถุประสานเชื่อมเม็ดตะกอนจนแข็งเป็นหิน

3. การแทนที่ เช่น สารละลายซิลิกาเข้าไปแทนที่ในเนื้อเยื่อของไม้ที่กำลังผุพัง ทำให้เกิดไม้กลายเป็นหิน หรือการที่แมกนีเซียมเข้าไปแทนที่แคลเซียมในแร่แคลไซต์ของหินปูน ทำให้เกิดหินโดโลไมท์ขึ้น

4. การระเหยของน้ำ เช่น การเกิดหินงอก หินย้อย เกิดจากการระเหยของน้ำจากสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตหรือเกลือหิน เกิดจากการระเหยของน้ำออกไปทำให้เกลือเฮไลท์แข็งเป็นชั้นหินอยู่

5. การเปลี่ยนแปลงรูปผลึก หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือเนื้อของผลึก เช่น การเพิ่มขนาดของผลึกซึ่งเกิดจากการตกตะกอนของสารละลาย

การจำแนกชนิดของหินตะกอน แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ดังนี้

1. หินตะกอนร่วน

1.1 หินกรวดมน (Conlomerate)

1.2 หินทราย (Sandstone)

1.3 หินทรายแป้ง (Siltstone)

1.4 หินดินเหนียว หินโคลน และหินดินดาน (Claystone Mudstone and Shale)

2. หินตะกอนเคมี

2.1 หินปูน (Limestone)

2.2 หินโดโลไมท์ (Dolomite)

2.3 หินเชิร์ท และหินเหล็กไฟ (Chert and Flint)

2.4 หินเกลือ และยิปซั่ม (Rock salt and Gypsum)

2.5 หินศิลาแลง (Laterite)

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตภาพการกร่อนของกระแสน้ำ และถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า

- การกัดเซาะของดินมีสาเหตุมาจากอะไร
- ตะกอนต่าง ๆ เมื่อถูกกัดเซาะจะมีกระบวนการพัดพาและทับถมในที่ต่าง ๆ กันอย่างไร
- หากจำลองเหตุการณ์กัดเซาะของดินในห้องทดลอง กระบวนการพัดพาและทับถมที่เกิดในธรรมชาติแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ลักษณะของการทับถมของตะกอนในที่ต่าง ๆ จะมีลักษณะอย่างไร

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามต่าง ๆ

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.4 เลขานุการกลุ่มรับใบความรู้ที่ 1 เรื่องกระบวนการเกิดหินตะกอน และสมาชิกภายในกลุ่มศึกษาใบความรู้ร่วมกัน

1.5 เลขานุการกลุ่มรับใบงานที่ 3 เรื่องการสะสมตะกอน และสมาชิกภายในกลุ่มศึกษาใบงานร่วมกัน จากนั้นระบุปัญหาลงในใบงาน

2. ตั้งสมมติฐาน แนะนำแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ จากนั้นช่วยกันออกแบบการทดลอง

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผังความคิดเรื่องการสะสมของตะกอน ลงในใบงาน

3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ โดยครูเตรียมอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองลงในใบงาน

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง จากนั้นบันทึกลงในใบงาน และอภิปรายเกี่ยวกับการแข็งตัวของตะกอน ในประเด็นต่อไปนี้

- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร
- ควรปรับปรุงในขั้นตอนใดเพื่อให้การทดลองน่าเชื่อถือ
- ลักษณะการตกตะกอนและลำดับการตกตะกอนเป็นอย่างไร
- ตะกอนในแอ่งน้ำนิ่งหรือแอ่งน้ำไหล มีความแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร
- เมื่อทิ้งขวดสะสมตะกอนจนน้ำระเหยแห้งลักษณะของตะกอนที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นลักษณะใด

จากนั้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะการเรียงตัวของชั้นหินตะกอนจากตัวอย่างหิน

4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

4.1 ขยายความรู้โดยให้นักเรียนศึกษาลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินตะกอน ได้แก่ หินกรวดมน หินทราย หินปูน หินดินดาน และอภิปรายลักษณะของหินและการนำมาใช้ประโยชน์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับภูมิลักษณ์ของหินตะกอนในประเทศไทย ตลอดจนการมีจิตสำนึกในการรักและหวงแหนภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทยและครูชมเชยในการแสดงความคิดเห็น

4.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่องชนิดของหินตะกอน จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินตะกอน

4.3 นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่องเรียงลำดับกระบวนการเกิดหินตะกอน และใบงานที่ 5 เรื่องชนิดของหินตะกอน

4.4 นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดที่ 2 และแบบฝึกหัดที่ 3

5. ขั้นสร้างข้อสรุปและเขียนแผนผังมโนทัศน์

5.1 ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเกี่ยวกับชนิดของหินตะกอน โดยใช้ Power Point เรื่องหินตะกอน เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน นำข้อมูลจากใบ

ความรู้ที่ 1 เรื่องกระบวนการเกิดหินตะกอน และใบความรู้ที่ 2 เรื่องชนิดของหินตะกอนข้อมูลจากใบงานที่ 3 เรื่องการสะสมตะกอน ใบงานที่ 4 เรื่องเรียงลำดับกระบวนการเกิดหินตะกอน และใบงานที่ 5 เรื่องชนิดของหินตะกอน มาอภิปรายเพื่อระบุเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญ

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ โดยพิจารณาว่ามโนทัศน์ใดมีความหมายกว้างที่สุด คัดเลือกเป็นมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองและมโนทัศน์เฉพาะ

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ว่าควรสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด แล้วนำมโนทัศน์ที่เลือกไว้มาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์

5.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้เส้นและคำเชื่อม แล้วเขียนลงในกระดาษ A4

5.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างไว้ว่าควรปรับปรุงหรือไม่ จากนั้นนักเรียนช่วยกันปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนทัศน์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

5.6 ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยนำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียนทั้งชั้นในคาบเรียนนั้น จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนแผนผังมโนทัศน์ลงในใบงาน

สื่อและอุปกรณ์

1. ภาพแสดงการกร่อนของกระแสน้ำ
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องกระบวนการเกิดหินตะกอน
3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่องชนิดของหินตะกอน
4. ใบงานที่ 3 เรื่องการสะสมตะกอน
5. ใบงานที่ 4 เรื่องเรียงลำดับกระบวนการเกิดหินตะกอน
6. ใบงานที่ 5 เรื่องชนิดของหินตะกอน
7. Power Point เรื่องหินตะกอน
8. หินตะกอน 4-5 ก้อน
9. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องหินตะกอน
10. อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมการสะสมของตะกอน (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) น้ำ 1,000 cm^3 2) ทรายหยาบ 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 3) ทรายละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3

4) ดิน 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 5) ดินละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 6) กรวดหยาบ 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 7) กรวดละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 8) ขวดพลาสติกใสขนาด 1.5 dm^3 2 ใบ 9) กระดาษหนังสือพิมพ์ 2 แผ่น 10) เทปกาว 1 ม้วน

11. อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมศึกษาลักษณะหินตะกอน (จำนวนต่อกลุ่ม) 1) ชุด กล่องตัวอย่างหินและแร่ 1 ชุด 2) แว่นขยาย 1 อัน 3) หลอดหยด 2 อัน 4) กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3 5) ปากคีบโลหะ 1 อัน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน	-ซักถาม	-ประเด็นการซักถาม
2. สืบค้นข้อมูล ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะของหินตะกอนและจำแนกหินตะกอนและการเขียนแผนผังมโนทัศน์	-การสังเกต - ตรวจใบงาน	-แบบประเมินใบงาน
3. จิตสำนึกในการรักและหวงแหนภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทย	-ตรวจแบบฝึกหัด	-แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 1
เรื่องกระบวนการเกิดหินตะกอน

กระบวนการเกิดหินตะกอน

จากการศึกษาลักษณะของหินตะกอน อาจจำแนกกระบวนการเกิดหินตะกอนได้ดังนี้

1. การสะสมตัวทางกายภาพ เกิดจากตะกอนต่าง ๆ ที่ถูกพัดพาไปในลักษณะของแข็ง ซึ่งมีขนาดเล็กจนถึงขนาดโตกว่าก้อนกรวด โดยแรงดึงดูดของโลก น้ำ ลม หรือธารน้ำแข็ง ลงสู่แอ่งน้ำหรือมหาสมุทร ตกทับถมกันเป็นชั้น ๆ กระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนที่ร่วนแข็งตัวกลายเป็นหิน เรียกว่า ***กระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็นหินตะกอน*** ซึ่งประกอบด้วย

การกดทับ (Compaction) อันเนื่องมาจากน้ำหนักของชั้นตะกอนที่ทับอยู่ข้างบน ทำให้เศษหินและเม็ดตะกอนถูกอัดแน่นเข้าด้วยกัน เป็นการลดปริมาตรเดิมลง

การประสาน (Cementation) โดยมีวัตถุประสาน เช่น สารพวกปูน ซิลิกา หรือเหล็กออกไซด์ ในรูปสารละลายเข้าไปเชื่อมในช่องว่างระหว่างเม็ด ทำให้ตะกอนจับตัวเข้าด้วยกันกลายเป็นหินแข็ง เช่น หินกรวดมน หินทราย

การเกิดผลึกใหม่ (Recrystallization) เกิดในช่วงที่มีอุณหภูมิและความดันเพิ่ม เช่น แร่ดินในหินดินดานจะมีผลึกโตขึ้นหรือเปลี่ยนเป็น แร่คลอไรต์ หรือมัสโคไวต์

การแทนที่ (Replacement) เป็นการแทนที่ของแร่ชนิดหนึ่งโดยแร่อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งละลายปนในน้ำบาดาล เช่น หินเชิร์ตในหินปูน หินโดโลไมต์ในหินปูน

การก่อตัวใหม่ (Diagenesis) เป็นการเปลี่ยนแปลงตะกอนให้กลายเป็นหินด้วยความดันและความร้อนน้อย ไม่ถึงขั้นการแปรสภาพและการผุพังอยู่กับที่

2. การสะสมตัวทางเคมี หินที่เกิดการผุพังทางเคมี ทำให้แร่ที่ละลายได้ไหลไปกับน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ ลำธาร หรือไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล สารละลายจะตกตะกอนเมื่ออยู่ในภาวะ ที่เหมาะสม ได้แก่ หินปูน หินโดโลไมต์ หินเกลือระเหย ได้แก่ ยิปซัม เกลือหิน เป็นต้น

3. การสะสมตัวทางชีวภาพ เป็นหินตะกอนที่เกิดจากการสะสมของสิ่งมีชีวิต เช่น พืชและสัตว์ เมื่อตายลงไปเน่าเปื่อยเหลือแต่ส่วนที่แข็งและคงทน เช่น เปลือกหอย กระดูก ของเสียที่ขับถ่าย ลำต้นและกิ่งไม้ ทับถมกันกลายเป็นหิน เช่น หินปูน ถ่านหิน หินฟอสเฟต หินปะการัง เป็นต้น

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 : 103-104)

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ชนิดของหินตะกอน

การจำแนกชนิดของหินตะกอน

การจำแนกหินตะกอนแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ดังนี้

1. หินตะกอนร่วน

1.1 หินกรวดมน (Conlomerate) เป็นหินที่เกิดจากกรวดกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 2 มิลลิเมตร เมื่อถูกเชื่อมประสานเป็นเนื้อหินแข็งโดยวัตถุประสานกรวดที่ประกอบกันเป็นหินกรวดมน โดยปกติเป็นพวกควอตซ์ หรือหินจำพวกซิลิกา ใช้ในการก่อสร้าง หินกรวดมนมีอยู่ทั่วไป พบมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือบนที่ราบสูงโคราชและบางแห่งทางภาคใต้

1.2 หินทราย (Sandstone) มีหลากหลายสีตั้งแต่ชมพู เหลือง ครีม ขาว มีขนาดประมาณเท่าเม็ดทราย (1/16 มิลลิเมตร ถึง 4 มิลลิเมตร) สากมือเมื่อลูบ แร่หลักคือ ควอตซ์ อาจแบ่งออก ได้อีกตามขนาดของเม็ดทราย เช่น เนื้อหยาบ หยาบปานกลาง หรือทรายเนื้อละเอียด และอาจมีปริมาณของแร่อื่น ๆ แทรกอยู่บ้าง หินทรายเป็นหินอุ้มน้ำบาดาลและแก๊สธรรมชาติเป็นอย่างดี เพราะมีช่องว่างระหว่าง มวลเม็ดให้น้ำและน้ำมันแทรกเข้าไปได้ พบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด ใช้ในการก่อสร้างและแกะสลักต่าง ๆ

1.3 หินทรายแป้ง มีขนาดเม็ด 1/16 มิลลิเมตร ถึง 1/256 มิลลิเมตร แยกด้วยตาเปล่าและแว่นขยายไม่ได้ เนื้อจึงค่อนข้างละเอียดแน่นทึบ ตะกอนเม็ดขนาดทรายละเอียดถูกพามาโดยน้ำแขวนลอยมาหรือถูกพามาโดยลมก็ได้ ใช้ทำเป็นหินลับมีด พบได้ทั่วไปเป็นชั้นสลับอยู่ในหินตะกอนอื่น ๆ

1.4 หินดินเหนียว หินโคลน และหินดินดาน (Claystone Mudstone and Shale)

- หินดินเหนียว หมายถึง หินที่มีส่วนประกอบของอนุภาคขนาดเม็ดดินเหนียว
- หินโคลน หมายถึง หินตะกอนเนื้อเม็ดละเอียด ซึ่งมีทรายละเอียดและดินเหนียวปนกัน
- หินดินดาน หมายถึง หินที่เกิดจากอนุภาคที่มาจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 1/256 มิลลิเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นหรือแยกออกเป็นชั้น ๆ ได้ ส่วนประกอบทางแร่ของอนุภาคประกอบด้วยแร่ควอตซ์ ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าเฟลสปาร์ ดินเหนียว และแร่ไมกา แร่ส่วนประกอบของดินเหนียวส่วนใหญ่ คือ แร่ดินขาว ส่วนการผุพังของแร่ใน หินบะซอลต์ หินโดโลไมท์ หรือหินดินดาน ทำให้เกิดแร่ดินเหนียว ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์ พบที่จังหวัดเลย สงขลา

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ชนิดของหินตะกอน(ต่อ)

2. หินตะกอนเคมี

2.1 หินปูน (Limestone) เป็นหินที่มีเนื้อแน่นละเอียดทึบ อาจจะมีสีขาว เทา ชมพู หรือดำก็ได้ ประกอบด้วยแร่แคลไซต์ ซึ่งทดสอบได้ง่าย ๆ โดยใช้กรดเกลือชนิดเจือจางหยดดูจะเกิดฟองฟู่ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา หินปูนมีการแบ่งแยกออกเป็นชนิดย่อย 3 ชนิด คือ

1) หินชอล์ก เป็นหินปูนที่มีส่วนประกอบของเปลือกหอยชิ้นเล็ก ๆ เปลือกของ ฟอแรมมินิเฟอรา (สัตว์ทะเลขนาดเล็ก ๆ ชนิดหนึ่ง) และคอคโคลิโทพอเรส (สาหร่ายทะเลจำพวกแพลงก์ตอน)

2) หินคราบปูน เป็นหินที่เกิดจากการตกตะกอนของผลึกแร่แคลไซต์ มักเกิดขึ้นบริเวณช่องที่มีน้ำพุ่งขึ้นมาซึ่งมีแร่แคลไซต์อยู่มาก แคลไซต์จะละลายปนไปกับน้ำ เมื่อน้ำที่มีสารละลายแคลไซต์ไหลไปตามที่ต่าง ๆ แคลไซต์อาจจะไปเกาะจับอยู่เป็นคราบพอกพูน นาน ๆ เข้าจะมากขึ้นจนเป็นชั้นหนามีลักษณะด้าน ๆ เนื้อสากเพราะมีรูพรุน สีเนื้อหรือสีไข่ไก่ หินคราบปูนอาจเกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน

3) ดินมาร์ล เป็นดินดานปนปูน ประกอบด้วยดินเหนียวตั้งแต่ 25 ถึง 75 % สารปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนตได้จากเปลือกหอยต่าง ๆ ดินมาร์ลโดยทั่วไปเนื้ออ่อน แต่ถ้าเป็นแหล่งที่ถูกอัดแน่นแข็งมาก เรียกว่า หินดินมาร์ล พบมากที่จังหวัดสระบุรี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

<u>ประโยชน์ของหินปูน</u> ใช้ในการก่อสร้าง ทำถนน ทางรถไฟ ปูนกินกับหมาก ทำแคลเซียมคาร์ไบด์ ปุ๋ย และสี จังหวัดสระบุรี ราชบุรี เพชรบุรี

2.2 หินโดโลไมท์ (Dolomite) เป็นหินที่เกิดจากแร่โดโลไมท์เนื่องจากแมกนีเซียมเข้าไปแทนที่แคลเซียมในหินปูน เมื่อทดสอบหินโดโลไมท์ด้วยกรดเกลือจะเกิดปฏิกิริยาช้ามาก พบที่จังหวัดชลบุรี และกาญจนบุรี

2.3 หินเชิร์ท และหินเหล็กไฟ (Chert and Flint)

- หินเชิร์ท เกิดจากสารจำพวกซิลิกาที่ละลายมาจากหินเดิม ตกตะกอนใหม่และสะสมแทรกอยู่ในหินชั้นต่าง ๆ แต่ส่วนมากจะพบในหินปูน มีลักษณะเนื้อแน่น แข็ง ส่วนมากสีเทาอ่อน แต่อาจพบมีสีเข้มถึงดำ รอยแตกขรุขระ

ใบความรู้ที่ 2 เรื่องชนิดของหินตะกอน(ต่อ)

- หินเหล็กไฟ ประกอบด้วยซิลิกาซึ่งเป็นแร่คาลซีโนดี เนื้อเป็นมวลเมล็ดปนกับแร่ โอปอล์ มีสีเข้มกว่าหินเชิร์ท คือสีเทาแก่ถึงดำ รอยแตกโค้งเว้าแบบก้นหอย

2.4 หินเกลือ และยิปซั่ม (Rock salt and Gypsum)

เมื่อน้ำทะเลระเหยไปปริมาณเกลือก็จะเข้มข้นมากขึ้น ในบริเวณที่ลุ่มน้ำเค็มหรือที่ติดต่อกับทะเลเกลือจะตกตะกอน แต่ถ้าในน้ำมีแคลเซียมคาร์บอเนตและเหล็กออกไซด์ สารทั้งสองจะตกตะกอนก่อนสารอื่น ยิปซั่มจะตกตะกอนตามมา และตามด้วยแอนไฮไดรท์และเกลือแกงจึงตกตะกอน หลังจากนั้นพวกเกลือซัลเฟตกับคลอไรด์ของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมก็จะตกตะกอน แต่ละลายไปได้ง่ายจนไม่เหลือสะสมอยู่

- หินเกลือ ใช้ประโยชน์เอาไปทำปุ๋ย

- ยิปซั่ม มีประโยชน์เชิงเศรษฐกิจสูงมาก นำไปทำหลังคา ฝ้า และปูนพลาสเตอร์

<u>แหล่งที่พบในประเทศไทย</u> แหล่งหินเกลือพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งยิปซั่มพบที่จังหวัดพิจิตร และสุราษฎร์ธานี

2.5 หินศิลาแลง (Laterite) เป็นหินตะกอนชนิดหนึ่งเกิดจากการผุพังสึกกร่อนของหินอัคนีซึ่งมีส่วนประกอบของแร่เหล็กออกไซด์อยู่มาก ทำให้หินมีสีน้ำตาลเข้ม มีความแข็งทนทานมาก ใช้ทำสิ่งก่อสร้าง เช่น ปราสาทนครวัด ปราสาทเขาพระวิหาร ในประเทศกัมพูชา ปราสาทหินพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีความคงทนอยู่ได้นานไม่ผุ แม้จะสร้างมานานนับพันปีแล้ว

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 หน้า 105-109)

สืบค้นความรู้เพิ่มเติมได้ที่

<u>http://www.lesa.in.th/8/logrocks/rocks ident.html</u>

<u>http://www.sicence.knw.ac.th./bt-1-2/continental-dri/earth-quake/rock-cycle.</u> doc

http://skn.ac.th/sld/skn422/stone/menu.htm

ใบงานที่ 3 เรื่อง การสะสมตะกอน

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาและทำกิจกรรมตามขั้นตอนในใบงาน

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 20 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายเกี่ยวกับลำดับการตกตะกอนของตะกอนที่มีขนาดต่างกัน
2. สังเกตและอธิบายลักษณะการสะสมตะกอนในกรณีที่เทตะกอนมากกว่า 1 ครั้ง

สถานการณ์

บนยอดเขาเมื่อฝนตกหนักกัดเซาะหน้าดินจนเกิดการชะล้างพังทลายไหลลงมาตามลำน้ำ เมื่อน้ำเกิดการตกตะกอน ตะกอนต่าง ๆจะมีการสะสมตัวในลักษณะใด

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวนต่อกลุ่ม)

1. น้ำ 1,000 cm^3
2. ทรายหยาบ 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3
3. ทรายละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3
4. ดิน 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3
5. ดินละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3
6. กรวดหยาบ 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3
7. กรวดละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3
8. ขวดพลาสติกใสขนาด 1.5 dm^3 2 ใบ
9. กระดาษหนังสือพิมพ์ 2 แผ่น
10. เทปกาว 1 ม้วน

การทำกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ระบุปัญหาได้ดังนี้

ระบุปัญหา.....

2. นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไรเพื่อศึกษาลักษณะการสะสมของตะกอน

ออกแบบการทดลอง.....

.....

.....

ตั้งสมมติฐาน.....

.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

3. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการสะสมของตะกอน และบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

5. จากการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

.....

.....

6. ลำดับการตกตะกอนเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

7. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

.....

8. การตกตะกอนในแอ่งน้ำนิ่งกับการตกตะกอนในแอ่งน้ำไหล มีความแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร

.....

ใบงานที่ 4 เรียงลำดับกระบวนการเกิดหินตะกอน

วัสดุอุปกรณ์ แผ่นข้อมูลกระบวนการเกิดหินตะกอน

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสะสมตัวของเศษหิน กรวด ทราย และดินละเอียด ที่ทับถมในน้ำ

2. นักเรียนตัดข้อมูลจากแผ่นข้อมูลกระบวนการเกิดหินตะกอน มาเรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหิน

3. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 5 นาที

A

ตะกอนแขวนลอยในน้ำ ทับถมบนชั้นกรวด จากน้ำหนักของตะกอนที่ที่วางทับอยู่ ทำให้น้ำถูกบีบคั้นออกไป

B

น้ำแร่ที่ตกผลึกเชื่อมประสานตะกอนเม็ดเล็กและเม็ดใหญ่เข้าด้วยกัน ต่อมาตะกอนทั้งหมดแข็งตัวกลายเป็นหิน

C

ตะกอนจากน้ำเริ่มสะสมตัวทับถมกัน

D

ตะกอนแขวนลอยจะแทรกซึมลงไปตามช่องของตะกอนเม็ดใหญ่

แบบประเมินใบงานที่ 4

☐ 3 หมายถึง เรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหิน ได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง เรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหินได้ถูกต้อง 3 ขั้นตอน

☐ 1 หมายถึง เรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหินได้ถูกต้อง 2 ขั้นตอน

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 5 เรื่อง ชนิดของหินตะกอน

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของหินตะกอน

2. นักเรียนบอกชื่อของหินตะกอนจากลักษณะที่กำหนดให้

3. ใช้เวลาทำกิจกรรม 10 นาที

เนื้อหยาบ เม็ดตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไปประกอบด้วยก้อนกรวดที่มีลักษณะมน พบมากบริเวณที่ราบสูงโคราช

หิน.....

เนื้อหยาบถึงละเอียด ตะกอนมีขนาดระหว่าง 2-0.062มิลลิเมตร ประกอบด้วยเศษหินเศษแร่ที่มีลักษณะกลมหรือเหลี่ยม พบมากบริเวณที่ราบสูงโคราช

หิน.....

เนื้อแน่น ประกอบด้วยแร่แคลไซต์ เป็นส่วนใหญ่ บางครั้งจะพบซากฟอสซิล พบที่สระบุรี กาญจนบุรี ลพบุรี

หิน.....

เนื้อละเอียดมากเม็ดตะกอนเล็กกว่า 0.003 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ดินเหนียว มีลักษณะเป็นชั้น ๆ พบที่ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี กาญจนบุรี สระบุรี

หิน.....

เนื้อละเอียด มีขนาดของเม็ดตะกอนระหว่าง 0.062-0.003มิลลิเมตร พบมากบริเวณที่ราบสูงโคราช

หิน.....

แบบประเมินใบงานที่ 5

☐ 3 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องทั้ง 5 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องทั้ง 3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แผนผังมโนทัศน์เรื่องหินตะกอน

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การเกิดหินตะกอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.....1. เศษหิน ดิน แร่ และอินทรียวัตถุที่เกิดจากกระบวนการผุพัง สลายและพังทลาย ซึ่งถูกน้ำ ลม หรือธารน้ำแข็งพามาสะสม .....2. การกัดกร่อน การผุพัง การพัดพา การสะสมตัวหรือการตกตะกอน .....3. ตะกอนที่จะตกก่อนอย่างรวดเร็วทับถมเป็นชั้นอยู่ด้านล่างสุด .....4. น้ำปูน น้ำสนิมเหล็ก น้ำซิลิกา และน้ำโคลน .....5. พืชและสัตว์ที่ตายจนเหลือสิ่งที่เป็นโครงสร้างแข็งสารละลายในน้ำจะแทรกไปตามรูพรุนที่ยังคงรูปร่างเดิมไว้	A ตะกอนขนาดใหญ่ B วัตถุประสานให้ตะกอนจับตัวกัน C กระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดหินตะกอน D ซากดึกดำบรรพ์ E ตะกอน F กระแสลม G กระแสน้ำ H ลักษณะภูมิประเทศ

เฉลย

ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
E	C	A	B	D

แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง ชนิดและประโยชน์ของหินตะกอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.....1ใช้ทำปูนซีเมนต์และใช้ในการก่อสร้าง	A หินกรวด
.....2 ใช้ในการก่อสร้างและแกะสลักเป็นรูปต่าง ๆ	B หินปูน
.....3 ใช้ทำหินลับมีดและหินประดับ	C หินทรายแป้ง
.....4 หินที่ประกอบด้วยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไปประกอบด้วยก้อนกรวด	D หินดินดาน
	E หินทราย
.....5 ใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และเซรามิก	F หินออบซีเดียน
	G หินไดออไรต์
	H หินพมมิช

เฉลย

ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
B	E	C	A	D

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 สำหรับกลุ่มทดลอง
(การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่องหินอัคนี จำนวน 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

หินอัคนี เกิดจากการเย็นตัวและแข็งตัวของหินหนืด ซึ่งมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะและสมบัติบางอย่างต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินอัคนี
2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินอัคนี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. คิดวิเคราะห์ อภิปรายปัญหา นิยามปัญหา กำหนดสมมติฐานและออกแบบการทดลองในการเกิดหินอัคนี
2. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของผลึกสารส้มที่ตกผลึกในอุณหภูมิต่างกัน
3. จำแนกชนิดของหินอัคนีตามลักษณะการเย็นตัวของหินหนืดได้
4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินอัคนีและจำแนกหินอัคนีออกเป็นกลุ่ม ๆ
5. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินอัคนีชนิดต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้
6. พูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแหล่งภูเขาไฟในประเทศไทย มีจิตสำนึกในการรักหวงแหน และอนุรักษ์แหล่งภูเขาไฟที่เกิดขึ้นในอดีตของประเทศไทย เช่น ที่จังหวัดลำปาง บุรีรัมย์ จันทบุรี ตราด เพชรบูรณ์ ลพบุรี ได้
7. มีกระบวนการคิดเชิงมโนทัศน์เชื่อมโยงความสัมพันธ์เกี่ยวกับหินอัคนีและเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับหินอัคนีได้

เนื้อหาสาระ

หินอัคนี หมายถึงหินที่เกิดจากการเย็นตัวและการตกผลึกของแมกมา ซึ่งอาจเกิดขึ้นที่ใต้ผิวโลก หรือเกิดขึ้นบนผิวโลกก็ได้ หินอัคนีที่เกิดขึ้นใต้ผิวโลกเรียกว่า หินอัคนีแทรกซอน เป็นหินอัคนีที่มีลักษณะเนื้อหยาบ ผลึกมีขนาดโตเพราะอุณหภูมิภายใต้ผิวโลกสูงทำให้การเย็นตัวลงของแมกมาเป็นไปอย่างช้า ๆ เช่น หินแกรนิต หินแกบโบร เป็นต้น ส่วนหินอัคนีที่เกิดจากแมกมาเย็นตัวและแข็งตัวเป็นหินบนพื้นผิวโลก เรียกว่าหินอัคนีพุ เป็นหินอัคนีที่มีเนื้อละเอียด ผลึกมีขนาดเล็กมากจนสังเกตด้วยตาเปล่าไม่เห็นลักษณะเนื้อผลึก เพราะการเย็นตัวที่เกิดขึ้นบนผิวโลกเป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่มีเวลาเพียงพอที่ผลึกจะสร้างตัวให้มีขนาดโตได้ เช่น หินบะซอลต์ หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ เป็นต้น

การจำแนกชนิดของหินอัคนี

การจำแนกชนิดของหินอัคนีใช้สมบัติ 2 ประการใหญ่ ๆ ของหินอัคนี คือ

1. เนื้อหิน หมายถึงขนาดและการเรียงตัวของเม็ดแร่ในหิน ตลอดจนลักษณะการยึดเกี่ยวกันของแร่ต่าง ๆ เนื้อชนิดต่าง ๆ ของหินอัคนีมีดังนี้

1.1 เนื้อหยาบ เม็ดแร่ส่วนประกอบมีขนาดไร่เลี่ยกันและใหญ่พอที่จะเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื้อชนิดนี้เป็นลักษณะของหินอัคนีที่เกิดจากการเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ ของแมกมาที่อยู่ในระดับลึกจากพื้นผิวโลกลงไป ทำให้ผลึกมีเวลาที่จะเกิดเป็นเม็ดขนาดโต

1.2 เนื้อละเอียด เม็ดแร่เป็นผลึกเล็กไม่สามารถเห็นเม็ดผลึกด้วยตาเปล่า แต่ใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูได้ เนื้อชนิดนี้จะเนียนเห็นเป็นสีเดียวกันหมด เป็นลักษณะของหินอัคนีที่เกิดจากการตกผลึกของแมกมาในอัตราที่รวดเร็ว เช่น เกิดจากแมกมาที่ขึ้นมาบนผิวโลก หรือในระดับใต้พื้นผิวโลกตื้น ๆ

1.3 เนื้อแก้ว มีลักษณะเรียบเหมือนแก้ว ไม่มีผลึกแร่ เกิดจากแมกมาแข็งตัวโดยเร็วทันทีที่ถูกพ่นขึ้นสู่ผิวโลก ซึ่งทำให้อะตอมของมันไม่ทันจับตัวเป็นผลึก หินอัคนีชนิดนี้เกิดจากลาวาของภูเขาไฟ

1.4 เนื้อผลึกสองขนาด เนื้อของหินอัคนีชนิดนี้ประกอบด้วยผลึกขนาดใหญ่ซึ่งเรียกว่า ฟีนอคริสต์ (Phenocryst) แทรกอยู่ในเนื้อหินซึ่งเป็นผลึกขนาดเล็ก เนื้อหินอัคนีชนิดนี้เกิดจากการเย็นตัวและการตกผลึกเป็นแบบ 2 ขั้น ขั้นที่หนึ่งเป็นผลึกขนาดใหญ่เกิดขึ้นก่อนในแมกมาติดตามด้วยส่วนอื่นซึ่งเป็นผลึกขนาดเล็ก เช่น ผลจากการเคลื่อนที่ของผลึกแมกมาบางส่วนจากตำแหน่งที่เย็นตัวช้าในที่สุด มาสู่ที่เย็นได้รวดเร็วใกล้พื้นผิวโลก

1.5 เนื้อเศษหิน มีลักษณะเป็นหินรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน ส่วนใหญ่เกิดจากภูเขาไฟ

1.6 เนื้อฟองอากาศ มีลักษณะเป็นโพรงอากาศใหญ่บ้างเล็กบ้าง ในหินที่มีเนื้อละเอียดหรือเนื้อแก้ว เกิดขึ้นโดยการขยายตัวของฟองอากาศหรือไอน้ำขณะที่แมกมาแข็งตัว

2. แร่ส่วนประกอบของหิน แร่ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ (กว่า 95%) ของหินอัคนีนั้นมีมี 8 ชนิด คือ แร่ควอร์ตซ์ (Quartz) แร่ออร์โธเขลส (Orthoclase) แร่แพลจิโอเขลส (Plagioclase) แร่มัสโคไวท์ (Muscovite) แร่ไบโอไตท์ (Biotite) แร่แอมพิโบล (Amphicbole) แร่ไพรอกซีน (Pyroxine) แร่โอลิวีน (Olivine)

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

1.1 ครูสร้างความสนใจโดยให้นักเรียนศึกษาเว็บไซต์เกี่ยวกับการเกิดภูเขาไฟ การไหลของลาวาจากการระเบิดของภูเขาไฟจากอินเตอร์เน็ต ให้นักเรียนสังเกตและอภิปรายร่วมกันดังนี้

- ลาวามีส่วนเกี่ยวข้องกับหินภูเขาไฟในลักษณะใดบ้าง
- เมื่อลาวาที่พ่นไปในอากาศเย็นตัวลงกลายเป็นหิน ลักษณะของหินจะเป็นอย่างไร
- หากแมกมาที่อยู่ภายใต้เปลือกโลกดันขึ้นสู่รอยแตกของเปลือกโลกแล้วเย็นตัวลงเมื่อกลายเป็นหินจะมีลักษณะอย่างไร
- หากทำการทดลองโดยหลอมสารส้มให้ละลายแล้วปล่อยให้เย็นตัวลง ลักษณะของผลึกสารส้มจะมีลักษณะคล้ายกับการเย็นตัวของแมกมาหรือลาวาหรือไม่ อย่างไร

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามต่าง ๆ

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.4 เลขานุการกลุ่มรับใบความรู้ที่ 3 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี และสมาชิกภายในกลุ่มศึกษาใบความรู้ร่วมกัน

1.5 เลขานุการกลุ่มรับใบงานที่ 6 เรื่องการหลอมและแข็งตัวของสารส้ม และสมาชิกภายในกลุ่มศึกษาใบงานร่วมกัน จากนั้นระบุปัญหาลงในใบงาน

2. ตั้งสมมติฐาน แนะนำแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ จากนั้นช่วยกันออกแบบการทดลอง

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผังความคิดเรื่องการการหลอมและแข็งตัวของสารส้มลงในใบงาน

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และบันทึกลงในใบงาน

3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่ศึกษา โดยครูเตรียมอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองลงในใบงาน

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
- เมื่อหลอมสารส้มให้ละลายแล้วปล่อยให้เย็นตัวลง ลักษณะของผลึกสารส้มจะมีลักษณะคล้ายกับการเย็นตัวของแมกมาหรือลาวาหรือไม่ อย่างไร
- การทดลองครั้งนี้พบปัญหาเรื่องใดบ้าง
- หากนักเรียนไม่มีสารส้มจะใช้สิ่งอื่นแทนได้หรือไม่และจะดำเนินการทดลองอย่างไร

3.4 นักเรียนตอบคำถามในใบงานและสรุปผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

4.1 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี ครูขยายความรู้เกี่ยวกับการเกิดหินอัคนีพุและหินอัคนีแทรกซอนให้นักเรียนทราบ จากนั้นให้นักเรียนทำใบงานที่ 7 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี และใบงานที่ 8 เรื่องวิเคราะห์ความแตกต่างของหินอัคนีแทรกซอนและหินอัคนีพุ

4.2 นักเรียนทำกิจกรรมตรวจลักษณะของหินอัคนีเพื่อจำแนกหินโดยใช้ลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

4.3 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่องชนิดของหินอัคนี อภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแหล่งภูเขาไฟในประเทศไทย การมีจิตสำนึกในการรัก หวงแหน และอนุรักษ์แหล่งภูเขาไฟที่เกิดขึ้นในอดีตของประเทศไทย เช่น ที่จังหวัดลำปาง บุรีรัมย์ จันทบุรี ตราด เพชรบูรณ์ ลพบุรีและสรุปความรู้ร่วมกัน ครูให้คำชมเชย จากนั้นให้นักเรียนทำใบงานที่ 9 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

4.4 นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดที่ 4 และแบบฝึกหัดที่ 5

4.5 ครูสรุปความรู้โดยใช้ Power Point เรื่องหินอัคนี

5. ขั้นสร้างข้อสรุปและเขียนแผนผังมโนทัศน์

5.1 นักเรียนและครูนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลจากใบความรู้ที่ 4 และใบความรู้ที่ 5 ข้อมูลจากการทำใบงานที่ 6, 7, 8 และ 9 มาอภิปรายสรุปให้เกิดความเข้าใจตรงกันและระบุเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญ

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ โดยพิจารณาว่ามโนทัศน์ใดมีความหมายกว้างที่สุด คัดเลือกเป็นมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองและมโนทัศน์เฉพาะ

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ว่าควรสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด แล้วนำมโนทัศน์ที่เลือกไว้มาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์

5.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้เส้นและคำเชื่อมเขียนลงในกระดาษ A4

5.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างไว้ว่าควรปรับปรุงหรือไม่ จากนั้นนักเรียนช่วยกันปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนทัศน์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

5.6 ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียนทั้งชั้นในคาบเรียนนั้น จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนแผนผังมโนทัศน์ลงในใบงาน

สื่อและอุปกรณ์

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี
2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่องชนิดของหินอัคนี
3. ใบงานที่ 6 เรื่องการหลอมและแข็งตัวของสารส้ม
4. ใบงานที่ 7 กระบวนการเกิดหินอัคนี
5. ใบงานที่ 8 เรื่องวิเคราะห์ความแตกต่างของหินแทรกซอนและหินอัคนีพุ
6. ใบงานที่ 9 ชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี
7 Power Point เรื่องหินอัคนี
8. หินอัคนี 4-5 ชนิด
9. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องหินอัคนี

10. แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

11. อุปกรณ์และสารเคมีที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการหลอมและแข็งตัวของสารส้ม (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) สารส้ม 20 กรัม 2) ถ้วยกระเบื้อง 3 ใบ 3) ปาคีบโลหะ 2 อัน 4) ขันน้ำพร้อมน้ำแข็งครึ่งขัน 1 ใบ 5) ตะเกียงแอลกอฮอล์ พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด 1 ชุด 6) ไม้ขีดไฟ 1 กลัก

12. อุปกรณ์และสารเคมีที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการตรวจสอบลักษณะของหินอัคนี (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) ชุดตัวอย่างหินและแร่ 1 ชุด 2) แว่นขยาย 1 อัน 3) หลอดหยด 1 อัน 4) กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 5) ปากคีบโลหะ 1 อัน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิด ลักษณะเนื้อหินอัคนี และประโยชน์ของหินอัคนี	- ซักถาม	-ประเด็นการซักถาม
2. การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิด เพื่อสำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินอัคนีและจำแนกหินอัคนี และการเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้	-การสังเกต -ตรวจใบงาน	-แบบประเมินการปฏิบัติ -แบบประเมินใบงาน
3. การมีจิตสำนึกในการรัก หวงแหน และอนุรักษ์แหล่งภูเขาไฟที่เกิดขึ้นในอดีตของประเทศไทย เช่น ที่จังหวัดลำปาง บุรีรัมย์ จันทบุรี ตราด เพชรบูรณ์ ลพบุรี ได้	- ตรวจแบบฝึกหัด	-แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....

.....

.....

.....

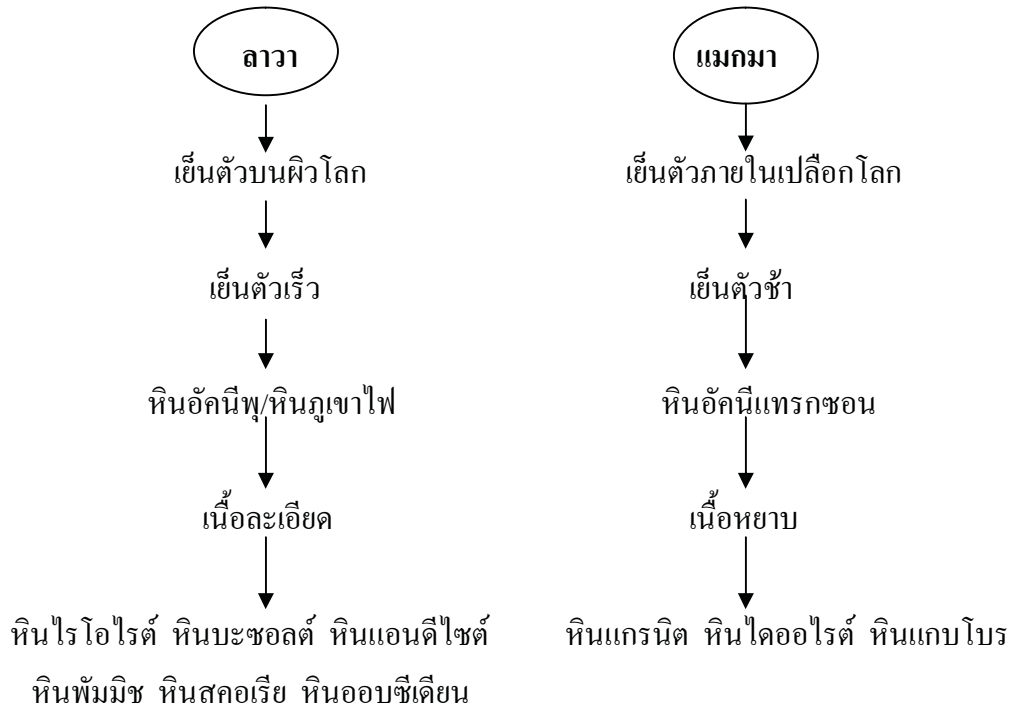
ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 4
เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี

หินอัคนีเป็นหินที่แข็งตัวมาจากแร่และหินที่หลอมเหลว เรียกว่า หินหนืด บางครั้งหินหนืดก็พวยพุ่งสู่พื้นผิวโลก เช่น ลาวาไหลจากภูเขาไฟ เรียกได้หลายชื่อ ได้แก่ หินปะทุ หรือ หินพุ หรือหินภูเขาไฟ บางครั้งหินหนืดอาจแทรกซอนเข้าไปในหินอื่นที่แข็งตัวอยู่ก่อน เกิดเป็นหินอัคนีแทรกซอน หรือหินอัคนีระดับลึก

กระบวนการเกิดหินอัคนี เป็นดังนี้



(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546)

ใบความรู้ที่ 5
เรื่องชนิดของหินอัคนี

หินอัคนีจำแนกได้ตามตำแหน่งของหินหนืดเมื่อเทียบกับผิวโลกได้ 2 ประเภท คือ หินอัคนีพุ และหินอัคนีแทรกซอน

1. หินอัคนีพุ เกิดจากหินหลอมเหลวได้แข็งตัวขึ้นภายหลังจากที่ขึ้นมาบนผิวโลก

1.1 หินบะซอลต์ (Basalt) มีสีเทาเข้ม เขียวเข้ม น้ำตาลหรือดำและหนัก มีเนื้อละเอียด แร่ประกอบเบื้องต้น ได้แก่ ไพรอกซีน แพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์ ในบางครั้งหินบะซอลต์มีช่องว่างอากาศหรือโพรงอยู่จำนวนมาก แสดงถึงฟองอากาศ ทำให้มีรูพรุน ใช้ในการก่อสร้าง พบที่จังหวัดจันทบุรี กาญจนบุรี ลำปาง ศรีสะเกษ บุรีรัมย์

1.2 หินพัมมิซ (Pumice) เกิดจากลาวาที่แข็งตัวขณะที่ไอร้อนและแก๊สต่าง ๆ ยังเป็นฟองอากาศและเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้หินปรากฏคล้ายฟองน้ำ มีน้ำหนักเบามาก จึงสามารถลอยน้ำได้ บางครั้งเรียกว่าหินลอยน้ำ ใช้ทำเป็นผงขัด ผสมในสบู่ และยางลบบางชนิด พบตามชายฝั่งทะเลในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ซึ่งลอยมาจากการปะทุของภูเขาไฟในฟิลิปปินส์ ในประเทศไทยพบเกิดร่วมกับหินเพอร์ไลต์ ที่อำเภอลำนารายณ์ จังหวัดลพบุรี

1.3 หินออบซีเดียน (Obsidian) อาจเรียกได้อีกชื่อว่า แก้วภูเขาไฟ จัดเป็นหินอัคนีพุเนื้อแก้ว ซึ่งเกิดจากลาวาที่แข็งตัวอย่างรวดเร็วมากจนไม่มีการก่อรูปผลึกที่แยกจากกันได้ มีสีดำหรือน้ำตาลแกมแดง รอยแตกจะคมเหมือนแก้วแตก และเว้าเป็นรูปก้นหอย มนุษย์ในสมัยโบราณนำมาทำเป็นหัวลูกศร ปลายคมหอก มีด และเครื่องมือล่าสัตว์ พบในประเทศไทยเกิดร่วมกับหินเพอร์ไลต์เช่นกัน

1.4 หินบะซอลต์ (Basalt) มีลักษณะแข็งและทนทานต่อการผุพังสึกกร่อน เนื้อแน่นละเอียดมีรูพรุน มีสีคล้ำไม่แวววาว ใช้ในการก่อสร้าง ทำถนน พบที่ จังหวัดจันทบุรี กาญจนบุรี ลำปาง ศรีสะเกษ บุรีรัมย์

1.5 หินไรโอไลต์ (Rhyolite) เป็นหินภูเขาไฟหรือหินอัคนีพุ มีลักษณะละเอียดมากกว่าหินแกรนิต และมีผลึกแร่หลายชนิดปนอยู่ ใช้ในการก่อสร้าง พบที่จังหวัดสระบุรี เพชรบูรณ์

1.6 หินแอนดีไซต์ (Andesite) เป็นหินภูเขาไฟหรือหินอัคนีพุ มีลักษณะเนื้อแน่นละเอียดทึบ มีผลึกละเอียดกระจายอยู่ในเนื้อหิน ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจึงจะเห็นเนื้อผลึกใช้ทำทางรถไฟ ถนน ทำหินเกล็ดเพื่อใช้ในการก่อสร้าง พบที่ จังหวัดสระบุรี เพชรบูรณ์

ใบความรู้ที่ 5
เรื่อง ชนิดของหินอัคนี (ต่อ)

2. หินอัคนีแทรกซอน เกิดจากแมกมาเย็นตัวภายใต้ผิวโลก ประกอบด้วยผลึกแร่ค่อนข้างใหญ่

2.1 หินแกรนิต (Granite) มักประกอบด้วยควอตซ์และเฟลด์สปาร์ แทรกสลับด้วยไมกาหรือฮอร์นแบลนด์ แกรนิตจัดเป็นหินสีอ่อน ได้แก่ สีขาว เทา ชมพู หรือน้ำตาลแกมเหลือง ยึดกันอย่างดี จึงทำให้หินแข็งและทนทาน สามารถขัดมันให้เงาอยู่ได้นาน นิยมทำเป็นหินประดับ ปูพื้น ทำอนุสาวรีย์ แกะสลัก พบที่ จังหวัดระยอง ชลบุรี จันทบุรี นราธิวาส ตาก

2.2 หินแกบโบร (Gabbro) เป็นหินอัคนีสีเข้มและมีน้ำหนัก ประกอบด้วยเฟลด์สปาร์เม็ดหยาบ ไม่มีควอตซ์ และผลึกแร่มักมีสีเทาเข้ม สีเขียวเข้มหรือสีดำ ใช้เป็นหินประดับ พบที่จังหวัดอุตรดิตถ์ เชียงราย ลำปาง นครราชสีมา ระยอง

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 : 98-101)

สืบค้นความรู้เพิ่มเติมได้ที่

http://www.lesa.in.th/8/logrocks/rocks ident.html

http://www.sicence.knw.ac.th./bt-1-2/continental-dri/earth-quake/rock-cycle. doc

http://www.skn.ac.th/sld/skn422/stone/menu.htm

http://www.soil.civil.msst.ac.th/rock/stone/list-igneous-rocks-menu.html

ใบงานที่ 6 เรื่องการหลอมและแข็งตัวของสารส้ม

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาและทำกิจกรรมตามขั้นตอนในใบงาน

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 20 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายลักษณะรูปร่างของผลึกสารส้ม
2. เปรียบเทียบและอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของสารส้มที่ตกผลึกที่อุณหภูมิต่างกัน

สถานการณ์

จากแนวคิดที่ได้จากการศึกษาการเย็นตัวของลาวาที่เกิดจากภูเขาไฟ นักเรียนจะมีวิธีศึกษาการเย็นตัวของสารส้มที่หลอมละลายได้อย่างไรเพื่อที่จะเปรียบเทียบการเย็นตัวของสารส้มที่เกิดบนผิวโลก กับการเย็นตัวภายใต้เปลือกโลก

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวนต่อกลุ่ม)

1. สารส้ม 20 กรัม
2. ถ้วยกระเบื้อง 3 ใบ
3. ปากคีบโลหะ 2 อัน
4. ขันน้ำพร้อมน้ำแข็งครึ่งขัน 1 ใบ
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์ พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด 1 ชุด
6. ไม้ขีดไฟ 1 กล่อง

การทำกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ระบุปัญหาได้ดังนี้

ระบุปัญหา.....

2. นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไรเพื่อศึกษาลักษณะของผลึกที่เย็นตัวในภาวะที่ต่างกัน

ออกแบบการทดลอง.....

.....

.....

ตั้งสมมติฐาน.....

.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

3. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของผลึกที่เย็นตัวในภาวะที่ต่างกัน และบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. วิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

5. จากการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

.....

.....

6. นักเรียนทดลองให้ผลึกเย็นตัวในสภาวะเช่นไรบ้าง และลักษณะของผลึกที่สังเกตได้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

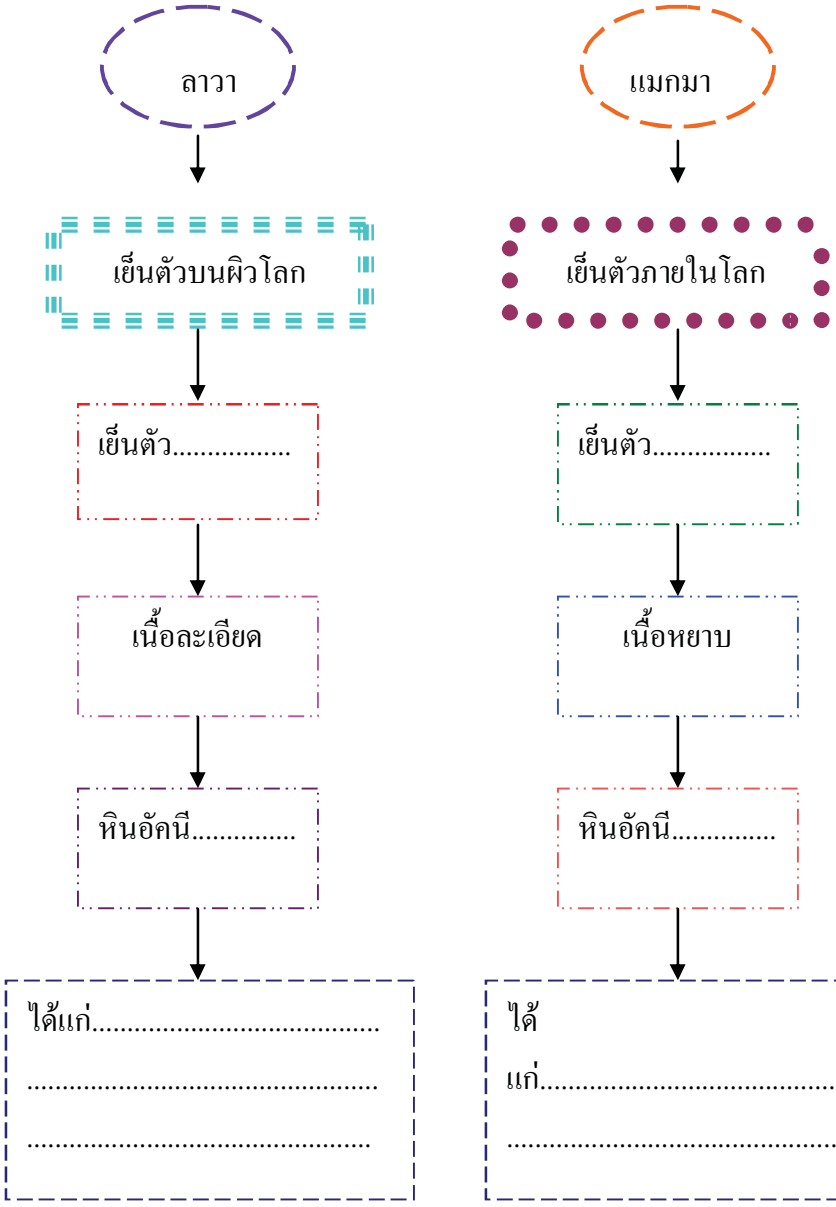
7. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

.....

ใบงานที่ 7 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี

คำชี้แจง 1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการที่หินหนืดหรือแมกมา ตันตัวขึ้นมาและเย็นตัวภายใต้เปลือกโลก และลาวาที่ไหลขึ้นมาเย็นตัวบนผิวโลก

2. นักเรียนเติมคำใส่ลงในช่องว่างจนสมบูรณ์



แบบประเมินใบงานที่ 7

1. ลักษณะการเย็นตัว

☐ 3 หมายถึง บอกลักษณะการเย็นตัวของหินได้ถูกต้องครบถ้วน

☐ 2 หมายถึง บอกลักษณะการเย็นตัวของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกลักษณะการเย็นตัวของหินไม่ถูกต้อง

2. ชนิดของหินอัคนี

☐ 3 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องครบถ้วน

☐ 2 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกชนิดของหินไม่ถูกต้อง

3. ยกตัวอย่างของหินอัคนี

☐ 3 หมายถึง ยกตัวอย่างชนิดของหินอัคนีได้มากกว่า 6 ชนิดและถูกต้องสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง ยกตัวอย่างชนิดของหินอัคนีได้ถูกต้อง 3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง ยกตัวอย่างชนิดของหินอัคนีไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 7-9 คะแนน ระดับดี

คะแนน 4-6 คะแนน ระดับปานกลาง

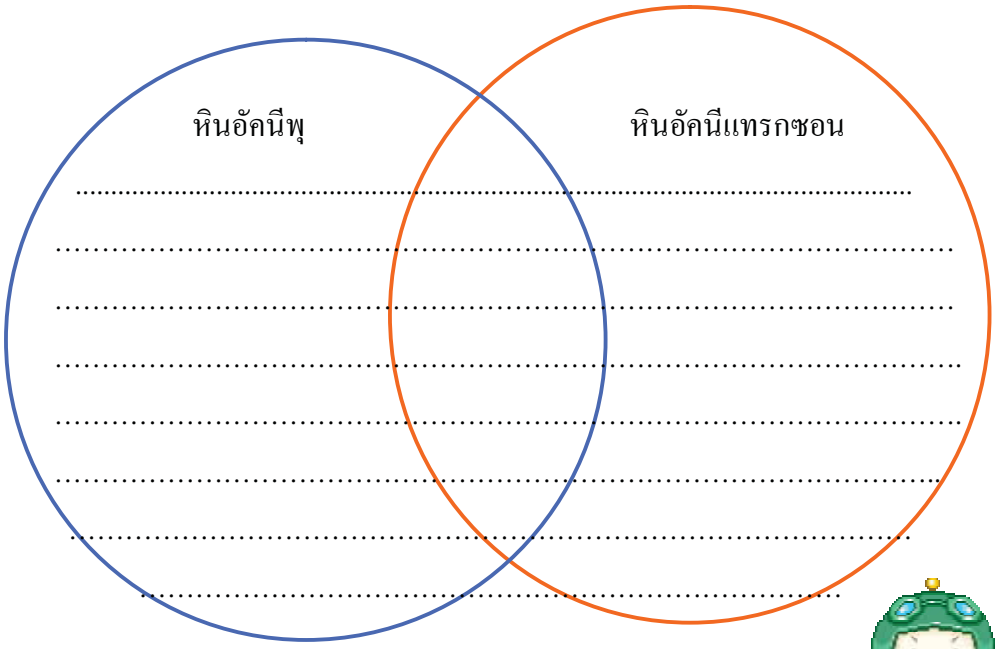
คะแนน 1-3 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 8 เรื่องวิเคราะห์ความแตกต่างของหินอัคนีแทรกซอนและหินอัคนีพุ

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนวิเคราะห์ความแตกต่างของหินอัคนีพุและหินอัคนีแทรกซอนลงในช่องว่าง

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

สิ่งที่ต่างกัน สิ่งที่เหมือนกัน สิ่งที่ต่างกัน



แบบประเมินใบงานที่ 8

☐ 3 หมายถึง วิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่ต่างกันได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง วิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่ต่างกันได้ถูกต้องบางส่วน

☐ 1 หมายถึง วิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่ต่างกันไม่ถูกต้อง กำกวม

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 9 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของหินอัคนี และใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

2. นักเรียนบอกชื่อหรือประโยชน์ของหินอัคนีให้ถูกต้อง

หินเนื้อหยาบมาก อาจมีดอก ผลึกแร่ประสานกันแน่น มีสีอ่อน พบที่ลำปาง ตาก ภูเก็ต

หิน.....

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

หินเนื้อแน่น ละเอียด มักมีรูพรุน มีสีดำเข้ม พบที่จันทบุรี ตราด บุรีรัมย์ ศรีษะเกษ ลำปาง

หิน.....

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

หินเนื้อละเอียด แน่นทึบ สีม่วง เขียว เทาแก่ และดำเข้ม พบที่สระบุรี ตาก เพชรบูรณ์ ประจวบคีรีขันธ์

หิน.....

ประโยชน์คือ

.....

.....

หินเนื้อละเอียดมาก อาจมีแร่ดอกสีอ่อน ขาว ชมพู เทา พบที่สระบุรี เลย เพชรบูรณ์ นครราชสีมา ลพบุรี

หิน.....

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

แบบประเมินใบงานที่ 9

☐ 3 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องทั้ง 4 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 2-3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

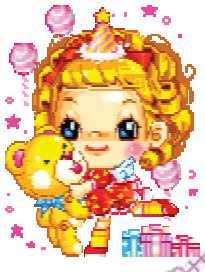
เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แผนผังมโนทัศน์เรื่องหินอัคนี



แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องหินอัคนี

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้และทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และทำเครื่องหมายผิด (✕) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวผิด

.....1.สารส้มที่เย็นตัวในภาชนะที่แช่น้ำแข็งจะเย็นตัวอย่างช้า ๆ

..... 2. สารส้มที่เย็นตัวที่อุณหภูมิห้องจะมีผลึกขนาดใหญ่กว่าในภาชนะที่แช่น้ำแข็ง

.....3. หินหนืดที่หลอมเหลวภายใต้เปลือกโลก เรียกว่า แมกมา

..... 4. แมกมาที่เย็นตัวภายใต้เปลือกโลกจะเย็นตัวและแข็งตัวอย่างช้า ๆ เกิดเป็นผลึกแร่ขนาดใหญ่

..... 5. หินอัคนีแทรกซอน ได้แก่ หินแกรนิต หินไรโอไลต์ หินแกบโบร

..... 6. แมกมาที่พุ่งขึ้นมาสู่ผิวโลกเรียกว่าลาวา จะเย็นตัวและแข็งตัวอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นหินที่มีรูพรุน เช่น หินพัมมิซ หินสคอเรีย

..... 7. หินภูเขาไฟที่ไหลไปตามพื้นโลก เมื่อเย็นตัวจะมีเนื้อแน่นเป็นผลึกเล็กมาก

..... 8. หินออบซีเดียน เป็นหินอัคนีเนื้อฟองอากาศ

..... 9. หินอัคนีที่ตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำ ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ และเฟลด์สปาร์สีอ่อน

. ..... 10. หินสคอเรีย หินพัมมิซ หินบะซอลต์ หินแอนดีไซต์ มีกระบวนการเกิดเช่นเดียวกัน

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	✕	6	✓
2	✓	7	✓
3	✓	8	✕
4	✓	9	✓
5	✕	10	✓

แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.... 1. หินเนื้อหยาบผลึกมีขนาดเดียว สม่ำเสมอ มีสีดำ เทาเข้ม ใช้เป็นหินประดับ อุตสาหกรรมก่อสร้าง ใช้ทำครก	A หินออบซีเดียน
.....2. หินที่มีเนื้อแก้ว สีดำเข้ม ไม่พบในประเทศไทย	B หินสคอเรีย
.....3. หินเนื้อหยาบ มีดอก มองเห็นผลึกของแร่ ใช้ปูพื้น ผนังอาคาร หินสลัก	C หินบะซอลต์
.....4. หินที่เบา มีรูพรุน มักพบลอยน้ำตามชายฝั่งทะเล	D หินแกรนิต
.....5. หินที่เนื้อละเอียดแน่น มักมีรูพรุน มีสีดำเข้ม พบบริเวณแหล่งภูเขาไฟ เช่น บุรีรัมย์ ศรีษะเกษ ลำปาง	E หินไดออไรต์
	F หินชนวน
	G หินดินดาน
	H หินพัมมิซ

เฉลย

ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
E	A	D	B	C

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 สำหรับกลุ่มทดลอง
(การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่องหินแปร จำนวน 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

หินแปร เกิดจากการที่หินอัคนีและหินตะกอนเปลี่ยนแปลงแปรสภาพไปจากหินเดิมโดยการกระทำของความร้อน ความดันและปฏิกิริยาเคมี หินแปรบางชนิดยังแสดงเค้าเดิมบางชนิดผิดไปจากเดิมมากมายจนต้องศึกษารายละเอียดของเนื้อในหรือสภาพสิ่งแวดล้อมจึงจะทราบที่มา เช่น หินดินดานแปรเป็นหินชนวน หินปูนแปรเป็นหินอ่อน เป็นต้น ซึ่งมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะและสมบัติบางอย่างต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร
2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. คิดวิเคราะห์ อภิปรายปัญหา นิยามปัญหา กำหนดสมมติฐานและออกแบบการทดลองและอธิบายกระบวนการเกิดหินแปร
2. มีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวเมื่อออกแรงกดก้อนดินเหนียวและเมื่อนำก้อนดินเหนียวไปเผาไฟ
3. คิดวิเคราะห์หาเหตุผลการการเปลี่ยนสภาพของดินเหนียว
4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินแปร
5. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินแปรชนิดต่าง ๆ และจำแนกหินแปรออกเป็นกลุ่ม ๆ
6. วิเคราะห์ลักษณะของหินแปรเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้
7. เขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับหินแปรได้

เนื้อหาสาระ

หินแปร (Metamorphic rock)

หินแปร คือหินที่แปรสภาพไปจากหินเดิม โดยการกระทำของความร้อน ความดันและปฏิกิริยาเคมี หินแปรบางชนิดยังแสดงเค้าโครงเดิม บางชนิดผิดไปจากเดิมมากมายจนต้องอาศัยดูรายละเอียดของเนื้อหินหรือสภาพสิ่งแวดล้อมจึงจะทราบที่มาเช่น หินดินดานแปรเป็นหินชนวน หินปูนแปรเป็นหินอ่อน เป็นต้น

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแปรสภาพ

1. ความร้อน โดยปกติแล้วยิ่งลึกลงไปในโลกเท่าใดก็ยิ่งมีความร้อนสูงขึ้นอยู่แล้ว หรือการแทรกดันตัวเข้ามาของแมกมาย่อมนำพาเอาความร้อนมาอย่างมหาศาล ความร้อนนี้เองที่ก่อให้เกิดการแปรสภาพในตัวหิน

2. ความดัน ก็เช่นเดียวกับความร้อนที่ยิ่งลึกลงไปเท่าใดก็ยิ่งมีความดันมากขึ้นเรื่อย ๆ อีกทั้งเปลือกโลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพอยู่ตลอดเวลา ย่อมก่อให้เกิดแรงกดดันบีบอัดต่อหินดั้งเดิม ณ ที่นั้น ทำให้เกิดการแปรสภาพหรือน้ำหนักของหินหรือตะกอนที่กดทับอยู่ข้างบน จะทำให้หินแปรสภาพไป เช่น ในกรณีที่อยู่บนแอ่งรับตะกอน ตะกอนชั้นล่างถูกกดทับจากตะกอนชั้นบน

3. ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลรองลงไปได้แก่ สภาพเกี่ยวข้องกับของเหลว (ของไหล) ที่มีทั้งของเหลวที่มีอยู่แล้วในตัวหินเอง หรือมีของไหลในสภาพสารละลาย ไอ แก๊ส ซึ่งเกิดขึ้นในระบบตอนที่เกิดการแปรสภาพ ของไหลเหล่านี้มีอิทธิพลในการนำไอออน หรือธาตุต่าง ๆ เข้าไปก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเกี่ยวกับความมีรูพรุนของหินดั้งเดิม คุณสมบัติทางเคมีบางอย่างของแร่ที่ประกอบหินดั้งเดิม เป็นต้น

ส่วนใหญ่แล้วมักจะพิจารณาสองประการแรกคือ ความร้อนและความดัน เป็นปัจจัยหลักในการแปรสภาพ และทั้งสองปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกันเสมอ

การจำแนกชนิดของหินแปร

จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้ดังนี้

1. หินแปรที่มีเนื้อเป็นแผ่นขนาน (Foliated)

1.1 หินชนวน (Slate)

1.2 หินฟิลไลต์ (Phyllirte)

1.3 หินชีสต์ (Schist)

1.4 หินไนส์ (Gneiss)

2. หินแปรที่มีเนื้อไม่เป็นแผ่นขนาน

2.1 หินอ่อน (Marble)

2.2 หินควอร์ตไซต์ (Quartzite)

วัฏจักรของหิน

วัฏจักรของหิน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของหินทั้ง 3 ชนิด คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร โดยกระบวนการต่าง ๆ ทางธรณีวิทยาเป็นผลให้หินทั้ง 3 ชนิดนี้เปลี่ยนแปลงจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง และอาจเปลี่ยนไปเป็นชนิดเดิมได้อีก วนเวียนไปเรื่อย ๆ เช่น หินอัคนีเปลี่ยนไปเป็นหินตะกอน แล้วหินตะกอนแปรสภาพไปเป็นหินแปรและทั้งหินตะกอนหรือหินแปรก็อาจเปลี่ยนกลับไปเป็นหินอัคนีได้อีก

กระบวนการต่าง ๆ ทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดวัฏจักรของหิน ได้แก่

1. การผุพังและการกัดเซาะ กระบวนการนี้ทำให้หินแตกแยกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ทั้งในหินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปร เศษชิ้นเล็กชิ้นน้อยของหินที่เกิดจาก การผุพังและการกัดเซาะ เมื่อถูกพัดพามาทับถมกันก็กลายเป็นตะกอน และในที่สุดเมื่อผ่านกระบวนการเกิดหินตะกอนก็กลายเป็นหินตะกอน

2. การแปรสภาพ เป็นกระบวนการที่ทำให้หินอัคนี หรือหินตะกอนเปลี่ยนแปลงไปเป็นหินแปร

3. การหลอมเหลว ได้แก่ การที่หินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปร เมื่อเข้าไปอยู่ในเขตที่มีอุณหภูมิสูงใต้ผิวโลก ก็จะหลอมเหลวเป็นแมกมา หินที่หลอมเหลวนี้ต่อมาเมื่อมีการเย็นตัวและการตกผลึกก็จะกลับมาเป็นหินอัคนีอีก

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนจับคู่กันระดมสมองโดยให้นึกถึงประโยชน์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันของการนำหินแปรชนิดต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุดภายในเวลา 5 นาที แล้วออกมาเขียนบนกระดานดำ

1.2 ครูถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดในเรื่องต่อไปนี้

- ความร้อนที่สะสมอยู่ภายใต้เปลือกโลกยิ่งความลึกมากขึ้น หินที่ถูกกดทับและถูกความร้อนเป็นเวลานานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

- หากนำดินเหนียวมาเผาไฟจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับหินที่ถูกความร้อนภายใต้เปลือกโลกหรือไม่ อย่างไร

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามต่าง ๆ

1.4 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.5 เลขานุการกลุ่มรับใบงานที่ 10 เรื่องการแปรสภาพของดินเหนียว และสมาชิกภายในกลุ่มศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นระบุปัญหาลงในใบงาน

2. ตั้งสมมติฐาน แนะนำแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ จากนั้นช่วยกันออกแบบการทดลอง

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ และกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผังความคิดเรื่องการแปรสภาพของดินเหนียว ลงในใบงาน

3. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลอง โดยครูเตรียมอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้และบันทึกลงในใบงาน

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เกี่ยวกับการแปรสภาพของดินเหนียว

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน โดยอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร
- ควรปรับปรุงในขั้นตอนใดเพื่อให้การทดลองน่าเชื่อถือ
- ลักษณะของก้อนดินเหนียวที่นำมาเผาไฟมีการเปลี่ยนสภาพ ซึ่งมีสาเหตุมาจากสิ่งใด
- การใส่ไม้จิ้มฟันหรือคลิบหนีบกระดาษลงในก้อนดินเหนียวมีจุดมุ่งหมายใดและสิ่งใดทำให้ดินเหนียวเกิดการเปลี่ยนแปลง

4. ขั้นขยายความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

4.1 นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการแปรสภาพของดินเหนียวที่ได้รับความร้อนและแรงกดดัน ไปสู่การเปลี่ยนสภาพของหินเนื่องจากความร้อนและแรงกดดันตามธรรมชาติ เช่นการตกผลึกใหม่ของเนื้อแร่ หรือหินอ่อนแปรสภาพเป็นหินปูน

4.2 นักเรียนทำกิจกรรมตรวจลักษณะของหินแปรเพื่อจำแนกหินโดยใช้ลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

4.3 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่องชนิดของหินแปร อภิปรายและสรุปความรู้ร่วมกัน จากนั้นทำใบงานที่ 10 เรื่องการแปรสภาพของหิน และใบงานที่ 11 เรื่องมารู้จักหินแปร

4.4 นักเรียนศึกษา Power Piont เรื่องหินแปร

4.5 นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องหินแปร

5. ขั้นสร้างข้อสรุปและเขียนแผนผังมโนทัศน์

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลจากใบความรู้ที่ 5 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินแปร และจากการทำใบงานที่10 เรื่องการแปรสภาพของดินเหนียว ใบงานที่ 11 เรื่องการแปรสภาพของหิน และ ใบงานที่ 12 เรื่องมารู้จักหินแปร มาอภิปรายเพื่อระบุเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญ

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ โดยพิจารณาว่ามโนทัศน์ใดมีความหมายกว้างที่สุด คัดเลือกเป็นมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองและมโนทัศน์เฉพาะ

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ว่าควรสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด แล้วนำมโนทัศน์ที่เลือกไว้มาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์

5.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้เส้นและคำเชื่อมเขียนลงในกระดาษ A4

5.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างไว้ว่าควรปรับปรุงหรือไม่ จากนั้นนักเรียนช่วยกันปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนทัศน์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

5.6 ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วหน้าชั้นเรียน

5.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียนทั้งชั้นในคาบเรียนนั้น จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนแผนผังมโนทัศน์ลงในใบงาน

สื่อและอุปกรณ์

1. ใบความรู้ที่ 5 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินแปร
2. ใบงานที่ 10 เรื่องการแปรสภาพของดินเหนียว
3. ใบงานที่ 11 เรื่องการแปรสภาพของหิน

4. ใบงานที่ 12 เรื่องมารู้จักหินแปร

5. Power Piont เรื่องหินแปร

6. แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องหินแปร

7. อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการแปรสภาพของดินเหนียว (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) ดินเหนียวก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 7cm 1 ก้อน 2) ไม้จิ้มฟัน 8 อัน 3) ไม้ขีดไฟ 1 กลัก 4) กระดาษเคลือบมัน 1 แผ่น 5) ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด 1 ชุด 6) ปากคีบโลหะ 1 อัน

8. อุปกรณ์และสารเคมีที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมศึกษาลักษณะทางกายภาพของหินแปร (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) ก้อนหินในท้องถิ่นที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 ก้อน 2) แว่นขยาย 1 อัน 3) หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด 4) กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3 5) ค้อน 1 อัน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร 2. สืบค้นข้อมูล ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินแปร และเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปองค์ความรู้	- ซักถาม -การสังเกต -ตรวจใบงาน - ตรวจแบบฝึกหัด	-ประเด็นการซักถาม -แบบประเมินการปฏิบัติ -แบบประเมินใบงาน -แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 5
เรื่องชนิดของหินแปร

เนื้อหินแปรจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ เป็นริ้วขนาน และไม่เป็นริ้วขนาน

1. หินแปรที่มีเนื้อเป็นริ้วขนาน (Foliated) คือลักษณะของเนื้อหินที่มีแร่เรียงตัวขนานกันเป็นแนวไปตามทิศทางที่ตั้งได้ฉากกับทิศทางที่แรงเค้นกระทำเกิดลักษณะเป็นริ้วขนาน

1.1 หินชนวน (Slate) เป็นหินแปรจากหินดินดาน มีเนื้อละเอียดแซะแยกออกได้เป็นแผ่น ๆ ผิวรอยแยกเรียบ แร่ที่ประกอบในหินไม่อาจบอกได้โดยการดูด้วยตาเปล่าเพราะเนื้อละเอียดมาก รอยแยกในหินชนวนมักจะขนานกับชั้นหิน แต่บางแห่งก็ตัดกับชั้นหิน หินชนวนมีสีต่าง ๆ กันตามแต่สารที่ประกอบอยู่ เช่น มีสีเทาถึงดำเพราะมีธาตุคาร์บอนจากหินเดิม และคาร์บอนยัง อาจเปลี่ยนเป็นแกรไฟต์ด้วยก็ได้ หินชนวนที่มีสีแดงและสีม่วงนั้นเนื่องมาจากเหล็กกับแมงกานีสออกไซด์ และที่มีสีเขียวเพราะเหล็กเฟอร์รัสซิลิเกต พบตามเส้นทางถนนมิตรภาพก่อนถึงปากช่อง

ประโยชน์ ใช้ประดับบ้าน ปูผนังหรือทางเดิน แต่ก่อนนำมาใช้เป็นกระดานชนวน เพื่อใช้เขียนหนังสือ

1.2 หินฟิลไลต์ (Phyllirte) เป็นหินแปรที่มีเนื้อหยาบกว่าหินชนวนและผิววาวกว่า เกล็ดแร่ไมกาในหินฟิลไลท์ใหญ่พอที่จะมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่สารอื่นส่วนมากยังเล็กละเอียด หินฟิลไลต์ เกิดจากหินดินดานแปรสภาพ ริ้วรอยขนานมักจะคดโค้งเป็นลูกคลื่นเล็ก ๆ เห็นได้ชัด ในเนื้อ พบที่เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก

ประโยชน์ ใช้เป็นวัสดุถมถนนชั่วคราว เพราะเป็นหินที่มีคุณภาพไม่ดี

1.3 หินชีสต์ (Schist) เป็นหินที่ถูกแปรสภาพจากหินแกรนิตหรือหินดินดาน ด้วยความกดดัน และความร้อนสูงกว่าหินฟิลไลต์ แร่ที่ประกอบในหินเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่า แร่เป็น เกล็ด ๆ ซ้อนขนานกันจนเป็นริ้ว ๆ ริ้วขนานนี้มักจะโค้งงอด้วยเช่นกัน หินชีสต์แตกออกยากและไม่แตกเป็นแผ่นเรียบ เพราะแร่เป็นเกล็ดแบบสั้น ๆ เมื่อแตกออกจึงมีผิวขรุขระ พบได้ที่เขาแหลม หญ้า อำเภอบ้านเพ จังหวัดระยอง

ประโยชน์ ใช้ในการก่อสร้าง

ใบความรู้ที่ 5
เรื่องชนิดของหินแปร(ต่อ)

1.4 หินไนส์ (Gneiss) เป็นหินแปรจากหินแกรนิตหรือหินกรวด ที่เกิดจากการแปรสภาพ รุนแรงมาก มีลักษณะแร่สีอ่อน เช่น ควอร์ตซ์ เฟลสปาร์ เรียงตัวเป็นแถบสลับกับแถบของแร่สีเข้ม เช่น ไบโอไทต์ ฮอร์นเบลน แถบมีการโค้งงอและบิดเบี้ยว พบที่เขาเต่า อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ หรือตำบลลานสาง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก หรือบริเวณแหลมแท่น ตำบลอ่างศิลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ประโยชน์ ใช้ทำครก โม่ กำแพง

2. หินแปรที่ไม่เป็นริ้วนาน คือลักษณะของเนื้อหินที่มีเม็ดแร่ขนาดเท่ากัน ไม่มีการจัด เรียงตัว ทำให้เนื้อหินสมานกันแน่น มักจะพบในหินที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวกัน

2.1 หินอ่อน (Marble) เป็นหินเนื้อผลึก ค่อนข้างเม็ดหยาบที่แปรสภาพมาจากหินปูนหรือหินโดโลไมท์ เกิดจากการตกผลึกใหม่ หินอ่อนมีเนื้อแน่นกว่าหินปูนเพราะความกดดันจะขับไล่ช่องว่างในหินเดิมออกไป นอกจากนี้ยังมีการตกผลึกใหม่อีกด้วยทำให้แร่ที่มีการตกผลึกใหม่เกาะตัวกันแน่นสนิทยิ่งขึ้น หินอ่อนบริสุทธิ์มีสีขาว แต่ถ้ามีสารอื่นเจือปนจะทำให้มีสีต่าง ๆ ได้ คือ หินอ่อนที่มีสีแดง เหลือง น้ำตาล เพราะมีสารประกอบของเหล็ก ได้แก่ แร่ฮีมาไทต์และแร่ลิโมไนท์ เป็นส่วนประกอบ พบมากที่จังหวัดสระบุรี

ประโยชน์ นิยมนำมาใช้เป็นหินประดับอาคารบ้านเรือน ทำป้าย และสลักเป็นรูปต่าง ๆ

2.2 หินควอร์ตไซต์ (Quartzite) เป็นหินแปรที่เกิดจากหินทรายที่มีวัตถุเป็นสารซิลิกาเมื่อได้รับ ความร้อนและแรงกดดันสูงทั้งวัตถุประสานและเม็ดทรายจะเชื่อมประสานกันแน่นสนิทยิ่งขึ้น ทำให้มีความแข็งมากขึ้น เมื่อแตกจะมีรอยแตกแบบโค้งเว้า หินควอร์ตไซต์บริสุทธิ์จะมีซิลิกา เป็นส่วนประกอบมากกว่า 97 % พบที่จังหวัดชลบุรี ราชบุรี

ประโยชน์ ใช้รองพื้นถนน เป็นกรวดคอนกรีตและเป็นหินลับมีด

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 : 117-119)สืบค้นความรู้เพิ่มเติมได้ที่

http://www.lesa.in.th/8/logrocks/rocks ident.html

http://www.sicence.knw.ac.th./bt-1-2/continental-dri/earth-quake/rock-cycle. doc

http://skn.ac.th/sld/skn422/stone/menu.htm

ใบงานที่ 10 เรื่องการแปรสภาพของดินเหนียว

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาและทำกิจกรรมตามขั้นตอนในใบงาน

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 20 นาที

จุดประสงค์ของกิจกรรม นักเรียนสามารถทดลองเกี่ยวกับผลของความร้อนและแรงกดดันที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียว

สถานการณ์ที่ 1

การที่เรามองเห็นผลึกของแร่ในหินบางชนิดเรียงตัวขนานกันเกิดจากสิ่งใด และจะทำการทดสอบได้อย่างไร

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวนต่อกลุ่ม)

1. ดินเหนียวก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm จำนวน 1 ก้อน
2. ไม้จิ้มฟัน 8 อัน
3. กระดาษเคลือบมัน 1 แผ่น

การทำกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ระบุปัญหาได้ดังนี้

ระบุปัญหา.....

2. นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไรเพื่อศึกษาลักษณะการเรียงตัวของผลึกในแนวขนานกัน

ออกแบบการทดลอง.....

.....

.....

ตั้งสมมติฐาน……..

…….

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

3. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของการเรียงตัวของผลึกในแนวขนานกัน และบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

5. จากการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

หากนำดินเหนียวมาเผาไฟจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับหินที่ถูกความร้อนภายใต้เปลือกโลกหรือไม่ อย่างไร

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวนต่อกลุ่ม)

1. ดินเหนียวก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm จำนวน 1 ก้อน
2. ไม้ขีดไฟ 1 กลัก
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด 1 ชุด
4. ปากคีบโลหะ 1 อัน

การทำกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ระบุปัญหาได้ดังนี้

ระบุปัญหา.....

2. นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไรเพื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวที่เผาไฟ

ออกแบบการทดลอง.....

.....

.....

ตั้งสมมติฐาน……..

…….

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา

3. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวที่เผาไฟและบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

.....

.....

5. จากการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

.....

.....

6. นักเรียนสังเกตการเรียงตัวของผลึกแร่จากสิ่งใด

.....

7. ดินเหนียวที่เผาไฟมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอย่างไรบ้าง

.....

8. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

.....

.....

9. นักเรียนคิดว่าจากการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวจะสมารถอธิบายการเกิดหินแปรในธรรมชาติได้อย่างไร

.....

ใบงานที่ 11 การแปรสภาพของหิน

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนบอกชื่อหินหินเดิมที่เกิดการแปรสภาพเป็นหินที่กำหนดให้

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

หินชนวน	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินไนส์	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินอ่อน	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินฟิลไลต์	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินควอร์ตไซต์	แปรสภาพมาจาก	หิน .....

แบบประเมินใบงานที่ 11

☐ 3 หมายถึง บอกการแปรสภาพของหินได้ถูกต้องทั้ง 4-5 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกการแปรสภาพของหินได้ถูกต้อง 2-3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกการแปรสภาพของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 12 เรื่องมารู้จักหินแปร

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของหินแปร

2 .นักเรียนบอกลักษณะ/ประโยชน์/แหล่งที่พบของหินแปรให้ถูกต้อง

3. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

พบที่จังหวัด…….....

.....

มีลักษณะ.....

.....

.....

.....

หินแปร

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

พบที่จังหวัด…….....

.....

มีลักษณะ.....

.....

.....

.....

หินอ่อน

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

พบที่จังหวัด…….....

.....

มีลักษณะ.....

.....

.....

.....

หินชนวน

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

แบบประเมินใบงานที่ 12

☐ 3 หมายถึง บอกลักษณะ/แหล่งที่พบและประโยชน์ของแปรได้ถูกต้องทั้ง 5-6 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกลักษณะ/แหล่งที่พบและประโยชน์ของแปรได้ถูกต้อง 3-4 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกลักษณะ/แหล่งที่พบและประโยชน์ของแปรได้ถูกต้อง 1-3 ชนิด

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แผนผังมโนทัศน์เรื่องหินแปร

แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องหินแปร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.....1.หินที่แปรสภาพมาจากหินปูน	A หินชนวน
.....2.การเรียงตัวใหม่ของแร่เดิมที่มีลักษณะเหมือนถูกบีบอัด	B หินชนวน หินฟิลไลต์ หินชีสต์
.....3.สาเหตุสำคัญที่ทำให้หินเปลี่ยนสภาพจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง	C หินควอร์ตไซต์
.....4.หินที่แปรสภาพมาจากหินดินดาน	D หินอ่อน
.....5. หินดินดานที่แปรสภาพมากขึ้น	E ความร้อนและความดัน
.....6. หินที่แปรสภาพจากหินเดิม ได้แก่ หินดินดาน หินทัฟฟ์	F หินฟิลไลต์
.....7. หินแปรที่มีเนื้อละเอียดถึงหยาบและมีผลึกของแร่แคลไซต์ใช้ทำหินประดับและวัสดุก่อสร้าง	G วัฏจักรของหิน H ริ้วขนาน
.....8. หินแปรที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ผิวหน้าเรียบ ใช้ปูพื้นมุงหลังคาได้	I หินทราย J การเย็นตัวและตกผลึก
.....9. หินที่มีลักษณะเป็นเม็ด เนื้อแน่นแข็ง ซึ่งเกิดจากการตกผลึกใหม่ของหินทราย	K การสะสมตัวของตะกอน L การพัดพาและทับถม
.....10. การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของหินชนิดต่าง ๆ	M หินกรวดมน

เฉลย

ข้อ	ตัวเลือก	ข้อ	ตัวเลือก
1	D	6	B
2	H	7	D
3	E	8	A
4	A	9	C
5	F	10	G

แผนจัดการเรียนรู้

สำหรับกลุ่มควบคุม

ที่จัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 สำหรับกลุ่มควบคุม
(การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน **จำนวน 2 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

หินที่พบในภูมิประเทศและท้องถิ่นที่ต่างกันมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะทั่วไปของหินประกอบด้วยลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีจากการศึกษาหินในท้องถิ่นทั้งทางกายภาพและทางเคมีอย่างง่ายได้
2. ทดลองและสรุปลักษณะทั่วไปของหินในท้องถิ่น ทั้งทางกายภาพและทางเคมีอย่างง่ายได้
3. การนำข้อคิดจากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหาสาระ

ลักษณะทั่วไปของหินประกอบด้วยลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ลักษณะทางกายภาพของหิน สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าโดยสังเกตลักษณะของสี ความแข็ง เนื้อหิน การเรียงตัวเป็นชั้น ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอยู่ในเนื้อหิน ส่วนสมบัติทางเคมีของหินทดสอบได้ด้วยการหยดกรดลงบนหินแล้วสังเกตการทำปฏิกิริยากับกรด

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะของหิน 4-5 ก้อน ถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะของหินที่สังเกตได้

ตัวอย่างคำถาม เช่น

- ก้อนหินที่สังเกตมีสีอะไรบ้าง
- ลักษณะการเรียงตัวของเนื้อหินเป็นอย่างไร
- มีซากดึกดำบรรพ์อยู่ในหินหรือไม่
- หากหยดกรดเกลือเจือจางลงบนหินแต่ละชนิด หินก้อนไหนจะทำปฏิกิริยากับกรดได้

1.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทำกิจกรรมที่ 2.1 เรื่องศึกษาหินในท้องถิ่น ในบทเรียน

2. ขั้นอภิปรายก่อนกิจกรรม

2.1 ครูชี้แจงวิธีการทำกิจกรรมเพิ่มเติมดังนี้

- สังเกตลักษณะทั่วไปของหินก้อนที่ 1, 2 และ 3 ที่รวบรวมมา ด้วยตาเปล่าและใช้แว่นขยายส่องดูเนื้อหิน บันทึกผลการสังเกต
- ทดลองทุบ ขูด กะเทาะ หินก้อนที่ 1 สังเกตแล้วบันทึกผล
- หยดกรดไฮโดรคลอริกเจือจางจำนวน 1 หยด ลงบนหินก้อนที่ 1 บันทึกผล
- ทำซ้ำแต่เปลี่ยนเป็นหินก้อนที่ 2 และ 3 บันทึกผล

2.2 ครูแนะนำให้นักเรียนระวังและปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- ล้างหินให้สะอาดแล้วเช็ดให้แห้งก่อนที่จะใช้ทดลอง
- อย่าสูดดมไอของกรดไฮโดรคลอริกเจือจางที่หยดลงหินแต่ละก้อน
- เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วต้องล้างอุปกรณ์และหลอดทดลอง เพราะถ้าเก็บไว้นานจะล้างออกได้ยาก

3. ขั้นทำกิจกรรม

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียน

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นอภิปรายหลังกิจกรรม

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองและแนวคำถามในบทเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า

1) หินตัวอย่างในท้องถิ่นมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันและเมื่อทดลองสมบัติทางเคมีกับกรดไฮโดรคลอริก หินบางชนิดทำปฏิกิริยา บางชนิดไม่ทำปฏิกิริยา

2) สามารถจำแนกหินได้หลายกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ทางกายภาพ เช่น สี ลักษณะของเนื้อหินและทางเคมี เช่น ทำหรือไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับกรดไฮโดรคลอริก

4.3 นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม และแนวคำตอบที่ได้ควรมีดังนี้

1) ลักษณะต่าง ๆ ของหินเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ลักษณะทางกายภาพของหิน สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า โดยสังเกตลักษณะของสี ความแข็ง เนื้อหิน การเรียงตัวเป็นชั้น และซากดึกดำบรรพ์ที่มีอยู่ในเนื้อหิน เป็นต้น เมื่อใช้แว่นขยายส่องดู ทำให้สามารถสังเกตลักษณะทางกายภาพของหินได้มากขึ้น เช่น การจัดเรียงตัวของผลึกแร่ที่ประกอบกันเป็นเนื้อหิน ส่วนประกอบของเนื้อหิน และซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็กในเนื้อหิน เป็นต้น ส่วนสมบัติทางเคมีของหินทดสอบได้ด้วยการหยดกรดลงบนหิน หินบางชนิดทำปฏิกิริยากับกรดได้

2) จำแนกหินตามลักษณะที่ตรวจสอบได้เป็นกี่กลุ่ม ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

แนวคำตอบ จากกิจกรรมที่ผ่านมาเราสามารถจัดจำแนกหินเป็นกลุ่ม ๆ ได้ โดยใช้ลักษณะทางกายภาพของหินเป็นเกณฑ์ หินบางชนิดมีลักษณะเป็นชั้น มีเนื้อเป็นเม็ดและบางชนิดมีเนื้อแน่น หินบางชนิดทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้

3) มีวิธีการใดที่จะใช้ตรวจสอบลักษณะอื่น ๆ ของหินได้อีก

แนวคำตอบ มีวิธีการที่จะใช้ตรวจสอบลักษณะอื่น ๆ ดังนี้

- การดูดของแม่เหล็ก
- ความหนาแน่นของหิน

4.4 ครูอภิปรายต่อไปว่า ผลจากการศึกษาลักษณะและสมบัติของหินด้วยวิธีการต่าง ๆ สามารถนำไปจำแนกชนิดของหินและการใช้ประโยชน์ของหินได้

4.5 นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน และทำแบบฝึกหัดที่ 1

สื่อและอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
2. ใบงานที่ 1 เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน
3. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน
4. ก้อนหินในท้องถิ่นที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 ก้อน
5. แว่นขยาย 1 อัน

6. หลอดหยด 3 หลอด
7. กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3
8. ค้อน 1 อัน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. เข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินในท้องถิ่น 2. ทดลองและสรุปลักษณะทั่วไปของหินในท้องถิ่น ทั้งทางกายภาพและทางเคมีอย่างง่ายได้	-ซักถาม -ตรวจใบงาน -ตรวจแบบฝึกหัด	-ประเด็นการซักถาม -แบบประเมินใบงาน -แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....
.....
.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....
.....
.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 1
เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (ใช้เวลา 10 นาที)

สมบัติทางกายภาพของหิน

ได้แก่

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

สมบัติทางเคมี ของหิน

ทดสอบได้โดย

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

แบบประเมินใบงานที่ 1

1. ลักษณะทางกายภาพของหิน

☐ 3 หมายถึง บอกลักษณะทางกายภาพได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง บอกลักษณะทางกายภาพได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์

☐ 1 หมายถึง บอกลักษณะทางกายภาพได้ไม่ชัดเจน

2. สมบัติทางเคมีของหิน

☐ 3 หมายถึง บอกวิธีการตรวจสอบสมบัติทางเคมีของหินได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง บอกวิธีการตรวจสอบสมบัติทางเคมีของหินได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์

☐ 1 หมายถึง บอกวิธีการตรวจสอบสมบัติทางเคมีของหินได้ไม่ชัดเจน

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 5-6 คะแนน ระดับดี

คะแนน 3-4 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1-2 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แบบฝึกหัดที่ 1
เรื่องลักษณะทั่วไปของหิน

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้และทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และทำเครื่องหมายผิด (✕) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวผิด

.....1. หินที่พบในภูมิประเทศและท้องถิ่นที่แตกต่างกันจะมีลักษณะแตกต่างกัน

.....2. ลักษณะทางกายภาพของหินไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า

.....3. ลักษณะทางกายภาพของหิน ได้แก่ สี ความแข็ง เนื้อหิน การเรียงตัวเป็นชั้น

.....4. การใช้แว่นขยายส่องดูทำให้สังเกตเห็นลักษณะทางกายภาพของหินได้ละเอียดมากขึ้น เช่น ส่วนประกอบของเนื้อหิน ซากดึกดำบรรพ์

.....5. หินบางชนิดสามารถทำปฏิกิริยากับกรดได้

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ	คำตอบ
1	✓
2	✕
3	✓
4	✓
5	✓

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 สำหรับกลุ่มควบคุม
(การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**
เรื่องหินตะกอน **จำนวน 2 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

หินตะกอน เกิดจากการทับถมของตะกอนในธรรมชาติจากการผุพังแตกสลายของหินอัคนี หินแปร หรือหินชั้นอายุเก่าแก่กว่า ถูกพัดพามาตกจมและสะสมโดยน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง หรือการตกตะกอนทางเคมี และหมายรวมตลอดถึงหินที่เกิดจากการสะสมของซากดึกดำบรรพ์ด้วย โดยมีวัตถุประสานให้ติดกัน ตะกอนต่าง ๆ เหล่านี้จะมีการสะสมตัวเป็นชั้น ๆ และเมื่อมีการแข็งตัวกลายเป็นหินแล้ว ลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ตามลำดับอายุยังปรากฏให้เห็นอยู่ จึงจัดประเภทให้เป็นหินชั้น ซึ่งมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะและสมบัติบางอย่างต่างกัน จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน
2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินตะกอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลองเพื่อสรุปลำดับการตกตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกัน
2. คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบลำดับการตกตะกอนที่มีขนาดต่างกันได้
3. อธิบายความหมายและกระบวนการเกิดหินตะกอนได้
4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะของหินตะกอนและจำแนกหินตะกอนออกเป็นกลุ่ม ๆ
5. มีกระบวนการคิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินตะกอนชนิดต่าง ๆ
6. วิเคราะห์ลักษณะของหินตะกอนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้
7. พูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับภูมิลักษณ์ของหินตะกอนในประเทศไทยและมีจิตสำนึกในการรักและหวงแหนภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทย

เนื้อหาสาระ

หินตะกอนหรือหินชั้น (Sedimentary rock) คือ หินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน ตะกอนเหล่านี้เกิดจากการผุพังแตกสลายของหินอัคนี หินแปร หรือหินชั้นอายุเก่าแก่กว่า ถูกพัดพามาตกจมและสะสมโดยน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง หรือการตกตะกอนทางเคมีและรวมถึงหินที่เกิดจากการสะสมของ ซากดึกดำบรรพ์ด้วย ตะกอนต่าง ๆ เหล่านี้จะมีการสะสมตัวเป็นชั้น ๆ และเมื่อมีการแข็งตัว กลายเป็นหินแล้ว ลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้น ๆ ตามลำดับอายุยังปรากฏให้เห็นอยู่ จึงจัดประเภท ให้เป็นหินชั้น

กระบวนการเกิดหินตะกอน

กระบวนการที่ทำให้ตะกอนมีความแข็งขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดกลายเป็นหินมีดังนี้ คือ

1. การอัดตัว ได้แก่ การที่ตะกอนซึ่งสะสมตัวอยู่ได้รับแรงกดดันจากน้ำหนักของตะกอนส่วนที่ทับถมอยู่ข้างบน จะทำให้ช่องว่างภายในตะกอนถูกอัดเข้าไปหรือถ้ามีน้ำอยู่ภายในตะกอนก็จะถูกบีบออกมาทำให้ตะกอนมีการแข็งตัวเป็นหิน

2. การเชื่อมประสาน ได้แก่ การที่ตะกอนซึ่งมีเม็ดขนาดเม็ดหยาบ มีวัตถุประสานเชื่อมระหว่างเม็ดตะกอนเหล่านั้น ทำให้จับตัวกันแข็งเป็นหิน วัตถุประสานที่มีมาก ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และซิลิกา (SiO_2) ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลาย เมื่อน้ำระเหยออกไปก็จะแยกตัวออกมาเป็นของแข็งและทำหน้าที่เป็นวัตถุประสานเชื่อมเม็ดตะกอนจนแข็งเป็นหิน

3. การแทนที่ เช่น สารละลายซิลิกาเข้าไปแทนที่ในเนื้อเยื่อของไม้ที่กำลังผุพัง ทำให้เกิดไม้กลายเป็นหิน หรือการที่แมกนีเซียมเข้าไปแทนที่แคลเซียมในแร่แคลไซท์ของหินปูน ทำให้เกิดหินโดโลไมท์ขึ้น

4. การระเหยของน้ำ เช่น การเกิดหินงอก หินย้อย เกิดจากการระเหยของน้ำจากสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตหรือเกลือหิน เกิดจากการระเหยของน้ำออกไปทำให้เกลือเฮไลท์แข็งเป็นชั้นหินอยู่

5. การเปลี่ยนแปลงรูปผลึก หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือเนื้อของผลึก เช่น การเพิ่มขนาดของผลึกซึ่งเกิดจากการตกตะกอนของสารละลาย

การจำแนกชนิดของหินตะกอน

การจำแนกหินตะกอนแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ดังนี้

1. หินตะกอนร่วน

1.1 หินกรวดมน (Conlomerate)

1.2 หินทราย (Sandstone)

1.3 หินทรายแป้ง (Siltstone)

1.4 หินดินเหนียว หินโคลน และหินดินดาน (Claystone Mudstone and Shale)

2. หินตะกอนเคมี

2.1 หินปูน (Limestone)

2.2 หินโดโลไมท์ (Dolomite)

2.3 หินเชิร์ท และหินเหล็กไฟ (Chert and Flint)

2.4 หินเกลือ และยิปซั่ม (Rock salt and Gypsum)

2.5 หินศิลาแลง (Laterite)

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูสร้างความสนใจโดยการนำหินตะกอนในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น หินกรวดมน หินทราย หินปูน หินดินดาน มาให้นักเรียนสังเกตและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะของหินตะกอน และครูถามเกี่ยวกับกระบวนการเกิดของหินตะกอนเพื่อกระตุ้นความสนใจอยากรู้ เช่น

- หินตะกอนที่ครูนำมาแสดงมีกระบวนการเกิดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- หินแต่ละประเภทมีขนาดของเม็ดตะกอนแตกต่างกันอย่างไร

1.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทำกิจกรรมที่ 2.2 เรื่องการสะสมตะกอน ในบทเรียน

2. ขั้นอภิปรายก่อนกิจกรรม

2.1 ครูแนะนำให้นักเรียนระวังและปฏิบัติ โดยให้นักเรียนตักทรายหยาบ ทรายละเอียด ดินหยาบ ดินละเอียด กรวดหยาบ กรวดละเอียด อย่างละ 1 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 ใส่กระดาษหนังสือพิมพ์คลุกเคล้ากันให้ดี แล้วจึงเทใส่ขวดพลาสติกที่บรรจุน้ำไว้แล้ว สังเกตและบันทึกว่าอะไรตกตะกอนก่อน หลังตามลำดับ โดยเรียงลำดับที่จากข้างล่างขวดมาด้านบน จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง สังเกตและบันทึกผล

2.2 ครูให้นักเรียนนำขวดสะสมตะกอนตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ ให้น้ำในขวดระเหยแห้งจนหมดแล้วนำตะกอนมาสังเกตลักษณะการทับถมของตะกอน

3. ขั้นทำกิจกรรม

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียน โดยครูเป็นผู้ดูแลและอำนวยความสะดวก

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นอภิปรายหลังกิจกรรม

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองและแนวคำถามในบทเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า การตกตะกอนจะเกิดเป็นลำดับตามขนาดของตะกอนจากตะกอนขนาดใหญ่ไปหาตะกอนขนาดเล็ก โดยมีตะกอนของดินละเอียดตกตะกอนประสานตามช่องว่างของตะกอนขนาดใหญ่และเกิดเป็นชั้นตะกอนแยกชัดเจนระหว่างการเทตะกอนแต่ละครั้ง

4.3 ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

1) ลำดับการตกตะกอนเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำกับวัตถุ ทำให้น้ำพัดพาวัตถุจากที่สูงไหลลงสู่ที่ต่ำ ดังนั้นเมื่อน้ำพัดพาตะกอนที่มีขนาดต่างกันมารวมกันในบริเวณที่เป็นแอ่งน้ำนิ่ง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะตกก่อนอย่างรวดเร็ว ทับถมกันเป็นชั้นอยู่ด้านล่างสุด ส่วนตะกอนที่มีขนาดเล็กซึ่งตกตะกอนทีหลัง ก็จะสะสมตัวทับถมกันอยู่ชั้นบนขึ้นมาตามลำดับ ทำให้เกิดเป็นชั้นตะกอนเรียงขนาดจากเม็ดใหญ่ขึ้นไปหาเม็ดเล็ก

2) ในการทดลองซ้ำได้ผลอย่างไร

แนวคำตอบ ในการทดลองซ้ำได้ผลเหมือนกันทุกครั้งคือ ตะกอนขนาดใหญ่จะตกตะกอนก่อน ทับถมกันอยู่ชั้นล่างสุด ส่วนตะกอนขนาดเล็กจะตกตะกอนทีหลัง และสะสมตัวทับถมกันอยู่ชั้นบนขึ้นมาตามลำดับ และเกิดเป็นชั้น ๆ แยกกันชัดเจนระหว่างการเทตะกอนแต่ละครั้ง

3) การตกตะกอนในแอ่งน้ำนิ่งหรือแอ่งน้ำไหล มีความแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร

แนวคำตอบ ลักษณะการพาตะกอนของน้ำในธรรมชาติ น้ำจะพาตะกอนขนาดต่าง ๆ ไปได้เรื่อย ๆ เท่าที่น้ำยังคงไหลด้วยความเร็วสม่ำเสมอและไหลผ่านพื้นที่ราบ แต่ถ้าน้ำไหลผ่านบริเวณที่เป็นแอ่งจะทำให้น้ำลดความเร็วลง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจะตกตะกอนลงในท้องน้ำบริเวณแอ่งก่อน ส่วนตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่าด้วยความเร็วของกระแสน้ำที่ยังคงมีอยู่ก็อาจพาตะกอนไหลต่อไปได้อีก

4.4 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องกระบวนการเกิดหินตะกอน และใบความรู้ที่ 2 เรื่องการจำแนกหินตะกอน ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับภูมิลักษณ์ของหินตะกอนในประเทศไทยและการมีจิตสำนึกในการรักและหวงแหนภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทยนักเรียน และทำใบงานที่ 2 เรื่องเรียงลำดับกระบวนการเกิดหินตะกอน ครูให้คำชมเชย

4.5 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.4 เรื่องลักษณะของหินตะกอนตามแบบเรียน โดยสังเกตลักษณะทางกายภาพของหินตะกอน หมายเลข 1, 2, 3, 4, และ 6 ด้วยตาเปล่าและแว่นขยาย และทดสอบปฏิกิริยาเคมีของหินตะกอน หมายเลข 1, 2, 3, 4, และ 6 กับกรดไฮโดรคลอริก ครูอภิปรายในเรื่องต่อไปนี้

1) ครูแนะนำให้นักเรียนระวังและปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด โดยให้นักเรียนหยดกรดไฮโดรคลอริก 1 หยด บนตัวอย่างหินตะกอน ระวังอย่าให้โดนฉลากหมายเลขตัวอย่างหิน

2) เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ควรหยดน้ำลงบริเวณที่หยดบนตัวอย่างหิน เช็ดตัวอย่างหินให้แห้งก่อนเก็บลงกล่องตัวอย่างหิน

4.6 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า

1) หินตะกอนมีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากแหล่งกำเนิดและกระบวนการเกิดของตะกอนแตกต่างกัน (ดังตารางที่ 2.1 ในบทเรียน) จึงทำให้หินตะกอนมีลักษณะแตกต่างกัน เนื้อของหินตะกอนส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเนื้อผสม ประกอบด้วยตะกอนตั้งแต่เม็ดหยาบจนถึงเม็ดละเอียด

2) การนำหินตะกอนมาใช้ประโยชน์จึงแตกต่างกันไปตามสมบัติของหินตะกอนนั้น (ดังตารางที่ 2.2 ในบทเรียน) เช่น หินทรายแป้ง เนื้อละเอียด มีขนาดเม็ดตะกอนระหว่าง 0.003-0.062 มิลลิเมตร ใช้ทำหินลับมีด หินประดับ พบมากที่สุดในบริเวณที่ราบสูงโคราช

4.7 ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

หินตะกอนแต่ละชนิดที่นำมาศึกษา มีลักษณะเฉพาะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการระบุชนิดของหินได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ หินตะกอนแต่ละชนิดที่นำมาศึกษามีลักษณะเฉพาะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการระบุชนิดของหินได้ คือ ถ้าเป็นการสะสมทับถมของเม็ดตะกอนขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร และตะกอนเหล่านั้นถูกพัดพามาไกลจากแหล่งกำเนิดเดิม ตะกอนจะถูกขัดสีจนเป็นก้อนกลมมน เรียกว่า หินกรวดมน แต่ถ้าเป็นตะกอนที่ถูกพัดมาไม่ไกลจากแหล่งกำเนิดเดิมและที่

เกิดจากรอยเลื่อนยังคงเป็นเหลี่ยม เรียกว่า หินกรวดเหลี่ยม ถ้าเป็นการสะสมของตะกอนเม็ดทรายเป็นส่วนใหญ่ จะเกิดเป็นหินทราย ถ้าเป็นตะกอนเม็ดทรายละเอียดสะสมทับถมรวมกัน เรียกว่า หินทรายแป้ง ถ้าเป็นตะกอนที่มีขนาดละเอียดมากสะสมทับถมรวมกันมีแนวแตกเป็นชั้นบางซ้อนกันถี่ ๆ เรียกว่า หินดินดาน ถ้าเป็นแถบไม่เป็นชั้นชัดเจน จะเป็นหินโคลน นอกจากนี้ยังมีหินตะกอนที่เกิดจากการตกตะกอนของสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตหรือเกิดจากการทับถมของซากเปลือกหอย ซากปะการังในทะเล ซึ่งในที่สุดแข็งตัวเป็นหินเนื้อแน่น เรียกว่า หินปูน

4.8 ครูสรุปความรู้โดยใช้ Power Point เรื่องหินตะกอนตะกอน และศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่องชนิดของหินตะกอน

4.9 นักเรียนทำใบงานที่ 3 เรื่องชนิดของหินตะกอน

4.10 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับภูมิลักษณ์ของหินตะกอนที่มีรูปแบบเฉพาะที่โดดเด่นสวยงาม

4.11 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2 และแบบฝึกหัดที่ 3

สื่อและอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องกระบวนการเกิดหินตะกอน
3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่องชนิดของหินตะกอน
4. ใบงานที่ 2 เรื่องเรียงลำดับกระบวนการเกิดหินตะกอน
5. ใบงานที่ 3 เรื่องชนิดของหินตะกอน
6. อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ (จำนวนต่อกลุ่ม) ในการทำกิจกรรมการสะสมของตะกอน ได้แก่ 1) น้ำ 1,000 cm^3 2) ทรายหยาบ 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 3) ทรายละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 4) ดิน 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 5) ดินละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 6) กรวดหยาบ 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 7) กรวดละเอียด 2 กล่องพลาสติกเบอร์ 3 8) ขวดพลาสติกใสขนาด 1.5 dm^3 2 ใบ 9) กระดาษหนังสือพิมพ์ 2 แผ่น 10) เทปกาว 1 ม้วน
7. หินตะกอน 4-5 ก้อน
8. อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมศึกษาลักษณะหินตะกอน (จำนวนต่อกลุ่ม) 1) ชุด กล่องตัวอย่างหินและแร่ 1 ชุด 2) แว่นขยาย 1 อัน 3) หลอดหยด 2 อัน 4) กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3 5) ปากคีบโลหะ 1 อัน
9. Power Point เรื่องหินตะกอน
10. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องการเกิดหินตะกอน

11. แบบฝึกหัดที่ 3 ชนิดและประโยชน์ของหินตะกอน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินตะกอน	-ซักถาม	-ประเด็นการซักถาม
2. สืบค้นข้อมูล และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะของหินตะกอนและจำแนกหินตะกอน	-การสังเกต - ตรวจใบงาน	-แบบประเมินใบงาน
3. จิตสำนึกในการรักและหวงแหนภูมิลักษณ์ของหินตะกอนและอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทย	-ตรวจแบบฝึกหัด	-แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 1
เรื่องกระบวนการเกิดหินตะกอน

กระบวนการเกิดหินตะกอน

จากการศึกษาลักษณะของหินตะกอน อาจจำแนกกระบวนการเกิดหินตะกอนได้ดังนี้

1. การสะสมตัวทางกายภาพ เกิดจากตะกอนต่าง ๆ ที่ถูกพัดพาไปในลักษณะของแข็ง ซึ่งมีขนาดเล็กจนถึงขนาดโตกว่าก้อนกรวด โดยแรงดึงดูดของโลก น้ำ ลม หรือธารน้ำแข็ง ลงสู่แอ่งน้ำหรือมหาสมุทร ตกทับถมกันเป็นชั้น ๆ กระบวนการที่ทำให้เศษหินหรือตะกอนที่ร่วนแข็งตัวกลายเป็นหิน เรียกว่า ***กระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็นหินตะกอน*** ซึ่งประกอบด้วย

การกดทับ (Compaction) อันเนื่องมาจากน้ำหนักของชั้นตะกอนที่ทับอยู่ข้างบน ทำให้เศษหินและเม็ดตะกอนถูกอัดแน่นเข้าด้วยกัน เป็นการลดปริมาตรเดิมลง

การประสาน (Cementation) โดยมีวัตถุประสาน เช่น สารพวกปูน ซิลิกา หรือเหล็กออกไซด์ ในรูปสารละลายเข้าไปเชื่อมในช่องว่างระหว่างเม็ด ทำให้ตะกอนจับตัวเข้าด้วยกันกลายเป็นหินแข็ง เช่น หินกรวดมน หินทราย

การเกิดผลึกใหม่ (Recrystallization) เกิดในช่วงที่มีอุณหภูมิและความดันเพิ่ม เช่น แร่ดินในหินดินดานจะมีผลึกโตขึ้นหรือเปลี่ยนเป็น แร่คลอไรต์ หรือมัสโคไวต์

การแทนที่ (Replacement) เป็นการแทนที่ของแร่ชนิดหนึ่งโดยแร่อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งละลายปนในน้ำบาดาล เช่น หินเชิร์ตในหินปูน หินโดโลไมต์ในหินปูน

การก่อตัวใหม่ (Diagenesis) เป็นการเปลี่ยนแปลงตะกอนให้กลายเป็นหินด้วยความดันและความร้อนน้อย ไม่ถึงขั้นการแปรสภาพและการผุพังอยู่กับที่

2. การสะสมตัวทางเคมี หินที่เกิดการผุพังทางเคมี ทำให้แร่ที่ละลายได้ไหลไปกับน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ ลำธาร หรือไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล สารละลายจะตกตะกอนเมื่ออยู่ในภาวะ ที่เหมาะสม ได้แก่ หินปูน หินโดโลไมต์ หินเกลือระเหย ได้แก่ ยิปซัม เกลือหิน เป็นต้น

3. การสะสมตัวทางชีวภาพ เป็นหินตะกอนที่เกิดจากการสะสมของสิ่งมีชีวิต เช่น พืชและสัตว์ เมื่อตายลงไปเน่าเปื่อยเหลือแต่ส่วนที่แข็งและคงทน เช่น เปลือกหอย กระดูก ของเสียที่ขับถ่าย ลำต้นและกิ่งไม้ ทับถมกันกลายเป็นหิน เช่น หินปูน ถ่านหิน หินฟอสเฟต หินปะการัง เป็นต้น

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 : 103-104)

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ชนิดของหินตะกอน

การจำแนกชนิดของหินตะกอน

การจำแนกหินตะกอนแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ดังนี้

1. หินตะกอนร่วน

1.1 หินกรวดมน (Conlomerate) เป็นหินที่เกิดจากกรวดกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 2 มิลลิเมตร เมื่อถูกเชื่อมประสานเป็นเนื้อหินแข็งโดยวัตถุประสานกรวดที่ประกอบกันเป็นหินกรวดมน โดยปกติเป็นพวกควอตซ์ หรือหินจำพวกซิลิกา ใช้ในการก่อสร้าง หินกรวดมนมีอยู่ทั่วไป พบมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือบนที่ราบสูงโคราชและบางแห่งทางภาคใต้

1.2 หินทราย (Sandstone) มีหลากหลายสีตั้งแต่ชมพู เหลือง ครีม ขาว มีขนาดประมาณเท่าเม็ดทราย (1/16 มิลลิเมตร ถึง 4 มิลลิเมตร) สากมือเมื่อลูบ แร่หลักคือ ควอตซ์ อาจแบ่งออก ได้อีกตามขนาดของเม็ดทราย เช่น เนื้อหยาบ หยาบปานกลาง หรือทรายเนื้อละเอียด และอาจมีปริมาณของแร่อื่น ๆ แทรกอยู่บ้าง หินทรายเป็นหินอุ้มน้ำบาดาลและแก๊สธรรมชาติเป็นอย่างดี เพราะมีช่องว่างระหว่าง มวลเม็ดให้น้ำและน้ำมันแทรกเข้าไปได้ พบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด ใช้ในการก่อสร้างและแกะสลักต่าง ๆ

1.3 หินทรายแป้ง มีขนาดเม็ด 1/16 มิลลิเมตร ถึง 1/256 มิลลิเมตร แยกด้วยตาเปล่าและแว่นขยายไม่ได้ เนื้อจึงค่อนข้างละเอียดแน่นทึบ ตะกอนเม็ดขนาดทรายละเอียดถูกพามาโดยน้ำแขวนลอยมาหรือถูกพามาโดยลมก็ได้ ใช้ทำเป็นหินลับมีด พบได้ทั่วไปเป็นชั้นสลับอยู่ในหินตะกอนอื่น ๆ

1.4 หินดินเหนียว หินโคลน และหินดินดาน (Claystone Mudstone and Shale)

- หินดินเหนียว หมายถึง หินที่มีส่วนประกอบของอนุภาคขนาดเม็ดดินเหนียว
- หินโคลน หมายถึง หินตะกอนเนื้อเม็ดละเอียด ซึ่งมีทรายละเอียดและดินเหนียวปนกัน
- หินดินดาน หมายถึง หินที่เกิดจากอนุภาคที่มาจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 1/256 มิลลิเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นหรือแยกออกเป็นชั้น ๆ ได้ ส่วนประกอบทางแร่ของอนุภาคประกอบด้วยแร่ควอตซ์ ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าเฟลสปาร์ ดินเหนียว และแร่ไมกา แร่ส่วนประกอบของดินเหนียวส่วนใหญ่ คือ แร่ดินขาว ส่วนการผุพังของแร่ใน หินบะซอลต์ หินโดโลไมท์ หรือหินดินดาน ทำให้เกิดแร่ดินเหนียว ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์ พบที่จังหวัดเลย สงขลา

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ชนิดของหินตะกอน(ต่อ)

2. หินตะกอนเคมี

2.1 หินปูน (Limestone) เป็นหินที่มีเนื้อแน่นละเอียดทึบ อาจจะมีสีขาว เทา ชมพู หรือดำก็ได้ ประกอบด้วยแร่แคลไซต์ ซึ่งทดสอบได้ง่าย ๆ โดยใช้กรดเกลือชนิดเจือจางหยดดูจะเกิดฟองฟู่ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา หินปูนมีการแบ่งแยกออกเป็นชนิดย่อย 3 ชนิด คือ

1) หินชอล์ก เป็นหินปูนที่มีส่วนประกอบของเปลือกหอยชิ้นเล็ก ๆ เปลือกของ ฟอแรมมินิเฟอรา (สัตว์ทะเลขนาดเล็ก ๆ ชนิดหนึ่ง) และคอคโคลิโทพอเรส (สาหร่ายทะเลจำพวกแพลงก์ตอน)

2) หินคราบปูน เป็นหินที่เกิดจากการตกตะกอนของผลึกแร่แคลไซต์ มักเกิดขึ้นบริเวณช่องที่มีน้ำพุ่งขึ้นมาซึ่งมีแร่แคลไซต์อยู่มาก แคลไซต์จะละลายปนไปกับน้ำ เมื่อน้ำที่มีสารละลายแคลไซต์ไหลไปตามที่ต่าง ๆ แคลไซต์อาจจะไปเกาะจับอยู่เป็นคราบพอกพูน นาน ๆ เข้าจะมากขึ้นจนเป็นชั้นหนามีลักษณะด้าน ๆ เนื้อสากเพราะมีรูพรุน สีเนื้อหรือสีไข่ไก่ หินคราบปูนอาจเกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน

3) ดินมาร์ล เป็นดินดานปนปูน ประกอบด้วยดินเหนียวตั้งแต่ 25 ถึง 75 % สารปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนตได้จากเปลือกหอยต่าง ๆ ดินมาร์ลโดยทั่วไปเนื้ออ่อน แต่ถ้าเป็นแหล่งที่ถูกอัดแน่นแข็งมาก เรียกว่า หินดินมาร์ล พบมากที่จังหวัดสระบุรี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

<u>ประโยชน์ของหินปูน</u> ใช้ในการก่อสร้าง ทำถนน ทางรถไฟ ปูนกินกับหมาก ทำแคลเซียมคาร์ไบด์ ปุ๋ย และสี จังหวัดสระบุรี ราชบุรี เพชรบุรี

2.2 หินโดโลไมท์ (Dolomite) เป็นหินที่เกิดจากแร่โดโลไมท์เนื่องจากแมกนีเซียมเข้าไปแทนที่แคลเซียมในหินปูน เมื่อทดสอบหินโดโลไมท์ด้วยกรดเกลือจะเกิดปฏิกิริยาช้ามาก พบที่จังหวัดชลบุรี และกาญจนบุรี

2.3 หินเชิร์ท และหินเหล็กไฟ (Chert and Flint)

- หินเชิร์ท เกิดจากสารจำพวกซิลิกาที่ละลายมาจากหินเดิม ตกตะกอนใหม่และสะสมแทรกอยู่ในหินชั้นต่าง ๆ แต่ส่วนมากจะพบในหินปูน มีลักษณะเนื้อแน่น แข็ง ส่วนมากสีเทาอ่อน แต่อาจพบมีสีเข้มถึงดำ รอยแตกขรุขระ

ใบความรู้ที่ 2 เรื่องชนิดของหินตะกอน(ต่อ)

- หินเหล็กไฟ ประกอบด้วยซิลิกาซึ่งเป็นแร่คาลซีโนดี เนื้อเป็นมวลเมล็ดปนกับแร่ โอปอล์ มีสีเข้มกว่าหินเชิร์ท คือสีเทาแก่ถึงดำ รอยแตกโค้งเว้าแบบก้นหอย

2.4 หินเกลือ และยิปซั่ม (Rock salt and Gypsum)

เมื่อน้ำทะเลระเหยไปปริมาณเกลือก็จะเข้มข้นมากขึ้น ในบริเวณที่ลุ่มน้ำเค็มหรือที่ติดต่อกับทะเลเกลือจะตกตะกอน แต่ถ้าในน้ำมีแคลเซียมคาร์บอเนตและเหล็กออกไซด์ สารทั้งสองจะตกตะกอนก่อนสารอื่น ยิปซั่มจะตกตะกอนตามมา และตามด้วยแอนไฮไดรท์และเกลือแกงจึงตกตะกอน หลังจากนั้นพวกเกลือซัลเฟตกับคลอไรด์ของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมก็จะตกตะกอน แต่ละลายไปได้ง่ายจนไม่เหลือสะสมอยู่

- หินเกลือ ใช้ประโยชน์เอาไปทำปุ๋ย

- ยิปซั่ม มีประโยชน์เชิงเศรษฐกิจสูงมาก นำไปทำหลังคา ฝ้า และปูนพลาสเตอร์

<u>แหล่งที่พบในประเทศไทย</u> แหล่งหินเกลือพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งยิปซั่มพบที่จังหวัดพิจิตร และสุราษฎร์ธานี

2.5 หินศิลาแลง (Laterite) เป็นหินตะกอนชนิดหนึ่งเกิดจากการผุพังสึกกร่อนของหินอัคนีซึ่งมีส่วนประกอบของแร่เหล็กออกไซด์อยู่มาก ทำให้หินมีสีน้ำตาลเข้ม มีความแข็งทนทานมาก ใช้ทำสิ่งก่อสร้าง เช่น ปราสาทนครวัด ปราสาทเขาพระวิหาร ในประเทศกัมพูชา ปราสาทหินพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีความคงทนอยู่ได้นานไม่ผุ แม้จะสร้างมานานนับพันปีแล้ว

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 หน้า 105-109)

สืบค้นความรู้เพิ่มเติมได้ที่

<u>http://www.lesa.in.th/8/logrocks/rocks ident.html</u>

<u>http://www.sicence.knw.ac.th./bt-1-2/continental-dri/earth-quake/rock-cycle.</u> doc

http://skn.ac.th/sld/skn422/stone/menu.htm

ใบงานที่ 2 เรียงลำดับกระบวนการเกิดหินตะกอน

วัสดุอุปกรณ์ แผ่นข้อมูลกระบวนการเกิดหินตะกอน

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสะสมตัวของเศษหิน กรวด ทราย และดินละเอียด ที่ทับถมในน้ำ

2. นักเรียนตัดข้อมูลจากแผ่นข้อมูลกระบวนการเกิดหินตะกอน มาเรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหิน

3. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 5 นาที

A

ตะกอนแขวนลอยในน้ำ ทับถมบนชั้นกรวด จากน้ำหนักของตะกอนที่ที่วางทับอยู่ ทำให้น้ำถูกบีบคั้นออกไป

B

น้ำแร่ที่ตกผลึกเชื่อมประสานตะกอนเม็ดเล็กและเม็ดใหญ่เข้าด้วยกัน ต่อมาตะกอนทั้งหมดแข็งตัวกลายเป็นหิน

C

ตะกอนจากน้ำเริ่มสะสมตัวทับถมกัน

D

ตะกอนแขวนลอยจะแทรกซึมลงไปตามช่องของตะกอนเม็ดใหญ่

แบบประเมินใบงานที่ 2

☐ 3 หมายถึง เรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหิน ได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง เรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหินได้ถูกต้อง 3 ขั้นตอน

☐ 1 หมายถึง เรียงลำดับตามกระบวนการเกิดจนตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหินได้ถูกต้อง 2 ขั้นตอน

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 3 เรื่อง ชนิดของหินตะกอน

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของหินตะกอน

2. นักเรียนบอกชื่อของหินตะกอนจากลักษณะที่กำหนดให้

3. ใช้เวลาทำกิจกรรม 10 นาที

เนื้อหยาบ เม็ดตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไปประกอบด้วยก้อนกรวดที่มีลักษณะมน พบมากบริเวณที่ราบสูงโคราช

หิน.....

เนื้อหยาบถึงละเอียด ตะกอนมีขนาดระหว่าง 2-0.062มิลลิเมตร ประกอบด้วยเศษหินเศษแร่ที่มีลักษณะกลมหรือเหลี่ยม พบมากบริเวณที่ราบสูงโคราช

หิน.....

เนื้อแน่น ประกอบด้วยแร่แคลไซต์ เป็นส่วนใหญ่ บางครั้งจะพบซากฟอสซิล พบที่สระบุรี กาญจนบุรี ลพบุรี

หิน.....

เนื้อละเอียดมากเม็ดตะกอนเล็กกว่า 0.003 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ดินเหนียว มีลักษณะเป็นชั้น ๆ พบที่ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี กาญจนบุรี สระบุรี

หิน.....

เนื้อละเอียด มีขนาดของเม็ดตะกอนระหว่าง 0.062-0.003มิลลิเมตร พบมากบริเวณที่ราบสูงโคราช

หิน.....

แบบประเมินใบงานที่ 3

☐ 3 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องทั้ง 5 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องทั้ง 3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การเกิดหินตะกอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.....1. เศษหิน ดิน แร่ และอินทรียวัตถุที่เกิดจากกระบวนการผุพัง สลายและพังทลาย ซึ่งถูกน้ำ ลม หรือธารน้ำแข็งพามาสะสม .....2. การกัดกร่อน การผุพัง การพัดพา การสะสมตัวหรือการตกตะกอน .....3. ตะกอนที่จะตกก่อนอย่างรวดเร็วทับถมเป็นชั้นอยู่ด้านล่างสุด .....4. น้ำปูน น้ำสนิมเหล็ก น้ำซิลิกา และน้ำโคลน ..... .5. พืชและสัตว์ที่ตายจนเหลือสิ่งที่เป็นโครงสร้างแข็งสารละลายในน้ำจะแทรกไปตามรูพรุนที่ยังคงรูปร่างเดิมไว้	A ตะกอนขนาดใหญ่ B วัตถุประสานให้ตะกอนจับตัวกัน C กระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดหินตะกอน D ซากดึกดำบรรพ์ E ตะกอน F กระแสลม G กระแสน้ำ H ลักษณะภูมิประเทศ

เฉลย

ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
E	C	A	B	D

แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง ชนิดและประโยชน์ของหินตะกอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.....1ใช้ทำปูนซีเมนต์และใช้ในการก่อสร้าง	A หินกรวด
.....2 ใช้ในการก่อสร้างและแกะสลักเป็นรูปต่าง ๆ	B หินปูน
.....3 ใช้ทำหินลับมีดและหินประดับ	C หินทรายแป้ง
.....4 หินที่ประกอบด้วยเม็ดตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไปประกอบด้วยก้อนกรวด	D หินดินดาน
	E หินทราย
.....5 ใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และเซรามิก	F หินออบซีเดียน
	G หินไดออไรต์
	H หินพมมิช

เฉลย

ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
B	E	C	A	D

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 สำหรับกลุ่มควบคุม
(การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

เรื่องหินอัคนี **จำนวน 2 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

หินอัคนี เกิดจากการเย็นตัวและแข็งตัวของหินหนืด ซึ่งมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะและสมบัติบางอย่างต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินอัคนี
2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินอัคนี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำการทดลองในการเกิดหินอัคนีได้
2. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของผลึกสารส้มที่ตกผลึกในอุณหภูมิต่างกัน
3. จำแนกชนิดของหินอัคนีตามลักษณะการเย็นตัวของหินหนืดได้
4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินอัคนีและจำแนกหินอัคนีออกเป็นกลุ่ม ๆ
5. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินอัคนีชนิดต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้
6. พูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแหล่งภูเขาไฟในประเทศไทย มีจิตสำนึกในการรักหวงแหน และอนุรักษ์ภูเขาไฟในประเทศไทย เช่น ที่จังหวัดลำปาง บุรีรัมย์ จันทบุรี ตราด เพชรบูรณ์ ลพบุรี ได้

เนื้อหาสาระ

หินอัคนี หมายถึงหินที่เกิดจากการเย็นตัวและการตกผลึกของแมกมา ซึ่งอาจเกิดขึ้นที่ใต้ผิวโลก หรือเกิดขึ้นบนผิวโลกก็ได้ หินอัคนีที่เกิดขึ้นใต้ผิวโลกเรียกว่า หินอัคนีแทรกซอน เป็นหินอัคนีที่มีลักษณะเนื้อหยาบ ผลึกมีขนาดโตเพราะอุณหภูมิภายใต้ผิวโลกสูงทำให้การเย็นตัวลงของแมกมาเป็นไปอย่างช้า ๆ เช่น หินแกรนิต หินแกบโบร เป็นต้น ส่วนหินอัคนีที่เกิดจากแมกมาเย็น

ตัวและแข็งตัวเป็นหินบนพื้นผิวโลก เรียกว่าหินอัคนีพุ เป็นหินอัคนีที่มีเนื้อละเอียด ผลึกมีขนาดเล็กมากจนสังเกตด้วยตาเปล่าไม่เห็นลักษณะเนื้อผลึก เพราะการเย็นตัวที่เกิดขึ้นบนผิวโลกเป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่มีเวลาเพียงพอที่ผลึกจะสร้างตัวให้มีขนาดโตได้ เช่น หินบะซอลต์ หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ เป็นต้น

การจำแนกชนิดของหินอัคนี

การจำแนกชนิดของหินอัคนีใช้สมบัติ 2 ประการใหญ่ ๆ ของหินอัคนี คือ

1. เนื้อหิน หมายถึงขนาดและการเรียงตัวของเม็ดแร่ในหิน ตลอดจนลักษณะการยึดเกี่ยวกันของแร่ต่าง ๆ เนื้อชนิดต่าง ๆ ของหินอัคนีมีดังนี้

1.1 เนื้อหยาบ เม็ดแร่ส่วนประกอบมีขนาดใกล้เคียงกันและใหญ่พอที่จะเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื้อชนิดนี้เป็นลักษณะของหินอัคนีที่เกิดจากการเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ ของแมกมาที่อยู่ในระดับลึกจากพื้นผิวโลกลงไป ทำให้ผลึกมีเวลาที่จะเกิดเป็นเม็ดขนาดโต

1.2 เนื้อละเอียด เม็ดแร่เป็นผลึกเล็กไม่สามารถเห็นเม็ดผลึกด้วยตาเปล่า แต่ใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูได้ เนื้อชนิดนี้จะเนียนเห็นเป็นสีเดียวกันหมด เป็นลักษณะของหินอัคนีที่เกิดจากการตกผลึกของแมกมาในอัตราที่รวดเร็ว เช่น เกิดจากแมกมาที่ขึ้นมาบนผิวโลก หรือในระดับใต้พื้นผิวโลกตื้น ๆ

1.3 เนื้อแก้ว มีลักษณะเรียบเหมือนแก้ว ไม่มีผลึกแร่ เกิดจากแมกมาแข็งตัวโดยเร็วทันทีที่ถูกพ่นขึ้นสู่ผิวโลก ซึ่งทำให้อะตอมของมันไม่ทันจับตัวเป็นผลึก หินอัคนีชนิดนี้เกิดจากลาวาของภูเขาไฟ

1.4 เนื้อผลึกสองขนาด เนื้อของหินอัคนีชนิดนี้ประกอบด้วยผลึกขนาดใหญ่ซึ่งเรียกว่า ฟีนอคริสต์ (Phenocryst) แทรกอยู่ในเนื้อหินซึ่งเป็นผลึกขนาดเล็ก เนื้อหินอัคนีชนิดนี้เกิดจากการเย็นตัวและการตกผลึกเป็นแบบ 2 ขั้น ขั้นที่หนึ่งเป็นผลึกขนาดใหญ่เกิดขึ้นก่อนในแมกมาติดตามด้วยส่วนอื่นซึ่งเป็นผลึกขนาดเล็ก เช่น ผลจากการเคลื่อนที่ของผลึกแมกมาบางส่วนจากตำแหน่งที่เย็นตัวช้าในที่สุด มาสู่ที่เย็นได้รวดเร็วใกล้พื้นผิวโลก

1.5 เนื้อเศษหิน มีลักษณะเป็นหินรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน ส่วนใหญ่เกิดจากภูเขาไฟ

1.6 เนื้อฟองอากาศ มีลักษณะเป็นโพรงอากาศใหญ่บ้างเล็กบ้าง ในหินที่มีเนื้อละเอียดหรือเนื้อแก้ว เกิดขึ้นโดยการขยายตัวของฟองอากาศหรือไอน้ำขณะที่แมกมาแข็งตัว

2. แร่ส่วนประกอบของหิน แร่ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ (กว่า 95%) ของหินอัคนีนั้นมีมี 8 ชนิด คือ แร่ควอร์ตซ์ (Quartz) แร่ออร์โธเคลส (Orthoclase) แร่แพลจิโอเคลส

(Plagioclase) แร่มัสโคไวท์ (Muscovite) แร่ไบโอไตท์ (Biotite) แร่แอมพิโบล (Amphicbole) แร่ไพรอกซีน (Pyroxine) แร่โอลิวีน (Olivine)

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับการระเบิดของภูเขาไฟ และถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า

- เมื่อลาวาถูกพ่นขึ้นมาสู่ผิวโลก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- การการระเบิดของภูเขาไฟมีสาเหตุมาจากอะไร
- การศึกษาเกี่ยวกับการหลอมเหลวและแข็งตัวของหินจะสมารถศึกษาได้โดยตรงหรือไม่ เพราะเหตุใด

1.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทำกิจกรรมที่ 2.5 เรื่องการหลอมและแข็งตัวของสารส้ม ในบทเรียน

2. ขั้นอภิปรายก่อนกิจกรรม

ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีทำกิจกรรมตามบทเรียนดังนี้

1) เตรียมถ้วยกระเบื้อง 2 ใบ โดยใบที่ 1 แช่ไว้ในน้ำแข็ง ใบที่ 2 ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2) หลอมสารส้มลงในถ้วยกระเบื้องใบที่ 3 ประมาณ 50 กรัม แล้วแบ่งเทลงในถ้วยกระเบื้องทั้ง 2 ใบ ที่เตรียมไว้ สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3) แกะสารส้มหลังจากที่แข็งตัวแล้วออกจากภาชนะทั้ง 2 ใบ สังเกตรูปร่างผลึกโดยใช้แว่นขยาย บันทึกผล

4) เปรียบเทียบรูปร่างผลึกสารส้มทั้ง 2 ภาชนะ

3. ขั้นทำกิจกรรม

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียนโดยครูเป็นผู้ดูแลและอำนวยความสะดวก

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นอภิปรายหลังกิจกรรม

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองและแนวคำถามในบทเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า

1) สารส้มเมื่อถูกหลอมจนมีลักษณะเป็นของเหลวแล้วลดอุณหภูมิ สารส้มเหลวจะตกผลึกและแข็งตัว

2) สารส้มเหลวที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิต่างกัน จะตกผลึกแข็งตัวรูปร่างต่างกัน

4.3 ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

สารส้มในภาชนะใบที่ 1 และภาชนะใบที่ 2 มีรูปร่างผลึกเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อให้ความร้อนแก่สารส้มจนหลอมเหลวหมดแล้วปล่อยให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว (ภาชนะใบที่ 1 ที่แช่ในน้ำแข็ง) จะเห็นสารส้มเหลวเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งในเวลาไม่นาน ในขณะที่สารส้มในภาชนะใบที่ 2 จะเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ และในที่สุดจะแข็งตัวเช่นกัน เมื่อทุบสารส้มที่แข็งแล้วจากภาชนะทั้งสองและส่องดูด้วยแว่นขยายจะพบว่าสารส้มทั้งสองมีลักษณะของเนื้อผลึกต่างกัน ถ้าเย็นตัวอย่างช้า ๆ ผลึกจะมีขนาดใหญ่ แต่ถ้าเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ผลึกจะมีขนาดเล็ก

4.4 นักเรียนอภิปรายต่อไปเกี่ยวกับการใช้สารส้มเป็นสารตัวอย่างแทนหินหนืดหรือแมกมา และอภิปรายเกี่ยวกับหินอัคนีที่เกิดจากแมกมาขณะยังคงอยู่ภายใต้เปลือกโลกเย็นตัวและแข็งตัวเป็นหินอัคนีแทรกซอน และหินอัคนีที่เกิดจากลาวาพ่นขึ้นมาแล้วผลึกแข็งตัวที่บริเวณผิวโลกเกิดเป็นหินอัคนีพุ และศึกษาใบความรู้ที่ 3 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี

4.5 นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี และใบงานที่ 5 วิเคราะห์ความแตกต่างของหินอัคนีแทรกซอนและหินอัคนีพุ

4.6 นักเรียนตรวจสอบลักษณะของหินอัคนีที่เกิดจากการแข็งตัวใต้เปลือกโลก และที่เกิดจากการแข็งตัวบนพื้นผิวโลก โดยทำกิจกรรมที่ 2.6 เรื่องลักษณะของหินอัคนี ในบทเรียน ครูครูแนะนำให้นักเรียนระวังและปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้อย่างเคร่งครัดนักเรียนให้ระวังในการทดสอบดังนี้

1) ครูแนะนำให้นักเรียนระวังและปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้อย่างเคร่งครัดให้นักเรียนหยดกรดไฮโดรคลอริก 1 หยด บนตัวอย่างหินตะกอน โดยระวังอย่าให้โดนฉลากหมายเลขตัวอย่างหิน

2) เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ควรหยดน้ำลงบริเวณที่หยดบนตัวอย่างหิน เช็ดตัวอย่างหินให้แห้ง

4.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียน โดยครูเป็นผู้ดูแลและอำนวยความสะดวก

4.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน และอภิปรายผลการทดสอบและแนวคำถามในบทเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า

1) หินอัคนีสามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ

- หินอัคนีที่เกิดจากการตกผลึกของแมกมาใต้เปลือกโลก เนื้อหินจะมีลักษณะผลึกหยาบ เนื่องจากตกผลึกช้า ได้แก่ หินแกรนิต หินไดออไรต์ หินแกบโบร

- หินอัคนีที่เกิดจากการตกผลึกของลาวาบนผิวโลก เนื้อหินจะมีลักษณะผลึกละเอียด เนื่องจากตกผลึกเร็ว ได้แก่ หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินบะซอลต์

2) การนำหินอัคนีมาใช้ประโยชน์จึงต้องพิจารณาสมบัติของหิน จุดประสงค์ของผู้ใช้และประโยชน์สูงสุด

4.9 ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

1) หินที่นำมาศึกษาเป็นหินที่แข็งตัวใต้เปลือกโลกหรือบนพื้นผิวโลก ทราบได้อย่างไร

แนวคำตอบ หินอัคนีที่นำมาศึกษาเป็นหินที่แข็งตัวในเปลือกโลก ทราบได้จากมีผลึกแร่ขนาดใหญ่ หินมีเนื้อผลึกหยาบ โดยทั่วไปมีแร่หลายชนิดสอดประสานกันแน่น เนื้อหินมีลักษณะแน่นแข็ง เป็นหินอัคนีแทรกซอน ได้แก่ หินแกรนิต หินไดออไรต์ หินแกบโบร แต่ถ้าเป็นหินอัคนีที่เกิดจากลาวาระเบิดพุ่งขึ้นมาและแข็งตัวบนพื้นผิวโลก เกิดเป็นหินอัคนีพุหรือหินภูเขาไฟ เนื้อหินมีลักษณะเป็นรูพรุน เช่น หินพัมมิช หินสคอเรีย บางส่วนมีเนื้อเนียนเป็นแก้ว เช่น หินออบซีเดียน บางส่วนถูกดันขึ้นมาแล้วไหลไปตามพื้นผิวโลก มีเนื้อแน่นเป็นผลึกขนาดเล็กมาก ได้แก่ หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินบะซอลต์

2) หินอัคนีและหินตะกอนมีลักษณะและการกำเนิดเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ หินอัคนีเกิดจากการเย็นตัวและตกผลึกของแมกมาหรือลาวาภายใต้เปลือกโลกหรือบนผิวโลกตามลำดับ เกิดเป็นหินที่มีเนื้อเป็นหนึ่งเดียวกัน ส่วนหินตะกอนเกิดจากการสะสมทับถมของตะกอนที่อัดแน่นเป็นเวลานาน มีการเชื่อมประสานของแร่ธาตุต่าง ๆ จะตะกอนแข็งตัวเป็นหินที่มีเนื้อประสานกันแน่น

4.10 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่องชนิดของหินอัคนี จากนั้นทำใบงานที่ 6 เรื่อง ชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

4.11 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความร้อนภายในโลก นักเรียนคิดว่ายิ่งลึกลงไปอุณหภูมิและความดันจะเพิ่มสูงขึ้นหรือลดน้อยลง หินที่ถูกกดทับและถูกความร้อนเป็นเวลานานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

4.12 นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแหล่งภูเขาไฟในประเทศไทย มีจิตสำนึกในการรัก หวงแหน และอนุรักษ์แหล่งภูเขาไฟที่เกิดขึ้นในอดีตของประเทศไทย เช่น ที่จังหวัดลำปาง บุรีรัมย์ จันทบุรี ตราด เพชรบูรณ์ ลพบุรี ครูให้คำชมเชย จากนั้นครูสรุปความรู้อีกครั้งโดยใช้ Power Point เรื่องหินอัคนี

4.13 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับภูเขาไฟที่ดับแล้วในประเทศไทย

4.14 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4 และแบบฝึกหัดที่ 5

สื่อและอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
2. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี
3. ใบความรู้ที่ 4 เรื่องชนิดของหินอัคนี
4. ใบงานที่ 4 กระบวนการเกิดหินอัคนี
5. ใบงานที่ 5 เรื่องวิเคราะห์ความแตกต่างของหินแทรกซอนและหินอัคนีพุ
6. ใบงานที่ 6 ชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี
7. อุปกรณ์และสารเคมีที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการหลอมและแข็งตัวของสารส้ม (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) สารส้ม 20 กรัม 2) ถ้วยกระเบื้อง 3 ใบ 3) ปากีบโลหะ 2 อัน 4) ขันน้ำพร้อมน้ำแข็งครึ่งขัน 1 ใบ 5) ตะเกียงแอลกอฮอล์ พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด 1 ชุด 6) ไม้ขีดไฟ 1 กลัก
8. อุปกรณ์และสารเคมีที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการตรวจสอบลักษณะของหินอัคนี (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) ชุดตัวอย่างหินและแร่ 1 ชุด 2) แว่นขยาย 1 อัน 3) หลอดหยด 1 อัน 4) กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 5) ปากคีบโลหะ 1 อัน
9. Power Point เรื่องหินอัคนี
10. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องหินอัคนี
11. แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิด ลักษณะเนื้อหินอัคนี และประโยชน์ของหินอัคนี	- ซักถาม	-ประเด็นการซักถาม
2. การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิด เพื่อสำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินอัคนีและจำแนกหินอัคนี	-การสังเกต -ตรวจใบงาน	-แบบประเมินการปฏิบัติ -แบบประเมินใบงาน
3. การมีจิตสำนึกในการรัก หวงแหน และอนุรักษ์แหล่งภูเขาไฟที่เกิดขึ้นในอดีตของประเทศไทย เช่น ที่จังหวัดลำปาง บุรีรัมย์ จันทบุรี ตราด เพชรบูรณ์ ลพบุรี ได้	- ตรวจแบบฝึกหัด	-แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....

.....

.....

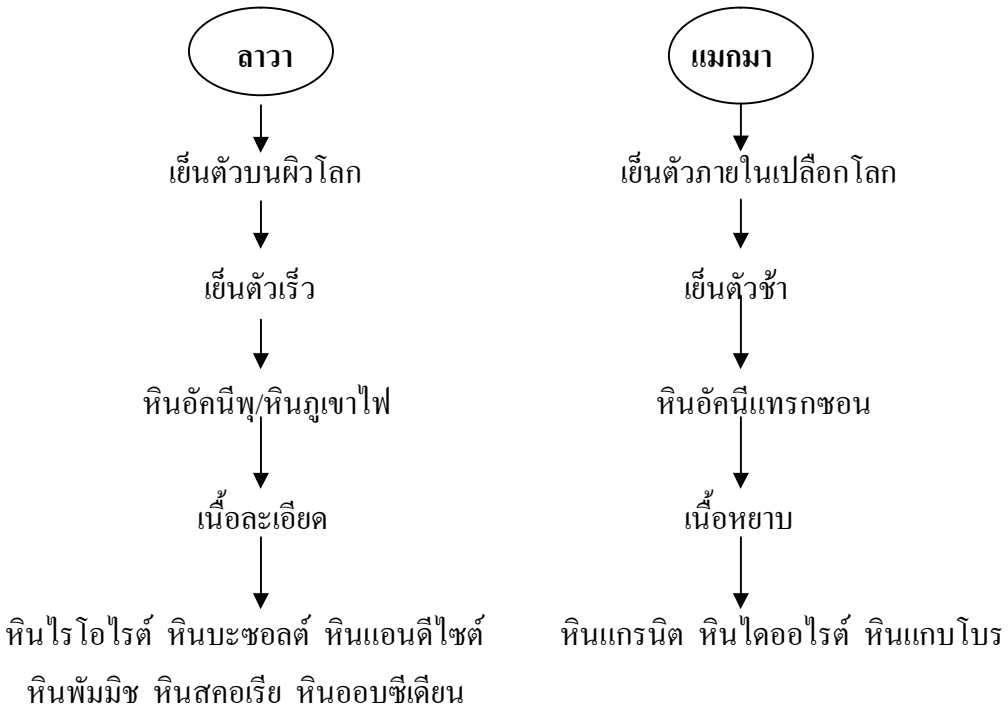
ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 3
เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี

หินอัคนีเป็นหินที่แข็งตัวมาจากแร่และหินที่หลอมเหลว เรียกว่า หินหนืด บางครั้งหินหนืดก็พวยพุ่งสู่พื้นผิวโลก เช่น ลาวาไหลจากภูเขาไฟ เรียกได้หลายชื่อ ได้แก่ หินปะทุ หรือ หินพุ หรือหินภูเขาไฟ บางครั้งหินหนืดอาจแทรกซอนเข้าไปในหินอื่นที่แข็งตัวอยู่ก่อน เกิดเป็นหินอัคนีแทรกซอน หรือหินอัคนีระดับลึก

กระบวนการเกิดหินอัคนี เป็นดังนี้



(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546)

ใบความรู้ที่ 4
เรื่องชนิดของหินอัคนี

หินอัคนีจำแนกได้ตามตำแหน่งของหินหนืดเมื่อเทียบกับผิวโลกได้ 2 ประเภท คือ หินอัคนีพุ และหินอัคนีแทรกซอน

1. หินอัคนีพุ เกิดจากหินหลอมเหลวได้แข็งตัวขึ้นภายหลังจากที่ขึ้นมาบนผิวโลก

1.1 หินบะซอลต์ (Basalt) มีสีเทาเข้ม เขียวเข้ม น้ำตาลหรือดำและหนัก มีเนื้อละเอียด แร่ประกอบเบื้องต้น ได้แก่ ไพรอกซีน แพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์ ในบางครั้งหินบะซอลต์มีช่องว่างอากาศหรือโพรงอยู่จำนวนมาก แสดงถึงฟองอากาศ ทำให้มีรูพรุน ใช้ในการก่อสร้าง พบที่จังหวัดจันทบุรี กาญจนบุรี ลำปาง ศรีสะเกษ บุรีรัมย์

1.2 หินพัมมิซ (Pumice) เกิดจากลาวาที่แข็งตัวขณะที่ไอร้อนและแก๊สต่าง ๆ ยังเป็นฟองอากาศและเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้หินปรากฏคล้ายฟองน้ำ มีน้ำหนักเบามาก จึงสามารถลอยน้ำได้ บางครั้งเรียกว่าหินลอยน้ำ ใช้ทำเป็นผงขัด ผสมในสบู่ และยางลบบางชนิด พบตามชายฝั่งทะเลในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ซึ่งลอยมาจากการปะทุของภูเขาไฟในฟิลิปปินส์ ในประเทศไทยพบเกิดร่วมกับหินเพอร์ไลต์ ที่อำเภอลำนารายณ์ จังหวัดลพบุรี

1.3 หินออบซีเดียน (Obsidian) อาจเรียกได้อีกชื่อว่า แก้วภูเขาไฟ จัดเป็นหินอัคนีพุเนื้อแก้ว ซึ่งเกิดจากลาวาที่แข็งตัวอย่างรวดเร็วมากจนไม่มีการก่อรูปผลึกที่แยกจากกันได้ มีสีดำหรือน้ำตาลแกมแดง รอยแตกจะคมเหมือนแก้วแตก และเว้าเป็นรูปก้นหอย มนุษย์ในสมัยโบราณนำมาทำเป็นหัวลูกศร ปลายคมหอก มีด และเครื่องมือล่าสัตว์ พบในประเทศไทยเกิดร่วมกับหินเพอร์ไลต์เช่นกัน

1.4 หินบะซอลต์ (Basalt) มีลักษณะแข็งและทนทานต่อการผุพังสึกกร่อน เนื้อแน่นละเอียดมีรูพรุน มีสีคล้ำไม่แวววาว ใช้ในการก่อสร้าง ทำถนน พบที่ จังหวัดจันทบุรี กาญจนบุรี ลำปาง ศรีสะเกษ บุรีรัมย์

1.5 หินไรโอไลต์ (Rhyolite) เป็นหินภูเขาไฟหรือหินอัคนีพุ มีลักษณะละเอียดมากกว่าหินแกรนิต และมีผลึกแร่หลายชนิดปนอยู่ ใช้ในการก่อสร้าง พบที่จังหวัดสระบุรี เพชรบูรณ์

1.6 หินแอนดีไซต์ (Andesite) เป็นหินภูเขาไฟหรือหินอัคนีพุ มีลักษณะเนื้อแน่นละเอียดทึบ มีผลึกละเอียดกระจายอยู่ในเนื้อหิน ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจึงจะเห็นเนื้อผลึกใช้ทำทางรถไฟ ถนน ทำหินเกล็ดเพื่อใช้ในการก่อสร้าง พบที่ จังหวัดสระบุรี เพชรบูรณ์

ใบความรู้ที่ 4
เรื่อง ชนิดของหินอัคนี (ต่อ)

2. หินอัคนีแทรกซอน เกิดจากแมกมาเย็นตัวภายใต้ผิวโลก ประกอบด้วยผลึกแร่ค่อนข้างใหญ่

2.1 หินแกรนิต (Granite) มักประกอบด้วยควอตซ์และเฟลด์สปาร์ แทรกสลับด้วยไมกาหรือฮอร์นแบลนด์ แกรนิตจัดเป็นหินสีอ่อน ได้แก่ สีขาว เทา ชมพู หรือน้ำตาลแกมเหลือง ยึดกันอย่างดี จึงทำให้หินแข็งและทนทาน สามารถขัดมันให้เงาอยู่ได้นาน นิยมทำเป็นหินประดับ ปูพื้น ทำอนุสาวรีย์ แกะสลัก พบที่ จังหวัดระยอง ชลบุรี จันทบุรี นราธิวาส ตาก

2.2 หินแกบโบร (Gabbro) เป็นหินอัคนีสีเข้มและมีน้ำหนัก ประกอบด้วยเฟลด์สปาร์เม็ดหยาบ ไม่มีควอตซ์ และผลึกแร่มักมีสีเทาเข้ม สีเขียวเข้มหรือสีดำ ใช้เป็นหินประดับ พบที่จังหวัดอุตรดิตถ์ เชียงราย ลำปาง นครราชสีมา ระยอง

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 : 98-101)

สืบค้นความรู้เพิ่มเติมได้ที่

http://www.lesa.in.th/8/logrocks/rocks ident.html

http://www.sicence.knw.ac.th./bt-1-2/continental-dri/earth-quake/rock-cycle. doc

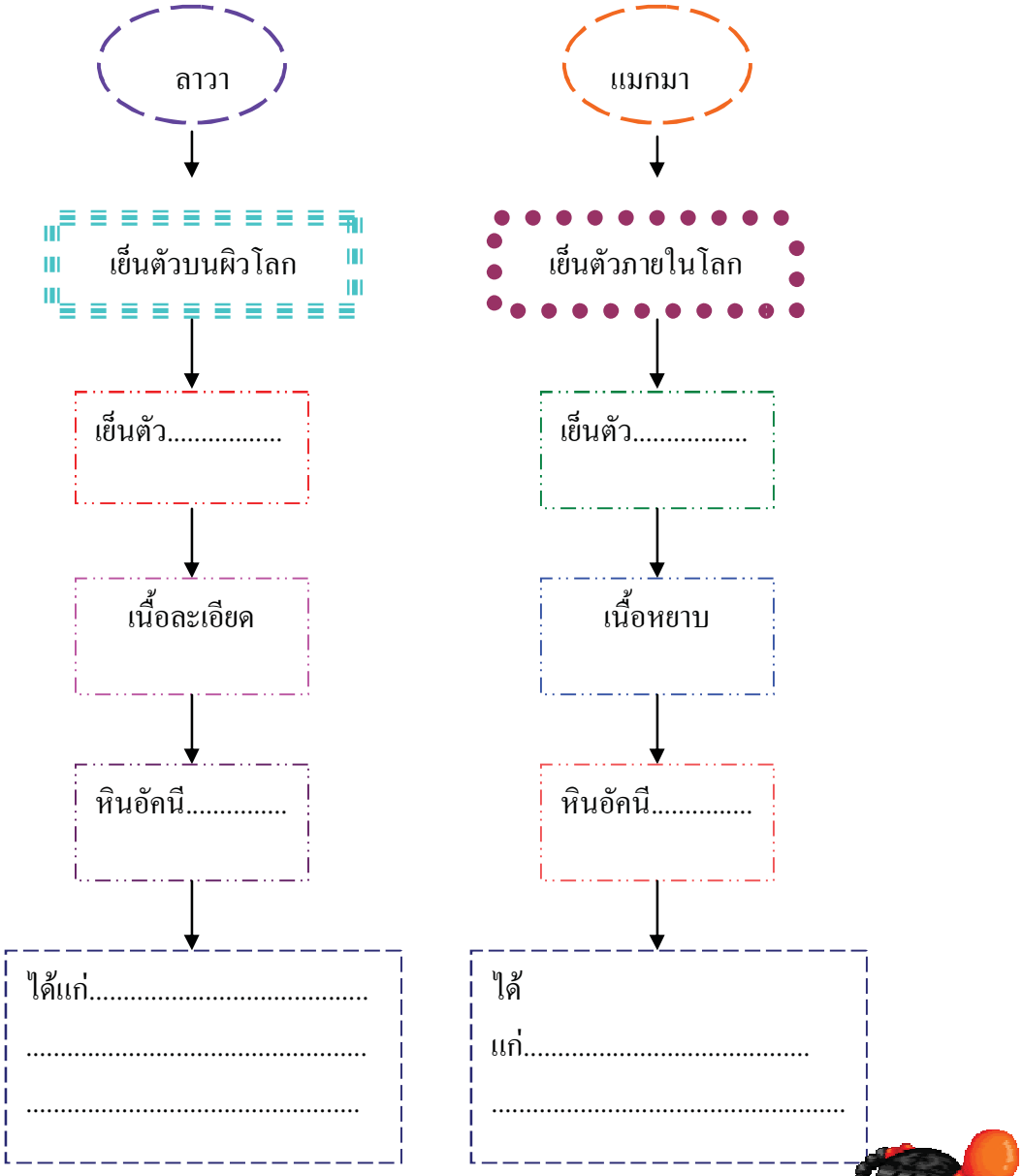
http://www.skn.ac.th/sld/skn422/stone/menu.htm

http://www.soil.civil.msst.ac.th/rock/stone/list-igneous-rocks-menu.html

ใบงานที่ 4 เรื่องกระบวนการเกิดหินอัคนี

คำชี้แจง 1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการที่หินหนืดหรือแมกมา ตันตัวขึ้นมาและเย็นตัวภายใต้เปลือกโลก และลาวาที่ไหลขึ้นมาเย็นตัวบนผิวโลก

2. นักเรียนเติมคำใส่ลงในช่องว่างจนสมบูรณ์



แบบประเมินใบงานที่ 4

1. ลักษณะการเย็นตัว

☐ 3 หมายถึง บอกลักษณะการเย็นตัวของหินได้ถูกต้องครบถ้วน

☐ 2 หมายถึง บอกลักษณะการเย็นตัวของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกลักษณะการเย็นตัวของหินไม่ถูกต้อง

2. ชนิดของหินอัคนี

☐ 3 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องครบถ้วน

☐ 2 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกชนิดของหินไม่ถูกต้อง

3. ยกตัวอย่างของหินอัคนี

☐ 3 หมายถึง ยกตัวอย่างชนิดของหินอัคนีได้มากกว่า 6 ชนิดและถูกต้องสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง ยกตัวอย่างชนิดของหินอัคนีได้ถูกต้อง 3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง ยกตัวอย่างชนิดของหินอัคนีไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 7-9 คะแนน ระดับดี

คะแนน 4-6 คะแนน ระดับปานกลาง

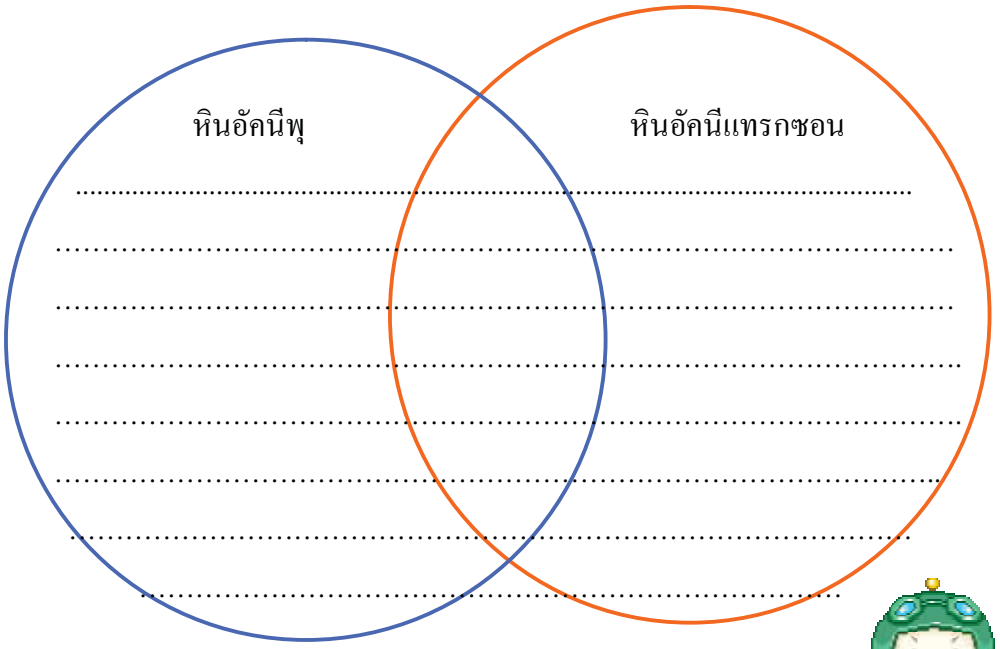
คะแนน 1-3 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 5เรื่องวิเคราะห์ความแตกต่างของหินอัคนีแทรกซอนและหินอัคนีพุ

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนวิเคราะห์ความแตกต่างของหินอัคนีพุและหินอัคนีแทรกซอนลงในช่องว่าง

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

สิ่งที่ต่างกัน สิ่งที่เหมือนกัน สิ่งที่ต่างกัน



แบบประเมินใบงานที่ 5

☐ 3 หมายถึง วิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่ต่างกันได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

☐ 2 หมายถึง วิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่ต่างกันได้ถูกต้องบางส่วน

☐ 1 หมายถึง วิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่ต่างกันไม่ถูกต้อง กำกวม

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 6 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของหินอัคนี และใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

2. นักเรียนบอกชื่อหรือประโยชน์ของหินอัคนีให้ถูกต้อง

หินเนื้อหยาบมาก อาจมีดอก ผลึกแร่ประสานกันแน่น มีสีอ่อน พบที่ลำปาง ตาก ภูเก็ต

หิน.....

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

หินเนื้อแน่น ละเอียด มักมีรูพรุน มีสีดำเข้ม พบที่จันทบุรี ตราด บุรีรัมย์ ศรีษะเกษ ลำปาง

หิน.....

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

หินเนื้อละเอียด แน่นทึบ สีม่วง เขียว เทาแก่ และดำเข้ม พบที่สระบุรี ตาก เพชรบูรณ์ ประจวบคีรีขันธ์

หิน.....

ประโยชน์คือ

.....

.....

หินเนื้อละเอียดมาก อาจมีแร่ดอกสีอ่อน ขาว ชมพู เทา พบที่สระบุรี เลย เพชรบูรณ์ นครราชสีมา ลพบุรี

หิน.....

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

แบบประเมินใบงานที่ 6

☐ 3 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้องทั้ง 4 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 2-3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกชนิดของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องหินอัคนี

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้และทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และทำเครื่องหมายผิด (✕) ลงในช่องว่าง (.....) หน้าข้อความที่กล่าวผิด

.....1.สารส้มที่เย็นตัวในภาชนะที่แช่น้ำแข็งจะเย็นตัวอย่างช้า ๆ

..... 2. สารส้มที่เย็นตัวที่อุณหภูมิห้องจะมีผลึกขนาดใหญ่กว่าในภาชนะที่แช่น้ำแข็ง

..... 3. หินหนืดที่หลอมเหลวภายใต้เปลือกโลก เรียกว่า แมกมา

..... 4. แมกมาที่เย็นตัวภายใต้เปลือกโลกจะเย็นตัวและแข็งตัวอย่างช้า ๆ เกิดเป็นผลึกแร่ขนาดใหญ่

..... 5. หินอัคนีแทรกซอน ได้แก่ หินแกรนิต หินไรโอไลต์ หินแกบโบร

..... 6. แมกมาที่พุ่งขึ้นมาสู่ผิวโลกเรียกว่าลาวา จะเย็นตัวและแข็งตัวอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นหินที่มีรูพรุน เช่น หินพัมมิซ หินสคอเรีย

..... 7. หินภูเขาไฟที่ไหลไปตามพื้นโลก เมื่อเย็นตัวจะมีเนื้อแน่นเป็นผลึกเล็กมาก

..... 8. หินออบซีเดียน เป็นหินอัคนีเนื้อฟองอากาศ

..... 9. หินอัคนีที่ตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำ ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ และเฟลด์สปาร์สีอ่อน

.. .. 10. หินสคอเรีย หินพัมมิซ หินบะซอลต์ หินแอนดีไซต์ มีกระบวนการเกิดเช่นเดียวกัน

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	✕	6	✓
2	✓	7	✓
3	✓	8	✕
4	✓	9	✓
5	✕	10	✓

แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องชนิดและประโยชน์ของหินอัคนี

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.... 1. หินเนื้อหยาบผลึกมีขนาดเดียว สม่ำเสมอ มีสีดำ เทาเข้ม ใช้เป็นหินประดับ อุตสาหกรรมก่อสร้าง ใช้ทำครก	A หินออบซีเดียน
	B หินสคอเรีย
.....2. หินที่มีเนื้อแก้ว สีดำเข้ม ไม่พบในประเทศไทย	C หินบะซอลต์
.....3. หินเนื้อหยาบ มีดอก มองเห็นผลึกของแร่ ใช้ปูพื้น ผนังอาคาร หินสลัก	D หินแกรนิต
	E หินไดออไรต์
.....4. หินที่เบา มีรูพรุน มักพบลอยน้ำตามชายฝั่งทะเล	F หินชนวน
.....5. หินที่เนื้อละเอียดแน่น มักมีรูพรุน มีสีดำเข้ม พบบริเวณแหล่งภูเขาไฟ เช่น บุรีรัมย์ ศรีษะเกษ ลำปาง	G หินดินดาน
	H หินพัมมิซ

เฉลย

ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
E	A	D	B	C

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 สำหรับกลุ่มควบคุม
(การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

เรื่องหินแปร **จำนวน 2 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

หินแปร เกิดจากการที่หินอัคนีและหินตะกอนเปลี่ยนแปลงแปรสภาพไปจากหินเดิมโดยการกระทำของความร้อน ความดันและปฏิกิริยาเคมี หินแปรบางชนิดยังแสดงเค้าเดิม บางชนิดผิดไปจากเดิมมากมายจนต้องศึกษารายละเอียดของเนื้อในหรือสภาพสิ่งแวดล้อมจึงจะทราบที่มา เช่น หินดินดานแปรเป็นหินชนวน หินปูนแปรเป็นหินอ่อน เป็นต้น ซึ่งมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะและสมบัติบางอย่างต่างกัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร
2. สืบค้นข้อมูล บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทดลองและอธิบายกระบวนการเกิดหินแปร
2. มีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวเมื่อออกแรงกดก้อนดินเหนียวและเมื่อนำก้อนดินเหนียวไปเผาไฟ
3. คิดวิเคราะห์หาเหตุผลการการเปลี่ยนสภาพของดินเหนียว
4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินแปร
5. คิดวิเคราะห์และคิดเปรียบเทียบลักษณะของหินแปรชนิดต่าง ๆ และจำแนกหินแปรออกเป็นกลุ่ม ๆ
6. วิเคราะห์ลักษณะของหินแปรเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การใช้ประโยชน์ได้

เนื้อหาสาระ

หินแปร (Metamorphic rock)

หินแปร คือหินที่แปรสภาพไปจากหินเดิม โดยการกระทำของความร้อน ความดันและปฏิกิริยาเคมี หินแปรบางชนิดยังแสดงเค้าโครงเดิม บางชนิดผิดไปจากเดิมมากมายจนต้องอาศัยดูรายละเอียดของเนื้อหินหรือสภาพสิ่งแวดล้อมจึงจะทราบที่มาเช่น หินดินดานแปรเป็นหินชนวน หินปูนแปรเป็นหินอ่อน เป็นต้น

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแปรสภาพ

1. ความร้อน โดยปกติแล้วยิ่งลึกลงไปในโลกเท่าใดก็ยิ่งมีความร้อนสูงขึ้นอยู่แล้ว หรือการแทรกดันตัวเข้ามาของแมกมาย่อมนำพาเอาความร้อนมาอย่างมหาศาล ความร้อนนี้เองที่ก่อให้เกิดการแปรสภาพในตัวหิน

2. ความดัน ก็เช่นเดียวกับความร้อนที่ยิ่งลึกลงไปเท่าใดก็ยิ่งมีความดันมากขึ้นเรื่อย ๆ อีกทั้งเปลือกโลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพอยู่ตลอดเวลา ย่อมก่อให้เกิดแรงกดดันบีบอัดต่อหินดั้งเดิม ณ ที่นั้น ทำให้เกิดการแปรสภาพหรือน้ำหนักของหินหรือตะกอนที่กดทับอยู่ข้างบน จะทำให้หินแปรสภาพไป เช่น ในกรณีที่อยู่บนแอ่งรับตะกอน ตะกอนชั้นล่างถูกกดทับจากตะกอนชั้นบน

3. ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลรองลงไปได้แก่ สภาพเกี่ยวข้องกับของเหลว (ของไหล) ที่มีทั้งของเหลวที่มีอยู่แล้วในตัวหินเอง หรือมีของไหลในสภาพสารละลาย ไอ แก๊ส ซึ่งเกิดขึ้นในระบบตอนที่เกิดการแปรสภาพ ของไหลเหล่านี้มีอิทธิพลในการนำไอออน หรือธาตุต่าง ๆ เข้าไปก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเกี่ยวกับความมีรูพรุนของหินดั้งเดิม คุณสมบัติทางเคมีบางอย่างของแร่ที่ประกอบหินดั้งเดิม เป็นต้น

ส่วนใหญ่แล้วมักจะพิจารณาสองประการแรกคือ ความร้อนและความดัน เป็นปัจจัยหลักในการแปรสภาพ และทั้งสองปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกันเสมอ

การจำแนกชนิดของหินแปร

จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้ดังนี้

1. หินแปรที่มีเนื้อเป็นแผ่นขนาน (Foliated)

1.1 หินชนวน (Slate)

1.2 หินฟิลไลต์ (Phyllirte)

1.3 หินชีสต์ (Schist)

1.4 หินไนส์ (Gneiss)

2. หินแปรที่มีเนื้อไม่เป็นแผ่นขนาน

2.1 หินอ่อน (Marble)

2.2 หินควอร์ตไซต์ (Quartzite)

วัฏจักรของหิน

วัฏจักรของหิน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของหินทั้ง 3 ชนิด คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร โดยกระบวนการต่าง ๆ ทางธรณีวิทยาเป็นผลให้หินทั้ง 3 ชนิดนี้เปลี่ยนแปลงจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง และอาจเปลี่ยนไปเป็นชนิดเดิมได้อีก วนเวียนไปเรื่อย ๆ เช่น หินอัคนีเปลี่ยนไปเป็นหินตะกอน แล้วหินตะกอนแปรสภาพไปเป็นหินแปรและทั้งหินตะกอนหรือหินแปรก็อาจเปลี่ยนกลับไปเป็นหินอัคนีได้อีก

กระบวนการต่าง ๆ ทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดวัฏจักรของหิน ได้แก่

1. การผุพังและการกัดเซาะ กระบวนการนี้ทำให้หินแตกแยกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ทั้งในหินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปร เศษชิ้นเล็กชิ้นน้อยของหินที่เกิดจาก การผุพังและการกัดเซาะ เมื่อถูกพัดพามาทับถมกันก็กลายเป็นตะกอน และในที่สุดเมื่อผ่านกระบวนการเกิดหินตะกอนก็กลายเป็นหินตะกอน

2. การแปรสภาพ เป็นกระบวนการที่ทำให้หินอัคนี หรือหินตะกอนเปลี่ยนแปลงไปเป็นหินแปร

3. การหลอมเหลว ได้แก่ การที่หินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปร เมื่อเข้าไปอยู่ในเขตที่มีอุณหภูมิสูงใต้ผิวโลก ก็จะหลอมเหลวเป็นแมกมา หินที่หลอมเหลวนี้ต่อมาเมื่อมีการเย็นตัวและการตกผลึกก็จะกลับมาเป็นหินอัคนีอีก

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูสร้างความสนใจโดยให้นักเรียนดูภาพของหินแปรที่มีริ้วขนาน สังเกตและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะของหินแปร และครูถามเกี่ยวกับกระบวนการเกิดของหินแปรเพื่อกระตุ้นความสนใจอยากรู้

1.2 ครูถามให้นักเรียนคิดว่ายิ่งลึกลงไปอุณหภูมิและความดันจะสูงขึ้นหรือลดน้อยลง หินที่ถูกกดทับและถูกความร้อนเป็นเวลานานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ตามความสมัครใจ โดยครูแนะนำว่าภายในกลุ่มควรมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม

1.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทำกิจกรรมที่ 2.7 เรื่องการแปรสภาพของดินเหนียว ในบทเรียน

2. ขั้นอภิปรายก่อนกิจกรรม

2.1 ครูแนะนำให้นักเรียนปั้นดินเหนียวเป็นก้อนกลมลงบนกระดาษหนังสือพิมพ์

2.2 ครูแนะนำให้นักเรียนไม่ให้จับดินเหนียวเมื่อเผาเสร็จใหม่ ๆ เพราะยังร้อนอยู่ ให้สังเกตขณะดินเหนียวอยู่บนตระแกรงลวด ทิ้งไว้สักพักเมื่อดินเหนียวเย็นแล้วจึงสังเกตเนื้อดินความแข็ง

3. ขั้นทำกิจกรรม

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียน โดยครูเป็นผู้ดูแลและอำนวยความสะดวก

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองลงในสมุดจดบันทึก

4. ขั้นอภิปรายหลังกิจกรรม

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองและแนวคำถามในบทเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า

1) เมื่อดินเหนียวถูกแรงอัด เศษไม้ที่กระจายอยู่ทั่วไปจะเกิดการเรียนตัวใหม่

2) ความร้อนทำให้น้ำระเหยไปจากดินเหนียว จึงทำให้เนื้อดินแข็ง แน่นขึ้น และแตกระแหง

3) ดินเหนียวที่ถูกเผาสีจะเปลี่ยนไป

4.3 ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

1) เมื่อออกแรงกดก้อนดินเหนียวและนำก้อนดินเหนียวไปเผา ดินเหนียวมีการเปลี่ยนสภาพอย่างไรบ้าง เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เมื่อเผาก้อนดินเหนียว พบว่าดินเหนียวจะเปลี่ยนสีและมีความแข็งเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางอธิบายการเปลี่ยนสภาพของหิน เนื่องจากความร้อนและแรงกดดันตามธรรมชาติ

2) การที่ใส่ไม้จิ้มฟันหรือคลิปหนีบกระดาษในก้อนดินเหนียวมีจุดมุ่งหมายใด

แนวคำตอบ จากการทำกิจกรรมพบว่าเมื่อมีแรงกดทับก้อนดินเหนียว จะทำให้ดินเหนียวเปลี่ยนรูปร่าง ไม้จิ้มฟันที่อยู่ภายในก้อนดินเหนียวจะเปลี่ยนตำแหน่งและมีลักษณะการวางตัวแบบใหม่

4.4 นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า หินชนิดต่าง ๆ ในธรรมชาติก็เช่นกัน เมื่อถูกความร้อนและความดันสูงมาก ๆ ก็จะเกิดการแปรสภาพเกิดการเรียนตัวใหม่ของแร่ต่าง ๆ ที่ประกอบในเนื้อหินเดิม หินที่ถูกการกดทับ ทำให้เนื้อแน่นเกิดแร่ชนิดใหม่ขึ้น ทำให้เกิดหินประเภทใหม่ที่เรียกว่า หินแปร และศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่องชนิดของหินแปร

4.5 ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับประสบการณ์ที่เคยพบเห็นร้านขายหินอ่อน หรือที่บ้านของนักเรียน สถานที่อื่น ๆ เช่น สถานีรถไฟฟ้า อาจมีการนำหินอ่อนมาประดับ หรือนำมาปูพื้น ว่าหินแปรมีลักษณะอย่างไรบ้าง และจะทำการทดสอบได้อย่างไร

4.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทำกิจกรรมที่ 2.8 เรื่องลักษณะทางกายภาพของหินแปรในบทเรียน ครูแนะนำดังนี้

1) แนะนำให้นักเรียนระวังและปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้อย่างเคร่งครัดให้นักเรียนหยดกรดไฮโดรคลอริก 1 หยด บนตัวอย่างหินแปร โดยระวังอย่าให้โดนฉลากหมายเลขตัวอย่างหิน

2) เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ควรหยดน้ำลงบริเวณที่หยดบนตัวอย่างหิน เช็ดตัวอย่างหินให้แห้ง

4.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียน โดยครูเป็นผู้ดูแลและอำนวยความสะดวก และบันทึกผลการทดลองลงในสมุดจดบันทึก

4.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4.9 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองและแนวคำถามในบทเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า

1) หินแปรเป็นหินที่ถูกเปลี่ยนรูป หรือแปรสภาพจากหินเดิม ภายใต้อิทธิพลของความดัน ความร้อน และปฏิกิริยาเคมีในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

2) จากกระบวนการแปรสภาพ มักมีการตกผลึกของแร่ใหม่เกิดขึ้น ทำให้หินแปรมีสีสันสวยงาม จึงสมารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน

3) การเลือกหินไปใช้ประโยชน์จึงขึ้นอยู่กับสมบัติของหินเป็นสำคัญ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงจุดประสงค์ของผู้ใช้ ตลอดจนความสะดวกในการที่จะทำให้หินมีขนาดและรูปร่างตามต้องการและมีปริมาณเพียงพออยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ ด้วย

4.10 ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

1) ลักษณะใดที่จะช่วยให้นักเรียนคิดว่าเป็นลักษณะเด่นของหินแปรที่สามารถสังเกตได้

แนวคำตอบ ลักษณะเด่นของหินแปรสามารถสังเกตได้จากมีริ้วขนาน การเรียนตัวใหม่ของแร่เป็นแนวโค้ง มีสีแตกต่างกัน และมีเนื้อแน่นมาก

2) นักเรียนสามารถจำแนกหินแปรได้กี่กลุ่ม และใช้สมบัติใดเป็นเกณฑ์

แนวคำตอบ จำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ

2.1) กลุ่มที่มีการเรียงตัวของแร่ประกอบหิน เช่น หินไนส์

2.2) กลุ่มที่ไม่มีการเรียงตัวของแร่ประกอบหิน เช่น หินควอร์ตไซต์ หินอ่อน

3) หินแปรและหินอัคนีมีกระบวนการเกิดต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน คือ หินอัคนีเกิดจากการหลอมตัวแล้วเย็นตัวตกผลึกและแข็งตัวของหินหนืด (แมกมาหรือลาวา) ส่วนหินแปรเกิดจากการที่หินอัคนี หินตะกอน เปลี่ยนแปลงสภาพของหินเดิม เนื่องจากความร้อนและความดันในขณะที่ยังมีสถานะเป็นของแข็งอยู่

4) หินตะกอน หินอัคนี และหินแปร มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

แนวคำตอบ หินอัคนีเกิดจากการที่แร่ธาตุต่าง ๆ ภายในโลกหลอมตัวแล้วตกผลึกใหม่กลายเป็นหินอัคนี และเมื่อหินอัคนีเกิดการผุพัง สึกกร่อน กลายเป็นตะกอนจะรวมตัวใหม่กลายเป็นหินตะกอน ทั้งหินอัคนีและหินตะกอนเมื่อถูกความร้อนและแรงกดดันมาก ๆ จะเปลี่ยนสภาพเป็นหินแปร และเช่นเดียวกันฝุ่นตะกอน หินอัคนี หินแปร อาจถูกหลอมใหม่กลายเป็นหินอัคนีได้อีก เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นวัฏจักร เรียกว่า วัฏจักรของหิน

4.11 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าหินและดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญและมีความสัมพันธ์กัน โดยหินเป็นต้นกำเนิดของดิน

4.12 ครูและนักเรียนสรุปความรู้ร่วมกันจากนั้นศึกษา Power Point เรื่องหินแปร

4.13 นักเรียนทำใบงานที่ 7 เรื่องการแปรสภาพของหิน ใบงานที่ 8 เรื่องมารู้จักหินแปร และแบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องหินแปร

สื่อและอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
2. ใบความรู้ที่ 5 เรื่องชนิดของหินแปร
3. ใบงานที่ 7 เรื่องการแปรสภาพของหิน
4. ใบงานที่ 8 เรื่องมารู้จักหินแปร

5. อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการแปรสภาพของดินเหนียว (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) ดินเหนียวก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 7cm 1 ก้อน 2) ไม้จิ้มฟัน 8 อัน 3) ไม้ขีดไฟ 1 กลัก 4) กระดาษเคลือบมัน 1 แผ่น 5) ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด 1 ชุด 6) ปากคีบโลหะ 1 อัน

6. อุปกรณ์และสารเคมีที่เตรียมไว้ในการทำกิจกรรมศึกษาลักษณะทางกายภาพของหินแปร (จำนวนต่อกลุ่ม) ได้แก่ 1) ก้อนหินในท้องถิ่นที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 ก้อน 2) แว่นขยาย 1 อัน 3) หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด 4) กรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3 5) ค้อน 1 อัน

7. Power Piont เรื่องหินแปร

8. แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องหินแปร

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่จะประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ทดลอง อธิบายกระบวนการเกิดและลักษณะเนื้อหินแปร บอกชนิด แหล่งที่พบ และประโยชน์ของหินแปร 2. สืบค้นข้อมูล ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำรวจตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของหินแปร	- ซักถาม -การสังเกต -ตรวจใบงาน - ตรวจแบบฝึกหัด	-ประเด็นการซักถาม -แบบประเมินการปฏิบัติ -แบบประเมินใบงาน -แบบฝึกหัด

บันทึกผลหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรม.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 5
เรื่องชนิดของหินแปร

เนื้อหินแปรจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ เป็นริ้วขนาน และไม่เป็นริ้วขนาน

1. หินแปรที่มีเนื้อเป็นริ้วขนาน (Foliated) คือลักษณะของเนื้อหินที่มีแร่เรียงตัวขนานกันเป็นแนวไปตามทิศทางที่ตั้งได้ฉากกับทิศทางที่แรงเค้นกระทำเกิดลักษณะเป็นริ้วขนาน

1.1 หินชนวน (Slate) เป็นหินแปรจากหินดินดาน มีเนื้อละเอียดแซะแยกออกได้เป็นแผ่น ๆ ผิวรอยแยกเรียบ แร่ที่ประกอบในหินไม่อาจบอกได้โดยการดูด้วยตาเปล่าเพราะเนื้อละเอียดมาก รอยแยกในหินชนวนมักจะขนานกับชั้นหิน แต่บางแห่งก็ตัดกับชั้นหิน หินชนวนมีสีต่าง ๆ กันตามแต่สารที่ประกอบอยู่ เช่น มีสีเทาถึงดำเพราะมีธาตุคาร์บอนจากหินเดิม และคาร์บอนยัง อาจเปลี่ยนเป็นแกรไฟต์ด้วยก็ได้ หินชนวนที่มีสีแดงและสีม่วงนั้นเนื่องมาจากเหล็กกับแมงกานีสออกไซด์ และที่มีสีเขียวเพราะเหล็กเฟอร์รัสซิลิเกต พบตามเส้นทางถนนมิตรภาพก่อนถึงปากช่อง

ประโยชน์ ใช้ประดับบ้าน ปูผนังหรือทางเดิน แต่ก่อนนำมาใช้เป็นกระดานชนวน เพื่อใช้เขียนหนังสือ

1.2 หินฟิลไลต์ (Phyllirte) เป็นหินแปรที่มีเนื้อหยาบกว่าหินชนวนและผิววาวกว่า เกล็ดแร่ไมกาในหินฟิลไลท์ใหญ่พอที่จะมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่สารอื่นส่วนมากยังเล็กละเอียด หินฟิลไลต์ เกิดจากหินดินดานแปรสภาพ ริ้วรอยขนานมักจะคดโค้งเป็นลูกคลื่นเล็ก ๆ เห็นได้ชัด ในเนื้อ พบที่เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก

ประโยชน์ ใช้เป็นวัสดุถมถนนชั่วคราว เพราะเป็นหินที่มีคุณภาพไม่ดี

1.3 หินชีสต์ (Schist) เป็นหินที่ถูกแปรสภาพจากหินแกรนิตหรือหินดินดาน ด้วยความกดดัน และความร้อนสูงกว่าหินฟิลไลต์ แร่ที่ประกอบในหินเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่า แร่เป็น เกล็ด ๆ ซ้อนขนานกันจนเป็นริ้ว ๆ ริ้วขนานนี้มักจะโค้งงอด้วยเช่นกัน หินชีสต์แตกออกยากและไม่แตกเป็นแผ่นเรียบ เพราะแร่เป็นเกล็ดแบบสั้น ๆ เมื่อแตกออกจึงมีผิวขรุขระ พบได้ที่เขาแหลม หญ้า อำเภอบ้านเพ จังหวัดระยอง

ประโยชน์ ใช้ในการก่อสร้าง

ใบความรู้ที่ 5
เรื่องชนิดของหินแปร(ต่อ)

1.4 หินไนส์ (Gneiss) เป็นหินแปรจากหินแกรนิตหรือหินกรวด ที่เกิดจากการแปรสภาพ รุนแรงมาก มีลักษณะแร่สีอ่อน เช่น ควอร์ตซ์ เฟลสปาร์ เรียงตัวเป็นแถบสลับกับแถบของแร่สีเข้ม เช่น ไบโอไทต์ ฮอร์นเบลน แถบมีการโค้งงอและบิดเบี้ยว พบที่เขาเต่า อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ หรือตำบลลานสาง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก หรือบริเวณแหลมแท่น ตำบลอ่างศิลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ประโยชน์ ใช้ทำครก โม่ กำแพง

2. หินแปรที่ไม่เป็นริ้วนาน คือลักษณะของเนื้อหินที่มีเม็ดแร่ขนาดเท่ากัน ไม่มีการจัด เรียงตัว ทำให้เนื้อหินสมานกันแน่น มักจะพบในหินที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวกัน

2.1 หินอ่อน (Marble) เป็นหินเนื้อผลึก ค่อนข้างเม็ดหยาบที่แปรสภาพมาจากหินปูนหรือหินโดโลไมท์ เกิดจากการตกผลึกใหม่ หินอ่อนมีเนื้อแน่นกว่าหินปูนเพราะความกดดันจะขับไล่ช่องว่างในหินเดิมออกไป นอกจากนี้ยังมีการตกผลึกใหม่อีกด้วยทำให้แร่ที่มีการตกผลึกใหม่เกาะตัวกันแน่นสนิทยิ่งขึ้น หินอ่อนบริสุทธิ์มีสีขาว แต่ถ้ามีสารอื่นเจือปนจะทำให้มีสีต่าง ๆ ได้ คือ หินอ่อนที่มีสีแดง เหลือง น้ำตาล เพราะมีสารประกอบของเหล็ก ได้แก่ แร่ฮีมาไทต์ และแร่ลิโมไนท์ เป็นส่วนประกอบ พบมากที่จังหวัดสระบุรี

ประโยชน์ นิยมนำมาใช้เป็นหินประดับอาคารบ้านเรือน ทำป้าย และสลักเป็นรูปต่าง ๆ

2.2 หินควอร์ตไซต์ (Quartzite) เป็นหินแปรที่เกิดจากหินทรายที่มีวัตถุเป็นสารซิลิกา เมื่อได้รับ ความร้อนและแรงกดดันสูงทั้งวัตถุประสานและเม็ดทรายจะเชื่อมประสานกันแน่นสนิทยิ่งขึ้น ทำให้มีความแข็งมากขึ้น เมื่อแตกจะมีรอยแตกแบบโค้งเว้า หินควอร์ตไซต์บริสุทธิ์จะมีซิลิกา เป็นส่วนประกอบมากกว่า 97 % พบที่จังหวัดชลบุรี ราชบุรี

ประโยชน์ ใช้รองพื้นถนน เป็นกรวดคอนกรีตและเป็นหินลับมีด

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการอบรมครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เมษายน 2546 : 117-119)สืบค้นความรู้เพิ่มเติมได้ที่

http://www.lesa.in.th/8/logrocks/rocks ident.html

http://www.sicence.knw.ac.th./bt-1-2/continental-dri/earth-quake/rock-cycle. doc

http://skn.ac.th/sld/skn422/stone/menu.htm

ใบงานที่ 7 การแปรสภาพของหิน

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนบอกชื่อหินหินเดิมที่เกิดการแปรสภาพเป็นหินที่กำหนดให้

2. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

หินชนวน	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินไนส์	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินอ่อน	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินฟิลไลต์	แปรสภาพมาจาก	หิน .....
หินควอร์ตไซต์	แปรสภาพมาจาก	หิน .....

แบบประเมินใบงานที่ 7

☐ 3 หมายถึง บอกการแปรสภาพของหินได้ถูกต้องทั้ง 4-5 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกการแปรสภาพของหินได้ถูกต้อง 2-3 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกการแปรสภาพของหินได้ถูกต้อง 1 ชนิด

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

ใบงานที่ 8 เรื่องมารู้จักหินแปร

คำชี้แจง 1. ครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของหินแปร

2 .นักเรียนบอกลักษณะ/ประโยชน์/แหล่งที่พบของหินแปรให้ถูกต้อง

3. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 10 นาที

พบที่จังหวัด…….....

.....

มีลักษณะ.....

.....

.....

.....

หินแปร

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

พบที่จังหวัด…….....

.....

มีลักษณะ.....

.....

.....

.....

หินอ่อน

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

พบที่จังหวัด…….....

.....

มีลักษณะ.....

.....

.....

.....

หินชนวน

ประโยชน์คือ.....

.....

.....

แบบประเมินใบงานที่ 8

☐ 3 หมายถึง บอกลักษณะ/แหล่งที่พบและประโยชน์ของแปรได้ถูกต้องทั้ง 5-6 ชนิด

☐ 2 หมายถึง บอกลักษณะ/แหล่งที่พบและประโยชน์ของแปรได้ถูกต้อง 3-4 ชนิด

☐ 1 หมายถึง บอกลักษณะ/แหล่งที่พบและประโยชน์ของแปรได้ถูกต้อง 1-3 ชนิด

เกณฑ์การประเมินผลรวม

คะแนน 3 คะแนน ระดับดี

คะแนน 2 คะแนน ระดับปานกลาง

คะแนน 1 คะแนน ระดับต่ำ/ต้องปรับปรุง

แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องหินแปร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกข้อความในช่องขวามือมาใส่หน้าข้อที่สัมพันธ์กัน

ข้อ	ตัวเลือก
.....1.หินที่แปรสภาพมาจากหินปูน	A หินชนวน
.....2.การเรียงตัวใหม่ของแร่เดิมที่มีลักษณะเหมือนถูกบีบอัด	B หินชนวน หินฟิลไลต์ หินชีสต์
.....3.สาเหตุสำคัญที่ทำให้หินเปลี่ยนสภาพจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง	C หินควอร์ตไซต์
.....4.หินที่แปรสภาพมาจากหินดินดาน	D หินอ่อน
.....5. หินดินดานที่แปรสภาพมากขึ้น	E ความร้อนและความดัน
.....6. หินที่แปรสภาพจากหินเดิม ได้แก่ หินดินดาน หินทัฟฟ์	F หินฟิลไลต์
.....7. หินแปรที่มีเนื้อละเอียดถึงหยาบและมีผลึกของแร่แคลไซต์ใช้ทำหินประดับและวัสดุก่อสร้าง	G วัฏจักรของหิน
.....8. หินแปรที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ผิวหน้าเรียบ ใช้ปูพื้นมุงหลังคาได้	H ริ้วขนาน
.....9. หินที่มีลักษณะเป็นเม็ด เนื้อแน่นแข็ง ซึ่งเกิดจากการตกผลึกใหม่ของหินทราย	I หินทราย
.....10. การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของหินชนิดต่าง ๆ	J การเย็นตัวและตกผลึก
	K การสะสมตัวของตะกอน
	L การพัดพาและทับถม
	M หินกรวดมน

เฉลย

ข้อ	ตัวเลือก	ข้อ	ตัวเลือก
1	D	6	B
2	H	7	D
3	E	8	A
4	A	9	C
5	F	10	G

แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ เป็นการประเมินเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้สอน/นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการปฏิบัติหรือไม่

ผู้ประเมิน ⬭ ผู้สอน ⬭ นักเรียน

กลุ่มที่……ประเมินกลุ่ม……. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 /….

กลุ่ม	เลขที่	ชื่อ-สกุล	การวางแผนและ ออกแบบการทดลอง (9)			การดำเนินการทดลอง (9)			ผลการทดลองและสรุปผล (12)				รวม
			ระบุปัญหา	การตั้งสมมติฐาน	ตัวแปรการทดลอง	การทดลอง	การใช้อุปกรณ์	การเก็บรักษาอุปกรณ์	การจัดกระทำข้อมูล	ความถูกต้องของข้อมูล	การวิเคราะห์ผลการทดลอง	การแปลความหมายและสรุป	
			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
1	…..												
	…..												
	…..												
	…..												
	…..												
	…..												
2	…..												
	…..												
	…..												
	…..												
	…..												

ลงชื่อ……ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นประเมิน		ระดับคะแนน		
		3	2	1
การวางแผนและออกแบบการทดลอง	การระบุปัญหา	เมื่อตั้งปัญหาได้สอดคล้องกับชื่อเรื่องและชัดเจน	เมื่อตั้งปัญหาไม่สอดคล้องกับชื่อเรื่องแต่มีความชัดเจน	เมื่อตั้งปัญหาไม่สอดคล้องกับชื่อเรื่องและไม่ชัดเจน
	การตั้งสมมติฐาน	เมื่อตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์	เมื่อตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาแต่ไม่ชัดเจน	เมื่อตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา
	การกำหนดตัวแปร	เมื่อระบุตัวแปรต่าง ๆ ถูกต้องทุกตัว	เมื่อระบุตัวแปรต่าง ๆ ถูกต้อง 2 ตัวแปร	เมื่อระบุตัวแปรต่าง ๆ ถูกต้อง 1 ตัวแปร
การดำเนินการทดลอง	การทดลอง	เมื่อดำเนินการทดลองถูกต้องตามแผนทุกขั้นตอน	เมื่อดำเนินการทดลองไม่ครบทุกขั้นตอนมีถูกบ้าง	เมื่อดำเนินการทดลองไม่ถูกต้องเลย
	การใช้อุปกรณ์	เมื่อใช้อุปกรณ์ถูกวิธี	เมื่อใช้อุปกรณ์ไม่ค่อยถูกวิธี	เมื่อใช้อุปกรณ์ไม่ถูกวิธี
	การเก็บรักษาอุปกรณ์	คะแนน เมื่อทำความสะอาดอุปกรณ์ เก็บรักษาให้เป็นระเบียบ อุปกรณ์อยู่ในสภาพดี	เมื่อเก็บรักษาโดยไม่ดูแลความเรียบร้อยของอุปกรณ์	เมื่อต้องครูแนะนำให้นักเรียนระวังและปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้อย่างเคร่งครัดให้เก็บรักษาอุปกรณ์หรือทำอุปกรณ์ชำรุดโดยประมาท

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ประเด็นประเมิน		ระดับคะแนน		
		3	2	1
ผลการทดลองและสรุปผล	การจัดกระทำข้อมูล	เมื่อนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางที่เหมาะสมหรือมีขั้นตอนที่เข้าใจง่าย	เมื่อนำเสนอข้อมูลไม่เป็นระบบเข้าใจยาก	เมื่อนำเสนอข้อมูลที่ไม่ชัดเจน
	ความถูกต้องของข้อมูล	เมื่อบันทึกข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	เมื่อบันทึกข้อมูลครบถ้วนและมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย	เมื่อบันทึกข้อมูลผิดพลาดมากต้องคอยบอกให้แก้ไข
	การวิเคราะห์ผลการทดลอง	เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลครบถ้วนมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย	เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลผิดพลาดมากต้องคอยบอกให้แก้ไข
	การแปลความหมายและสรุปผลการทดลอง	เมื่อสรุปผลการทดลองสอดคล้องกับจุดประสงค์ครบถ้วน แปลความหมายถูกต้อง	เมื่อสรุปผลการทดลองสอดคล้องกับจุดประสงค์ครบถ้วน แต่แปลความหมายผิดบ้าง	เมื่อเมื่อสรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

หมายเหตุ

1. ได้คะแนนรวมไม่น้อยกว่า 15 คะแนน ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
2. นำคะแนนรวมมาคิดเทียบเป็นคะแนนในส่วนของการเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดย
   - 2.1 ได้คะแนนในช่วง 10-17 คะแนน คิดเป็น 1 คะแนน
   - 2.2 ได้คะแนนในช่วง 18-24 คะแนน คิดเป็น 2 คะแนน
   - 2.3 ได้คะแนนในช่วง 25 คะแนนขึ้นไป คิดเป็น 3 คะแนน

แบบประเมินงานกลุ่ม

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ เป็นการประเมินเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันของนักเรียน โดยผู้สอน/นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการปฏิบัติหรือไม่

ผู้ประเมิน ⬭ ผู้สอน ⬭ นักเรียนประเมินตนเอง

⬭ เพื่อนประเมิน

กลุ่มที่.....ประเมินกลุ่ม..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 /....

พฤติกรรมที่ต้องประเมิน	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ปรับปรุง 1
1. การวางแผนการทำงานร่วมกัน					
2. การแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ					
3. การร่วมกิจกรรมของสมาชิก					
4. การยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิก					
5. ผลงานกลุ่มที่ปรากฏ					
รวม					

เกณฑ์การประเมินผล

1. ได้คะแนนรวมไม่น้อยกว่า 15 คะแนน ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

2. นำคะแนนรวมของผู้สอนและนักเรียนมารวมกันแล้วคิดเทียบเป็นคะแนนในส่วนของทักษะกระบวนการ โดย

2.1 ได้คะแนนในช่วง 15-16 คะแนน คิดเป็น 1 คะแนน

2.2 ได้คะแนนในช่วง 17-18 คะแนน คิดเป็น 2 คะแนน

2.3 ได้คะแนนตั้งแต่ 19 คะแนนขึ้นไป คิดเป็น 3 คะแนน

3. หากคะแนนต่ำกว่า 15 คะแนน ผู้สอนต้องให้คำปรึกษาเป็นกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และเสนอแนวทางในการร่วมมือกันทำงาน

แบบประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ เป็นการประเมินเกี่ยวกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยผู้สอน/นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการปฏิบัติหรือไม่

ถ้ามีการปฏิบัติ ให้ 1 คะแนน ถ้าไม่มีการปฏิบัติ ให้ 0 คะแนน

ผู้ประเมิน ⬭ ผู้สอน ⬭ นักเรียน

กลุ่มที่	เลขที่	ชื่อ-สกุล	ซื่อสัตย์ ตรงต่อเวลา รับผิดชอบ			มารยาทงาม	ใฝ่เรียนใฝ่รู้		รักและภาคภูมิใจในสถานศึกษา		มีสุขภาพกาย สุขภาพจิต สุขนิสัยที่ดี		รวม
			ไม่ทุจริต	เข้าห้องเรียนตรงเวลา	แต่งกายถูกต้อง	รู้จักให้ แสดงความเคารพ	เอาใจใส่ต่อการเรียน	ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม	ดูแลรักษาสมบัติของส่วนรวม	ไม่ทะเลาะวิวาท	ร่าเริง แจ่มใส	มีสุขปฏิบัติที่ดี	
คะแนน			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
1	…..												
	…..												
	…..												
	…..												
	…..												
2	…..												
	…..												
	…..												
	…..												
	…..												

ลงชื่อ……..ผู้ประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

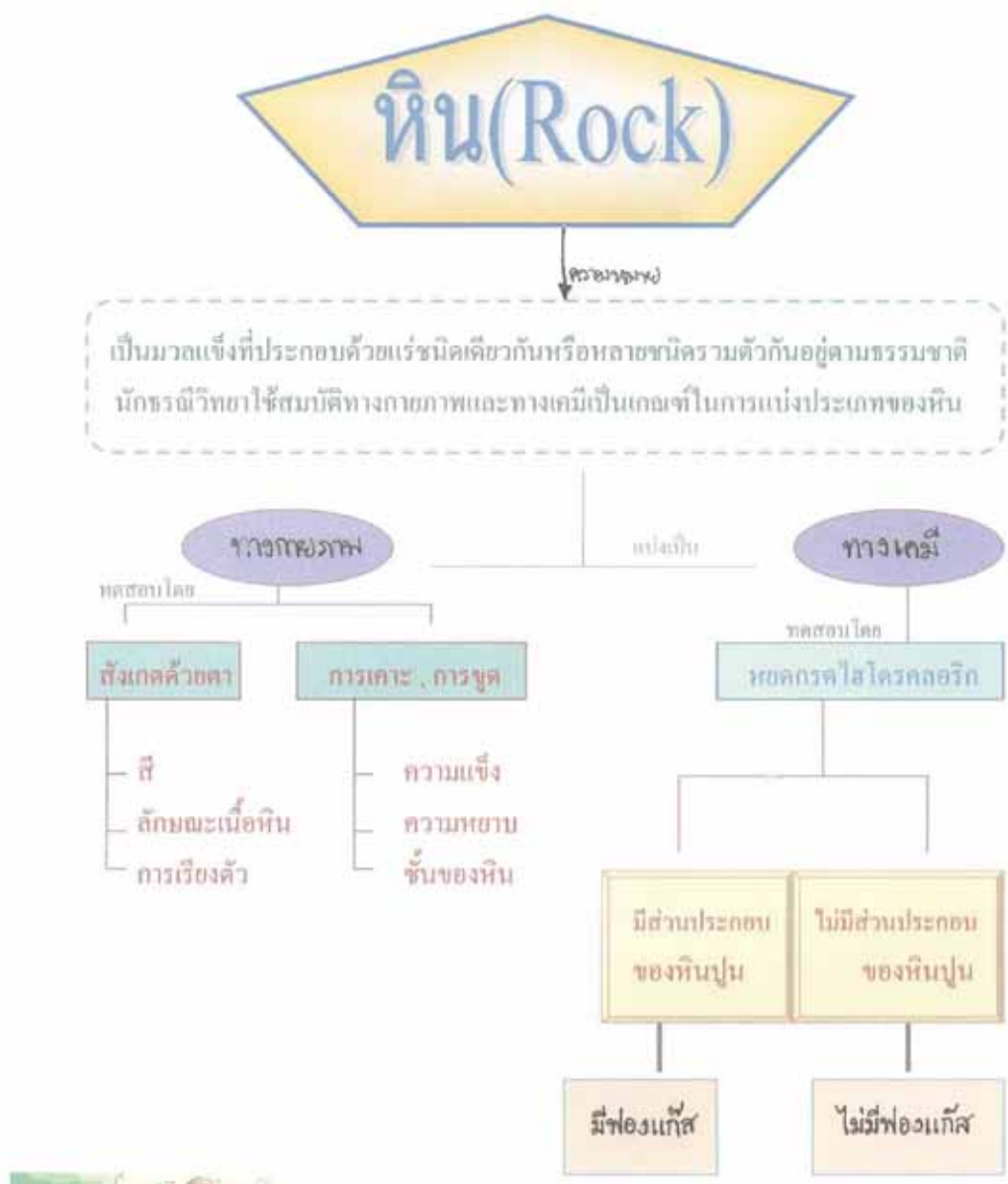
1. ได้คะแนนรวมไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

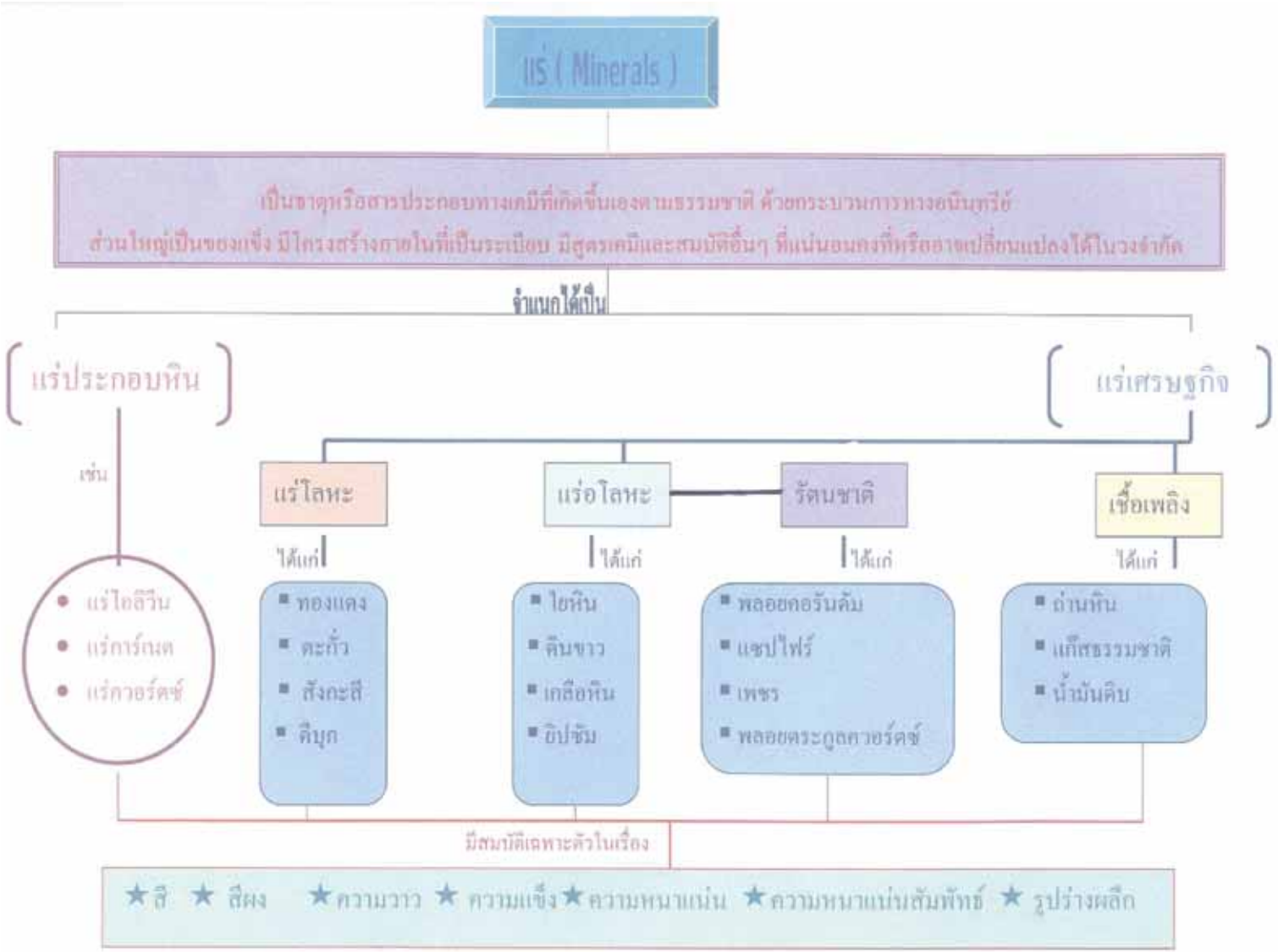
2. นำคะแนนรวมมาคิดเทียบเป็นคะแนนในส่วนของการเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ โดย

2.1 ได้คะแนนในช่วง 5 - 6 คะแนน คิดเป็น 1 คะแนน

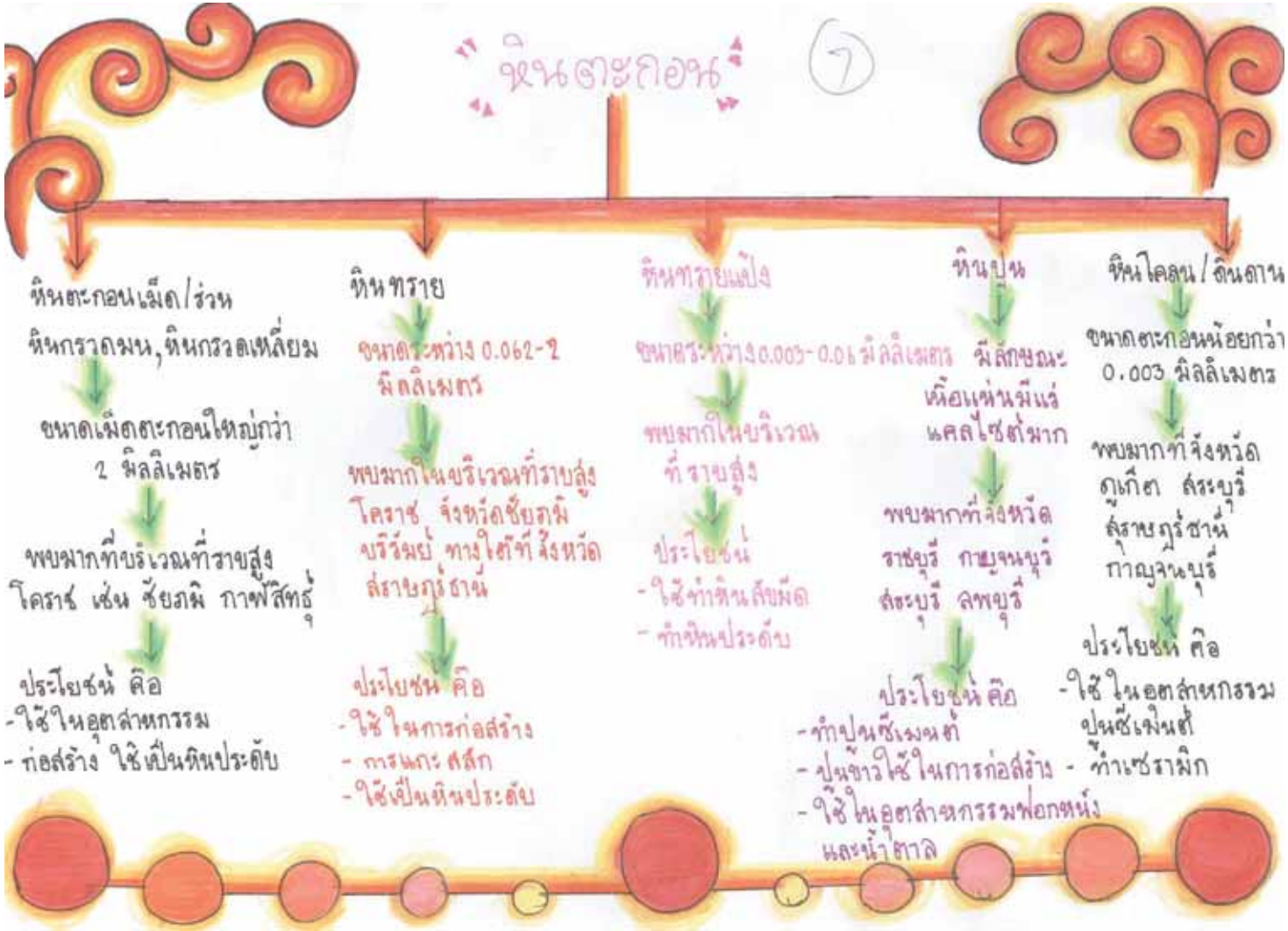
2.2 ได้คะแนนในช่วง 7 - 8 คะแนน คิดเป็น 2 คะแนน

2.3 ได้คะแนนในช่วง 9 คะแนนขึ้นไป คิดเป็น 3 คะแนน


หิน(Rock)
ความหมาย
เป็นมวลแข็งที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดรวมตัวกันอยู่ตามธรรมชาติ
นักธรณีวิทยาใช้สมบัติทางกายภาพและทางเคมีเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของหิน
ทางกายภาพ
แบ่งเป็น
ทางเคมี
ทดสอบโดย
สังเกตด้วยตา
การเคาะ , การขูด
ทดสอบโดย
หยดกรดไฮโดรคลอริก
สี
ลักษณะเนื้อหิน
การเรียงตัว
ความแข็ง
ความหยาบ
ชั้นของหิน
มีส่วนประกอบของหินปูน
ไม่มีส่วนประกอบของหินปูน
มีฟองแก๊ส
ไม่มีฟองแก๊ส


แร่ (Minerals)
เป็นธาตุหรือสารประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ด้วยกระบวนการทางอนินทรีย์
ส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ มีสูตรเคมีและสมบัติอื่นๆ ที่แน่นอนคงที่หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้ในวงจำกัด
จำแนกได้เป็น
แร่ประกอบหิน
แร่เศรษฐกิจ
เช่น
แร่ไดลิวีน
แร่การ์เนต
แร่กวอร์ตซ์
แร่โลหะ
แร่อโลหะ
รัตนชาติ
เชื้อเพลิง
ได้แก่
ทองแดง
ตะกั่ว
สังกะสี
ดีบุก
ไดหิน
ดินขาว
เกลือหิน
ยิปซัม
พลอยคอรันดัม
แซปไฟร์
เพชร
พลอยตระกูลควอร์ตซ์
ถ่านหิน
แก๊สธรรมชาติ
น้ำมันดิบ
มีสมบัติเฉพาะตัวในเรื่อง
★สี ★ สีผง ★ความวาว ★ ความแข็ง ★ความหนาแน่น ★ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ★ รูปร่างผลึก

หินอัคนี
7
เย็นตัวลงในโลก
(อัคนีแทรกซอน)
ลักษณะ
เย็นตัวช้า เนื้อหยาบ
มีผลึกขนาดใหญ่ เนื้อหยาบใหญ่
แกรนิต
ลักษณะ
ประโยชน์
ไดออไรต์
ลักษณะ
ประโยชน์
แกบโบร
ลักษณะ
ประโยชน์
เย็นตัวบนโลก
(อัคนีหินพุ)
ลักษณะ
เย็นตัวเร็ว มีเนื้อละเอียด
มีผลึกขนาดเล็ก
ไรโอไลต์
ลักษณะ
ประโยชน์
แอนดีไซต์
ลักษณะ
ประโยชน์
บะซอลต์
ลักษณะ
ประโยชน์


หินตะกอน
7
หินตะกอนเม็ดใหญ่/ร่วน
หินกรวดมน, หินกรวดเหลี่ยม
ขนาดเม็ดตะกอนใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร
พบมากที่บริเวณที่ราบสูง โคราช เช่น ชัยภูมิ กาฬสินธุ์
ประโยชน์ คือ
- ใช้ในอุตสาหกรรม
- ก่อสร้าง ใช้เป็นหินประดับ
หินทราย
ขนาดระหว่าง 0.062-2 มิลลิเมตร
พบมากในบริเวณที่ราบสูง โคราช จังหวัดชัยภูมิ บุรีรัมย์ ทางใต้ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประโยชน์ คือ
- ใช้ในการก่อสร้าง
- การแกะสลัก
- ใช้เป็นหินประดับ
หินทรายแป้ง
ขนาดระหว่าง 0.003-0.06 มิลลิเมตร
พบมากในบริเวณที่ราบสูง
ประโยชน์
- ใช้ทำหินลับมีด
- ทำหินประดับ
หินปูน
มีลักษณะเหนียวแน่น แคลไซต์มาก
พบมากที่จังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี สระบุรี ลพบุรี
ประโยชน์ คือ
- ทำปูนซีเมนต์
- ปูนขาวใช้ในการก่อสร้าง
- ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง และน้ำตาล
หินโคลน / ดินดาน
ขนาดตะกอนน้อยกว่า 0.003 มิลลิเมตร
พบมากที่จังหวัดภูเก็ต สระบุรี สุราษฎร์ธานี กาญจนบุรี
ประโยชน์ คือ
- ใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์
- ทำเซรามิก

ใบงานที่ 10 เรื่องการแปรสภาพของดินเหนียว

จุดประสงค์ของกิจกรรม นักเรียนสามารถทดลองเกี่ยวกับผลของความร้อนและแรงกดดันที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียว

สถานการณ์

การที่เรามองเห็นผลึกของแร่ในหินบางชนิดเรียงตัวขนานกันเกิดจากสิ่งใด และจะทำการทดสอบได้อย่างไร และหากนำดินเหนียวมาเผาไฟจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับหินที่ถูกความร้อนภายใต้เปลือกโลกหรือไม่ อย่างไร

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวนต่อกลุ่ม)

1. ดินเหนียวก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm จำนวน 1 ก้อน
2. ไม้จิ้มฟัน 8 อัน
3. ไม้ขีดไฟ 1 กล่อง
4. กระดาษเคลือบมัน 1 แผ่น
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด 1 ชุด
6. ปากคีบโลหะ 1 อัน

การทำกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ระบุปัญหาได้ดังนี้

ระบุปัญหา ดินเหนียว (หิน) เมื่อถูกความร้อนจะเป็นอย่างไร

2. นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไรเพื่อศึกษาลักษณะการเรียงตัวของผลึกในแนวขนานกัน และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวที่เผาไฟ

ออกแบบการทดลอง ดินดินเหนียวให้เป็นก้อนกลม นำไปจุดไฟ ทำแล้วว่า ดูลักษณะดินเหนียว จากนั้นก็ปั้นดินเหนียวให้เป็นก้อนกลม แล้วนำไปเผาไฟ สังเกตการณ์ที่เกิดขึ้น

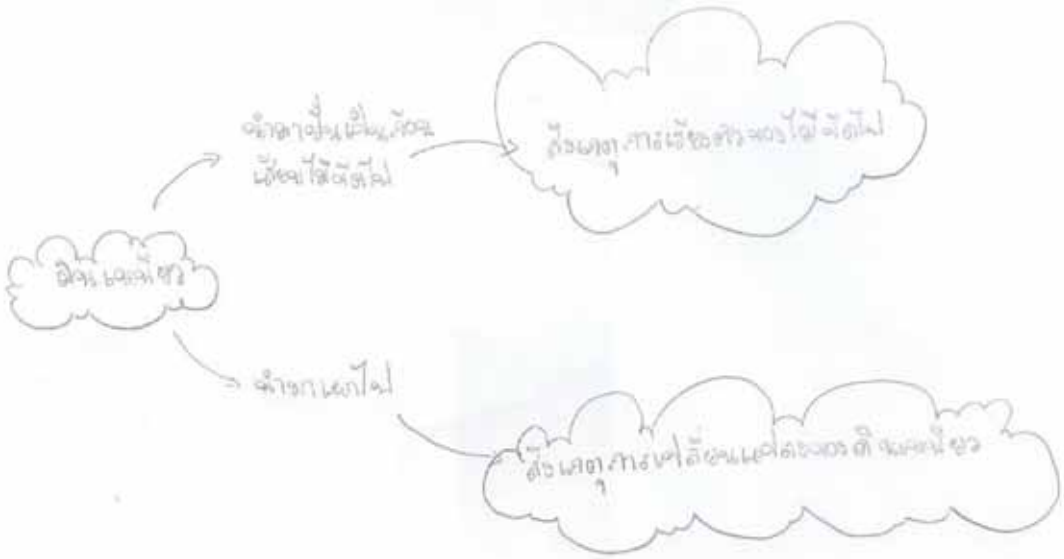
ตั้งสมมติฐาน เมื่อถูกความร้อนดินเหนียว จะแตกต่างจากก้อน

ตัวแปรต้น ดินเหนียว

ตัวแปรตาม การเปลี่ยนสีของดิน

ตัวแปรควบคุม ขนาดของก้อนดินเหนียว ความร้อน และระยะเวลา

ผังความคิดในเรื่องที่ศึกษา



3. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของการเรียงตัวของผลึกในแนวขนานกัน และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวที่เผาไฟ และบันทึกผลการทดลอง

ดินเหนียว	ลักษณะการเปลี่ยนแปลง
แรงกดอัด	ใช้ดินเหนียวเรียงตัวในแนวขนาน
ระยะทางอัด	ดินเหนียวแห้ง และ เผาไฟ

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อดินได้รับระยะทางอัดมาก และ แรงกดดันมาก การแตกหัก

5. จากการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

ใช้ดินดิบ (ผลึกจะ แห่ง) เมื่อการเรียงตัวในแนวขนาน หรือได้รับแรงกดดัน

ดินเหนียว (ดิบ) เมื่อได้ระยะทางอัด จะแตกหักง่าย และ แตกหักง่าย

6. นักเรียนสังเกตการเรียงตัวของผลึกแร่จากสิ่งใด

ใช้สีไม่ได้

7. ดินเหนียวที่เผาไฟมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอย่างไรบ้าง

แข็งตัวและแตกออกเป็นก้อนเล็กๆ

8. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

เป็นไปตามสมมติฐาน เพราะ เมื่อเผาได้ดินสามารถปั้นและเรียงตัวและแตกออก

9. นักเรียนคิดว่าจากการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียวจะสามารถอธิบายการเกิดหินแปรในธรรมชาติได้อย่างไร

ดินแปรเกิดจาก ดินดินที่และดินตะกอน ได้รับความร้อนและแรงกดดัน

ภาคผนวก ง

หนังสือขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และ

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ที่ ศธ 0520.107 (นฐ) / 4292

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

24 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นาง สุดารัตน์ ณัฏฐ์มีบุญ

ด้วย นางจัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์ นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท." มีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์คณิต เขียววิชัย)
คณบดีกคณะศึกษาศาสตร์ รักษาราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.0-3421-8788 , 0-3424-3435

ที่ ศธ 0520.107 (บฐ) / 4293

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

24 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาว จิระ ดีช่วย

ด้วย นางฉัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์ นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท." มีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์คณิต เขียววิชัย)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ รักษาราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.0-3421-8788 , 0-3424-3435

ที่ ศธ 0520.107 (นฐ) / 4294

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

29 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาว สุจิตรา ศรีรอด

ด้วย นางฉัฐกิมณฑ์ เพชรสักดิ์วงศ์ นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท." มีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์คณิต เขียววิชัย)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ รักษาราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.0-3421-8788 , 0-3424-3435

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ 4664

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

1 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอทดลองเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล

ด้วย นางฉัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์ นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท." มีความประสงค์จะขอทดลองเครื่องมือวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.0-3421-8788 , 0-3424-3435

ที่ ศธ 0520.107(บฐ)/ 4665

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

8 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล

ด้วย นางฉัฐกิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์ นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง" การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่องหินและแร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท." มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4,2/5 ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดแจ้งนักเรียนทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.0-3421-8788 , 0-3424-3435

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางฉัฐภิมณฑ์ เพชรศักดิ์วงศ์
ที่อยู่	27/32 หมู่ 7 แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10700
ที่ทำงาน	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล 70 หมู่ 2 แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10700

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2525	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี
พ.ศ. 2529	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร
พ.ศ. 2549	ศึกษาต่อระดับปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2533	อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนพระครูพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2548-ปัจจุบัน	ครู คศ. 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร