

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2554

ทัสริน สมนวนตาต. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนะศิริ, อาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 90 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ห้องเรียนละ 45 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ t-test for Independent Sample ในรูป Difference Score และ Dependent sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับกาจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN ANALYTICAL
THINKING THROUGH INTEGRATED INSTRUCTION AND INQUIRY PROCESS
OF MATTHAYOMSUKSA 2 STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

January 2011

Tassarini Somnuantad. (2011). *A Study on Science Learning Achievement and Ability in Analytical Thinking through Integrated Instruction and Inquiry Process of Matthayomsuksa 2 Student*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc.Prof. Dr. Chutima Watanakhiri, Dr. Rachan Boonthima.

The purpose of research was to compare Matthayomsuksa 2 Students' achievement on science learning and Analytical Thinking through Integrated Instruction and Inquiry Process

The samples used in this research were 90 Matthayomsuksa 2 students at The Demonstration School of Ramkhamhaeng University, in the secondary semester of the 2010 academic year. They were divided into 2 groups; the experimental group and control group with 45 students each. The experimental group was taught through Integrated Instruction; whereas the control group was taught Inquiry Process.

The instruments used in this study were science achievement test and the analytical thinking test.

The Randomized Control Group Pretest-Posttest Design was used in this research. The data were analyzed by t-test for independent Difference Score

The results of this study indicated that :

1. Students who are learning to integrate the learning quest for knowledge achievement in science learning different statistically significant at the .01 level.
2. Students who are learning to integrate science and social studies achievement difference is statistically significant at the .01 level.
3. The students have been learning a quest for knowledge achievement in science learning difference is not significant statistically.
4. Students who are learning to check integrated learning quest for knowledge have the ability to think critically difference is statistically significant at the .01 level.
5. The students who were learning integrated with the ability to think critically difference is statistically significant at the .01 level.
6. Students have been learning a quest for knowledge have the ability to think critically difference is not significant statistically.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ของ
ทศริน สมนวนตาด

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศรี)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า
..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.เนตร อัสสวัสดี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศรี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัย จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตร และอาจารย์ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา กรรมการควบคุมปริญญาบัตร ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษาค้นคว้าตลอดจนให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ตรูเนตร อัสซสวัสดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี และ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาบัตรฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ รองศาสตราจารย์อรทัย บุญช่วย และ รองศาสตราจารย์สรพสิริ วันหนูน ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้ตามเวลาที่กำหนด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมจิตต์ สมนวนตาด คุณแม่ทีซัมพร สมนวนตาด และสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ปรึกษาและให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากปริญญาบัตรฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทัสนิน สมนวนตาด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
สมมติฐานในการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	9
ความหมายของการบูรณาการ.....	9
ลักษณะสำคัญของการบูรณาการ.....	12
สภาพจริงของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	16
จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	17
ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการ.....	19
ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนบูรณาการ.....	21
การจัดเนื้อหาวิชาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	25
หลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	28
การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	30
บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	31
บทบาทและกิจกรรมของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	32
คุณค่าและประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.....	33
ข้อควรคำนึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	35

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	38
ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	38
หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	40
ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	41
บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	45
ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	48
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	49
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	49
กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์.....	50
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	51
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์.....	57
ความหมายของทักษะการคิด.....	57
ประเภทของการคิด.....	59
ความหมายของการคิดวิเคราะห์.....	61
ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์.....	63
หลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์.....	68
สมองกับการคิดวิเคราะห์.....	70
แนวทางในการพัฒนาความคิดวิเคราะห์.....	70
ทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์.....	72
องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์.....	73
กระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์.....	74
ประโยชน์ของการคิดเชิงวิเคราะห์.....	75
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	77

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	84
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	84
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	85
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	92
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	99
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	106
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	106
สมมติฐานในการวิจัย.....	106
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	107
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	108
สรุปผลการวิจัย.....	108
อภิปรายผล.....	109
ข้อเสนอแนะ.....	116
บรรณานุกรม	118
ภาคผนวก	127
ภาคผนวก ก.....	128
ภาคผนวก ข.....	130
ภาคผนวก ค.....	135
ภาคผนวก ง.....	148
ประวัติย่อผู้วิจัย	231

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบบูรณาการ.....	36
2 แบบแผนการทดลอง.....	85
3 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	88
4 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	100
5 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	101
6 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	102
7 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้.....	103
8 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	104
9 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	105
10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง ดิน หิน แร่.....	131
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	132
12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่.....	133
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่.....	134
14 ตารางผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	136
15 ตารางผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	137
16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	138

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	139
18 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	140
19 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	141



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการบูรณาการ Story Line Method.....	24
2 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	43
3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์.....	50
4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	56
5 รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้.....	64
6 ระดับของกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน.....	66
7 แสดงองค์ประกอบของสมองกับการคิดวิเคราะห์.....	70



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมากระแสความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคมโลกส่งผลให้ประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย เครื่องมือเครื่องใช้ทันสมัย การเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารไร้พรมแดน มีนวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศหลังไหลเข้าสู่ครัวเรือน จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิต จึงทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดผลกระทบและปัญหาต่าง ๆ เศรษฐกิจอยู่ในสภาพวิกฤตเกิดความผันผวนทางการเมือง ความเสื่อมของวัฒนธรรม ศิลธรรม และระบบการศึกษาที่มีอยู่ ไม่มีบทบาทหรือพลังเพียงพอที่จะเตรียมคนและพัฒนาศักยภาพของคนให้พร้อมรับกับการเปลี่ยนแปลงได้ ประชากรขาดทักษะในการคิดไม่สามารถเชื่อมโยงประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการดำเนินชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมอย่างรุนแรง การเผชิญปัญหาทุกระดับตั้งแต่ปัญหาส่วนตัวไปจนถึงครอบครัว ชุมชนและประเทศ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ปัญหาธรรมชาติไปจนถึงขั้นซับซ้อนที่จำเป็นต้องใช้ความรู้ ความคิด ทักษะต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาและความจำเป็นดังกล่าวจึงนำไปสู่การปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้มีคุณภาพเหมาะสมกับการพัฒนาสังคมไทยและการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก แม้เป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้รับการปรับปรุงและแก้ไขมาโดยตลอด แต่ในปัจจุบันก็ยังพบอุปสรรคอีกมากมาย ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก จึงทำให้มีปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจมากนัก ประเทศไทยนับได้ว่าเป็นประเทศหนึ่งที่มีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการศึกษาในเรื่องของคุณภาพการศึกษา ผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มต่ำลง อีกทั้งยังไม่ได้มีการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถและทักษะสำหรับโลกยุคใหม่อย่างเพียงพอ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นการท่องจำ มากกว่าการคิดวิเคราะห์ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้เด็กไทยคิดไม่เป็น ไม่ชอบที่จะอ่านหนังสือ ดังนั้น การเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนหาความรู้เฉพาะในตำราเรียนเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ การสอนให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ที่พบและสามารถคิดสังเคราะห์ถึงการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้และเป็นปัจจัยในการส่งเสริมความก้าวหน้าของประเทศชาติ (จุฬารัตน์ ต่อบัณฑิต. 2551: 2)

ดังนั้นผู้ศึกษาให้ความสนใจในการจัดการเรียนการสอนคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพฤติกรรมการเรียนการสอนเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่ง ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549) นอกจากนี้ปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วจะเห็นได้จากการส่งเสริมให้ นักเรียนมีความสามารถในการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ของเด็กไทย ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาความคิดของผู้เรียน ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ความคิดวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหากิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ผูกทักษะกระบวนการคิด การจัดสถานการณ์และการประยุกต์ใช้ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ผูกปฏิบัติ ทำเป็น คิดเป็น รวมทั้งปลูกฝังค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน อำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของการเป็นคนเก่ง คนดีและมีความสุข

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยที่ผู้เรียนได้รับการพัฒนาขีดความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ มีความสมดุลทางด้านจิตใจ ร่างกายปัญญาและสังคม เป็นผู้รู้จักคิดวิเคราะห์ รักการเรียนรู้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีทักษะสำหรับการดำรงชีวิต รวมทั้งทักษะทางอาชีพสามารถพึ่งพาตนเองได้และร่วมมือกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นต้น (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 2)

การสอนแบบบูรณาการเป็นการฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ไปผสมผสานกันฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน จอห์น ดิวอี้ กล่าวว่า “การสอนแบบบูรณาการจะสอดคล้องกับชีวิตจริงของเด็ก นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการยังช่วยลดการซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาลดจำนวนเวลาเรียน เป็นการแบ่งเบาภาระผู้สอน รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความคิดประสบการณ์ความสามารถ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ก่อให้เกิดการเรียนรู้ทักษะ กระบวนการและเนื้อหาสาระไปพร้อมกัน” การเรียนรู้แบบบูรณาการก็ยังไม่เข้าถึงชั้นเรียนได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้คือการสอนในชั้นเรียนโดยทั่วไปยังคงเป็นแบบวิธีเดิม คือ การจัดการเรียนรู้แบบรายวิชา เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาบทเรียนและคู่มือครู โดยยึดแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและแนวคิดดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่าการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและแบบสืบเสาะหาความรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้แบบใดจะทำให้เกิดผลดีกับนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพของผู้สอนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้และประยุกต์ใช้ในกลุ่มสาระอื่นได้
3. ผลการวิจัยครั้งนี้ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ทั้งหมด 4 ห้อง จำนวน 180 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ทั้งหมด 2 ห้อง จำนวน 90 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้อง ห้องเรียนละ 45 คน แล้วใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับสลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ จำนวน 45 คน
2. กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 45 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้ เวลา 12 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามความสนใจ ความสามารถ โดยเชื่อมโยงเนื้อหาสาระของวิชาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน มาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถนำความรู้ ทักษะ และเจตคติไปสร้างงาน แก้ปัญหา และใช้ชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง โดยใช้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแกนจากการบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว ที่เชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับหัวข้อเรื่องที่สอดคล้องกัน

1.1 **ขั้นนำ** เป็นขั้นที่เร้าความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยวิธีการอภิปราย ชักถาม ใช้สื่อประเภทต่าง ๆ

1.2 **ขั้นปฏิบัติการ** เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหา และตกลงใจเลือกดำเนินการ หรือเก็บรวบรวมข้อมูล ครูช่วยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม มีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่ในชั้นตอนนี้ ต้องอาศัยทักษะความสามารถของครูที่จะแนะนำกิจกรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถ ตามความถนัดมากที่สุด

1.3 **ขั้นกิจกรรมสรุป** ในขั้นนี้ครูเน้นการบูรณาการของหน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรม โดยมี ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในขณะที่ทำกิจกรรมเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้านเนื้อหามากขึ้น

1.4 **ขั้นประเมิน** การประเมินอาจแบ่งออกเป็นการวัดความรู้วัดความเข้าใจในด้าน วิชาการประเมินความสามารถในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมของการเรียนการสอน และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน รู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มี 3 ขั้น ตอน ดังนี้

2.1 **ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง** หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลอง ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2.2 **ขั้นปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอย ควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุนให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

2.3 **ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง** หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองสรุปเป็นความรู้ รวมทั้ง อภิปรายถึงข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลองและ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดย วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน (รุ่งนภา เบญจมาศย์. 2551; อ้างอิงจาก สสวท. 2546: 11) ดังนี้

3.1 **ความรู้** ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริงความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

3.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปล ความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.3 การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะความรู้ ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

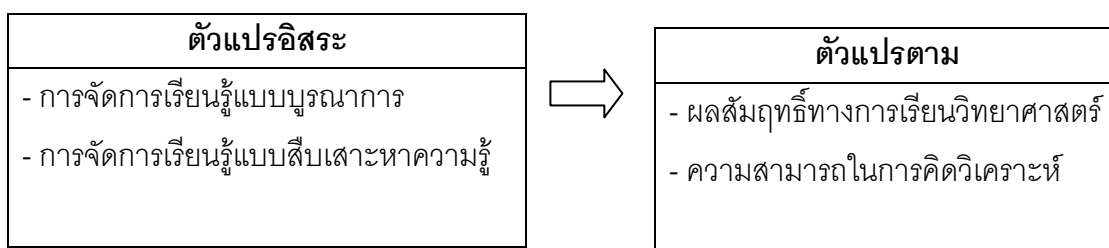
4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะจำแนก แยกแยะคิดวิพากษ์วิจารณ์อย่างเป็นระบบที่สมเหตุสมผล ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การบันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง โดยใช้ ความรู้ประสบการณ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยที่มีการกำหนดสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ตามลำดับขั้นตอน วิธีการทางวิทยาศาสตร์และวัดผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) โดยวัดจากคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุม ความสามารถของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาระสำคัญอะไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มี เหตุผลอย่างไร หรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน

4.2 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้อง ของส่วนสำคัญต่าง ๆ ของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นจะ ส่งผลกระทบอย่างไร

4.3 ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ ส่วนสำคัญ ในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.1 ความหมายของการบูรณาการ
 - 1.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.3 สภาพจริงของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.4 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.5 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการ
 - 1.6 ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนบูรณาการ
 - 1.7 การจัดเนื้อหาวิชาและการจัดกิจกรรมแบบบูรณาการ
 - 1.8 หลักการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ
 - 1.9 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.10 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.11 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.12 ประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 1.13 ข้อควรคำนึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.2 กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์
 - 3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
 - 4.1 ความหมายของทักษะการคิด
 - 4.2 ประเภทของการคิด
 - 4.3 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 4.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
 - 4.5 หลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์
 - 4.6 สมองกับการคิดวิเคราะห์
 - 4.7 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
 - 4.8 แนวทางในการพัฒนาความคิดวิเคราะห์
 - 4.9 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
 - 4.10 กระบวนการการคิดเชิงวิเคราะห์
 - 4.11 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการ

1.1 ความหมายของการบูรณาการ

คำว่า “บูรณาการ” เป็นศัพท์บัญญัติที่มุ่งให้มีความหมายตรงกับคำว่า Integration ในภาษาอังกฤษ หมายถึง ลักษณะของการผสมผสานเนื้อหาวิชาหรือวิธีสอนเพื่อส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีประสบการณ์ในอันที่จะรวบรวมความคิด มโนทัศน์ ความรู้ ทักษะ และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาพร้อมที่นำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ (รุ่งนภา เบญจมาตย์. 2551: 8; อ้างอิงจาก ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา. 2547: 13)

ก๊าด (รุ่งนภา เบญจมาตย์. 2551: 8; อ้างอิงจาก Good. 1973: 308) กล่าวว่า การบูรณาการเป็นกระบวนการรวบรวมรายวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วนำมาแสดงออกในเชิงกิจกรรมหรือโครงการเดียวกัน

ปีน (รุ่งนภา เบญจมาศย์. 2551: 8; อ้างอิงจาก Beane. 1991: 9; UNESCO. 1998: 10) กล่าวว่า การบูรณาการเป็นการสร้างความรู้และประสบการณ์ขึ้นใหม่ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกันทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน

ลาร์ดิเชบอล และคนอื่น ๆ (รุ่งนภา เบญจมาศย์. 2551: 8; อ้างอิงจาก Lardizabal; et al. 1970: 141) ได้ให้ความหมายการสอนแบบบูรณาการว่าเป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน เน้นความสนใจ ความสามารถและความต้องการของผู้เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ ให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาพัฒนาบุคลิกและทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์

ทิสนา แชมมณี และคนอื่น ๆ (รุ่งนภา เบญจมาศย์. 2551: 8; อ้างอิงจาก ทิสนา แชมมณี; และคนอื่น ๆ. ม.ป.ป.: 48, 54-59) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการฝึกทักษะการคิดให้กับผู้เรียนโดยผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ความรู้มาผสม กลมกลืนเป็นหนึ่งเดียว ทำให้เกิดความรู้แบบองค์รวม ซึ่งทักษะกระบวนการคิดดังกล่าว ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การสำรวจรวบรวมข้อมูล การเปรียบเทียบ การคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยง ทักษะการผสมผสานข้อมูล ทักษะการสร้างองค์ความรู้ใหม่และทักษะการประยุกต์ใช้องค์ความรู้

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ (รุ่งนภา เบญจมาศย์. 2551: 9; อ้างอิงจาก ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์. 2549: 1) กล่าวว่า “การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ” เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยผสมผสานความรู้ในกลุ่มสาระวิชาเดียวกัน เข้าด้วยกันหรือเชื่อมโยงความรู้ให้สัมพันธ์กับกลุ่มสาระวิชาอื่น ๆ ได้อย่างผสมกลมกลืน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ ซึ่งอาจจะให้นักเรียนเขียนออกมาในรูปแบบรายงาน (Report) หรือจัดกระบวนการเรียนรู้แบบโครงการ (Project Work)

สาโรช บัวศรี (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 12; อ้างอิงจาก สาโรช บัวศรี. 2521: 3-12) กล่าวว่า บูรณาการ หมายถึงความสมบูรณ์ที่ปราศจากความกังวล ปราศจากความทรมานใจและทรมานกาย ปราศจากปัญหาที่ร้ายแรงจนแก้ปัญหาไม่ไหว บูรณาการกับสมดุลมีความหมายทำนองเดียวกัน การมีสมดุลหรือการมีความสมบูรณ์ จึงเป็นสิ่งจำเป็นและพึงประสงค์ยิ่งในชีวิตของมนุษย์ทุกคน ด้านการเรียนการสอน วิธีที่จะช่วยฝึกให้นักเรียนคิดได้ คิดเป็นแก้ปัญหาเป็น จะช่วยก่อให้เกิดบูรณาการขึ้นเมื่อได้รู้จักวิธีการแก้ปัญหาเขาจะติดตัวนำไปใช้ได้

อรทัย มูลคำและคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 13; อ้างอิงจาก อรทัย มูลคำ; และคนอื่น ๆ. 2542: 23) ให้ความหมายของบูรณาการว่า บูรณาการหมายถึงการนำศาสตร์วิชาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการจัดหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรที่พัฒนาแล้วหรือดำเนินการแล้วเรียกว่า หลักสูตรบูรณาการ (Integrated Curriculum)

คือหลักสูตรที่นำเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาหลอมรวมเข้าด้วยกัน ทำให้เอกลักษณ์แต่ละวิชาหมดไป เกิดเป็นเอกลักษณ์ใหม่ของหลักสูตรโดยรวมเช่นเดียวกับการเรียนการสอนแบบบูรณาการ คือเน้นองค์รวมของเนื้อหาวิชามากกว่าองค์ความรู้แต่ละวิชา และเน้นที่การเรียนรู้ของผู้เรียนสำคัญยิ่งกว่าการบอกเนื้อหาของผู้ครู

วิเศษ ชินวงศ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 13; อ้างอิงจาก วิเศษ ชินวงศ์. 2544: 23) กล่าวว่า การบูรณาการ หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียน โดยมีการเชื่อมโยงและผสมผสานกระบวนการสอน และสร้างคุณธรรมให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน ให้ผู้เรียนนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

อาจกล่าวโดยสรุปว่า การสอนแบบบูรณาการทำให้เกิดการเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นความรู้กับเหตุการณ์รอบ ๆ ตัวหรือเนื้อหาอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้เกิดกระบวนการคิดเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เกิดความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการได้มีผู้ให้ความหมายต่าง ๆ กันไว้ดังนี้

ลารดิซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 13; อ้างอิงจาก Lardizabal; et al. 1970: 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการหมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ยังผลให้เกิดการพัฒนาบุคลิกในทุก ๆ ด้าน นักเรียนปรับตัวและตอบสนองต่อทุกสถานการณ์ การแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับการประสบการณ์และความรู้พื้นฐาน การจัดการเรียนรู้ควรให้ความสำคัญกับครูและนักเรียนเท่าเทียมกัน การทำ กิจกรรมมีการทำงานร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย

สุมานิน รุ่งเรืองธรรม (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 13; อ้างอิงจาก สุมานิน รุ่งเรืองธรรม. 2522: 32) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หมายถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย ให้เข้าใจความเป็นไปที่สำคัญของสังคม เพื่อดัดแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนให้เข้ากับสภาพชีวิตจริงได้ยิ่งกว่าเดิม

สงัด อุทรานันท์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 14; อ้างอิงจาก สงัด อุทรานันท์. 2532: 221) ได้ให้ความหมายของหลักสูตรบูรณาการ ว่าเป็นหลักสูตรที่มีการผสมผสานกันระหว่างเนื้อหาวิชามากที่สุด ไม่ปรากฏเด่นชัดว่าวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักสำคัญของหลักสูตร การจัดหลักสูตรแบบบูรณาการเป็นการหนีจากการเน้นเนื้อหาวิชาเป็นอย่างมาก การจัดหลักสูตรแบบบูรณาการ อาจทำได้โดยลักษณะหนึ่งหรือหลายลักษณะรวมกันดังนี้

1. จัดโดยยึดเด็กเป็นศูนย์กลาง (Child – Centered Curriculum)
2. จัดโดยยึดเอาสภาพปัญหากิจกรรม หรือการดำรงชีวิตในสังคมเป็นศูนย์กลาง

ดุซงึ่ สีตลวรวงศ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 14; อ้างอิงจาก ดุซงึ่ สีตลวรวงศ์. 2538: 48) ในการจัดการเรียนรู้จะมี 3 เรื่องใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ของคำว่า “บูรณาการ” คือ วิวัฒนาการของแนวคิดเกี่ยวกับบูรณาการ หลักคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เป็นบูรณาการ และแนวในการจัดระบบสนับสนุน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพจากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการหมายถึง การนำเอาโครงสร้างเนื้อหาความรู้และกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในแต่ละวิชาหรือมีความแตกต่างกันของแต่ละวิชามาหลอมรวมเข้าด้วยกัน โดยมีหลักในการเชื่อมโยงเป็นแกนเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนและในการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.2 ลักษณะสำคัญของการบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 14; อ้างอิงจาก Lardizabaland; et al. 1970: 142-143) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการต้องยึดหลักสำคัญที่ว่า แกนกลางของประสบการณ์อยู่ที่ความต้องการของผู้เรียนและประสบการณ์ในการเรียนรู้ จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้อาจแบ่งแยกออกเป็นประเภทใหญ่ได้ 3 ประเภท

1. หน่วยเนื้อหา (Subject – Matter Unit) เป็นการเน้นหน่วยเนื้อหาหรือหัวข้อเรื่องต่าง ๆ หลักการหรือสิ่งแวดล้อม
2. หน่วยความสนใจ (Center of Interest Unit) จัดเป็นหน่วยขึ้นโดยพื้นฐานความสนใจและความต้องการ หรือจุดประสงค์เด่น ๆ ของผู้เรียน
3. หน่วยเสริมสร้างประสบการณ์ (Integrative Experience Unit) เป็นการรวบรวมประสบการณ์ หรือจุดเน้นอยู่ที่ผลการเรียนรู้และสามารถนำไปสู่การปรับพฤติกรรม การปรับตัวของผู้เรียน

หน่วยดังกล่าว หมายถึง กลุ่มกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดไว้เพื่อสนองจุดมุ่งหมายหรือสำหรับการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง การเรียนเริ่มจากจุดสนใจใหญ่ แล้วแยกไปสู่กิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดไว้ได้

สุมิตร คุณากร (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 15; อ้างอิงจาก สุมิตร คุณากร. 2581: 41) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการเป็นการสัมพันธ์ความรู้ซึ่งแยกออกเป็นวิธีย่อย ๆ ได้ 4 วิธีคือ

1. นำเอาความรู้อื่นที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่กำลังสอนมาสัมพันธ์กัน
2. นำเอาความรู้เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุที่เป็นผลเกี่ยวเนื่องกับเรื่องที่กำลังสอนมาสัมพันธ์กัน
3. ปรับงานที่让孩子ทำให้มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในสังคม

4. พยายามนำสิ่งที่เป็นแกนเข้าไปผนวกกับสิ่งที่กำลังสอนทุกครั้งที่มีโอกาสจะสอดแทรกแกนดังกล่าวนี้เป็นความคิดรวบยอด ทักษะและค่านิยม

บันลือ พฤษวัน (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 15; อ้างอิงจาก บันลือ พฤษวัน. 2524: 141) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบูรณาการว่า

1. เป็นการสอนโดยใช้หน่วยหรือแกนวิชา
2. ต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียน
3. เลือกเนื้อหากิจกรรมได้สอดคล้องกับฤดูกาล
4. เลือกเนื้อหาและกิจกรรมกลุ่มของวิชาต่าง ๆ ที่สัมพันธ์สอดคล้องกันมาทำการ

ผสมผสาน

5. ลำดับความยากง่ายให้เป็นไปตามขั้นตอน
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอนแต่ละหน่วยไว้ให้เพียงพอ

เสริมศรี ไชยสร และคนอื่นๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 15; อ้างอิงจาก เสริมศรี ไชยสร; และคนอื่นๆ. 2526: 55) ได้แบ่งลักษณะการบูรณาการไว้ 2 ลักษณะดังนี้คือ

1. บูรณาการเชิงเนื้อหา คือ การผสมผสานของเนื้อหาวิชาของการหลอมรวมแบบแกนหรือแบบสหวิทยาการจะเป็นหน่วยก็ได้ หรือเป็นโปรแกรมก็ได้ นอกจากนี้อาจเป็นการผสมผสานของเนื้อหาวิชาในแง่ของทฤษฎีและการปฏิบัติ หรือเนื้อหาวิชาที่สอนกับชีวิตจริง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีดังนี้

- 1.1 บูรณาการส่วนทั้งหมด (Total Integration) คือการรวมเนื้อหาประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการจะให้นักเรียนเรียนรู้หลักสูตรหรือโปรแกรม จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดปัญหาเป็นแนวเรื่อง (Theme) เป็นแกน ซึ่งปัญหาหรือแนวเรื่องที่จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงตัวความรู้ที่มาจากวิชาต่าง ๆ ในโปรแกรมซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและปัญหาสังคมทั้งหมด

- 1.2 บูรณาการเป็นบางส่วน (Partial Integration) เป็นการรวมประสบการณ์ของบางสาขาวิชาเข้าด้วยกัน อาจเป็นลักษณะของหมวดวิชาหรือกลุ่มวิชาภายในสัมพันธ์กันอย่างดี ดังนั้นการจัดบูรณาการเป็นบางส่วน อาจจะได้จัดได้ทั้งในสาขาวิชาและระหว่างสาขาวิชา หรือจัดเป็นการบูรณาการแบบโครงการ ซึ่งการจัดแบบโครงการนี้แต่ละรายวิชา ก็จะเป็นรายวิชาเช่นปกติ แต่จะจัดประสบการณ์ให้เป็นบูรณาการในรูปของโครงการ อาจเป็นโครงการของนักเรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

2. บูรณาการเชิงวิธีการ คือการผสมผสานการสอนวิธีการต่าง ๆ โดยใช้สื่อผสมและใช้วิธีการประสมให้มากที่สุด

ถาวร บัวศรี (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 16; อ้างอิงจาก ถาวร บัวศรี. 2532: 156) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการบูรณาการไว้ 5 ประการ คือ

1. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และกระบวนการเรียนรู้
2. เป็นการบูรณาการระหว่างพัฒนาการของความรู้และพัฒนาการทางจิตใจ
3. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และการกระทำ
4. เป็นการบูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนในโรงเรียนกับสิ่งที่ป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน
5. เป็นการบูรณาการระหว่างวิชาต่างๆ

UNESCO-UNEP (จุฬารัตน์ ต่อมหิรัญพฤกษ์. 2551: 16; อ้างอิงจาก UNESCO-UNEP.

1994: 51) กำหนดลักษณะของการบูรณาการการเรียนการสอนไว้ 2 แบบคือ

1. แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ได้แก่ การสร้างเรื่อง (Theme) ขึ้นมาแล้วนำความรู้จากวิชาต่าง ๆ มาโยงสัมพันธ์กับหัวเรื่องนั้นซึ่งบางครั้งเราก็อาจเรียกวิธีการบูรณาการแบบนี้ว่าสหวิทยาการแบบหัวข้อ (Thematic Interdisciplinary Studies) หรือการบูรณาการที่เน้นการนำไปใช้เป็นหลัก (Application – First Approach)

2. แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) ได้แก่การนำเรื่องที่ต้องการจะจัดให้เกิดการบูรณาการไปสอดแทรก (Infusion) ไว้ในวิชาต่าง ๆ ซึ่งบางครั้งเราก็อาจเรียกวิธีการบูรณาการแบบนี้ว่า การบูรณาการที่เน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลัก (Discipline – First Approach) สำนักงานพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (2540: 7) ได้แบ่งลักษณะการสอนแบบบูรณาการมี 2 แบบคือ การบูรณาการภายในวิชาและการบูรณาการระหว่างวิชา การบูรณาการภายในวิชา มีจุดเน้นอยู่ภายในวิชาเดียวกัน ส่วนการบูรณาการระหว่างวิชา เป็นการเชื่อมโยงหรือรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่สองวิชาขึ้นไปภายใต้หัวเรื่อง (Theme) เดียวกัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในศาสตร์หรือความรู้ในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อการแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การเชื่อมโยงความรู้หรือทักษะระหว่างวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อการแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การเชื่อมโยงความรู้และทักษะระหว่างวิชาต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง ไม่ใช่เพียงผิวเผิน และมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากขึ้น การสอนแบบบูรณาการทั้งสองแบบมีหลักการเช่นเดียวกันกล่าวคือ มีการกำหนดหัวเรื่องเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ มีการวางแผนการจัดกิจกรรมและโครงการต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจะต้องศึกษา ลงมือปฏิบัติ และได้นำไปจัดการสอนแบบบูรณาการ 4 รูปแบบคือ

1. การสอนแบบบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) การสอนรูปแบบนี้ครูผู้สอนวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาวิชาอื่น ๆ เข้าไปในการสอนของตนเป็นการวางแผนการสอนและเป็นการสอนโดยครูคนเดียว

2. การสอนบูรณาการแบบขนาน (Parallel Instruction) การสอนตามรูปแบบนี้ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปสอนต่างวิชากัน ต่างคนต่างสอนแต่ต้องวางแผนการสอนร่วมกัน โดยมุ่งสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาเดียวกัน (Theme/ Concept/ Problem) ระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจร่วมกันว่าจะสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหานั้น ๆ อย่างไรในวิชาของแต่ละคน งานหรือการบ้านที่มอบหมายให้นักเรียนทำ จะแตกต่างกันไปแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดจะต้องมีหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาร่วมกัน

3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) การสอนตามรูปแบบนี้คล้าย ๆ กับการสอนบูรณาการแบบขนาน กล่าวคือ ครูตั้งแต่สองคนขึ้นไปสอนต่างวิชากัน มุ่งสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาเดียวกัน ต่างคนต่างแยกกันสอนส่วนใหญ่ แต่มีการมอบหมายงานหรือโครงการ (Project) ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ครูทุกคนจะต้องวางแผนร่วมกัน เพื่อที่จะระบุว่า จะสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหานั้น ๆ ในแต่ละวิชาอย่างไร และวางแผนร่วมกัน (หรือกำหนดงานที่จะมอบหมายให้นักเรียนร่วมกันทำ) และกำหนดว่าจะแบ่งโครงการนั้นออกเป็นโครงการย่อย ๆ ให้นักเรียนปฏิบัติแต่ละรายวิชาอย่างไร

4. การสอนบูรณาการข้ามวิชาหรือเป็นคณะ (Transdisciplinary Instruction) การสอนตามรูปแบบนี้ครูที่สอนวิชาต่าง ๆ จะร่วมกันสอนเป็นคณะหรือเป็นทีม ร่วมกันวางแผนปรึกษาหารือ และกำหนดหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาร่วมกัน แล้วร่วมกันดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มเดียวกัน

วิเศษ ชินวงศ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 17; อ้างอิงจาก วิเศษ ชินวงศ์. 2544: 22-29) ได้แบ่งรูปแบบการสอนแบบบูรณาการมีรูปแบบดำเนินการ 2 ลักษณะ

1. เป็นการบูรณาการภายในวิชา (Single Subject Integration) เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวไปสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริงในบริบทที่มีความหมาย ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีความหมาย

2. เป็นการบูรณาการระหว่างวิชา โดยเชื่อมโยงหรือรวมศาสตร์ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไปภายใต้หัวเรื่อง (Theme) เดียวกัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและในทักษะในศาสตร์หรือความรู้ในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชา ขึ้นไป เพื่อแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและใกล้เคียงกับชีวิตจริง แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ โดยมีรูปแบบการสอนบูรณาการเหมือนกับรูปแบบการสอนบูรณาการของสำนักโครงการทรัพยากรมนุษย์ คือ

- 2.1 การสอนบูรณาการแบบการสอดแทรก
- 2.2 การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน
- 2.3 การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ
- 2.4 การสอนบูรณาการแบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ

เบล (จู่ฟาร์ตัน ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 18; อ้างอิงจาก Bell. 1988. *Storyline Method*.) ได้สร้างและพัฒนาการสอนแบบบูรณาการที่เรียกว่า สตอรีไลน์ เมททอด (Storyline Method) ขึ้นโดยเป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำแนวคิดของบูรณาการ การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียนเชื่อมโยงออกไปสู่ชีวิตจริง การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยสามารถยืดหยุ่นเวลา และกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นธรรมชาติ สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียนทำให้ ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ ผลงานที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมสร้างสรรค์ขึ้น ในกิจกรรมการเรียนการสอน จะช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจ เจตคติและทักษะที่เกี่ยวข้องกับเนื้อ หาวิชาไปพร้อม ๆ กัน เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านสติปัญญา ด้านอารมณ์ เจตคติและด้านทักษะ เป็นวิธีการที่ให้อำนาจแก่นักเรียน (Learner empowerment) คือให้โอกาสผู้เรียนสร้างหรือปรับแต่งโครงสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ และได้แสดงกระบวนการในการได้มาซึ่งความรู้ นั้น ๆ รับผิดชอบต่อความรู้ที่สร้างขึ้น

จากรายละเอียดข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดการบูรณาการเชิงเนื้อหา เป็นหลักในการทำวิจัย เพราะการบูรณาการเชิงเนื้อหา เป็นลักษณะของการเรียนรู้ที่ใช้ความรู้ที่มากกว่าเนื้อหาวิชาเดียว โดยเน้นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงหาความรู้ ที่จะนำมาแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง หรือการจัดการเรียนการสอนที่นำเอาเรื่องต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตมาสอดแทรกในเนื้อหาวิชา ยึดถือสภาพการนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันเป็นหลัก

1.3 สภาพจริงของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

วิเศษ ชิดวงศ์ (จู่ฟาร์ตัน ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 18; อ้างอิงจาก วิเศษ ชิดวงศ์. 2544: 26) กล่าวถึงการพัฒนาและการประเมินตามสภาพการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไปของครูพบว่า

1.3.1 การบูรณาการระหว่างวิชาต่าง ๆ สามารถนำไปสอนในระดับประถมศึกษาได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะรูปแบบที่ 1 แบบสอดแทรก เพราะประถมศึกษาสอนทุกวิชาด้วยตนเองจึงสามารถนำวิชาต่าง ๆ เข้ามาสอดแทรกในการสอนทุกครั้ง แต่การบูรณาการรูปแบบอื่น ๆ ยังไม่พบและครูก็ยังไม่สะดวกที่จะดำเนินการเพราะยุ่งยากในการวางแผน และโครงสร้างการบริการและการดำเนินงานของโรงเรียนยังไม่เอื้อที่จะให้ครูมาร่วมคิดร่วมวางแผนการสอนเข้าด้วยกัน

1.3.2 การสอนบูรณาการระดับมัธยมศึกษาค่อนข้างมีปัญหาและอุปสรรคมาก เนื่องจากครูแต่ละคนถนัดสอนวิชาเดียว จะสอนบูรณาการตามรูปแบบที่ 1 ก็มีปัญหามาเนื่องจากไม่มั่นใจในเนื้อหาของวิชาอื่นเพียงพอ และการจัดตารางสอน โปรแกรมของนักเรียนก็แยกออกจากกัน รับผิดชอบเป็นรายคนรายวิชาไป

1.3.3 หัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการคือ ครูตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป มาร่วมวางแผนการสอนการแบ่งงานกันสอน แต่จากระบบการบริหารและการจัดครูเข้าสอน จะจัดตามวิชาเอกหรือความถนัดหรือวิชาเอกเป็นการแบ่งคาบที่ชัดเจนตามสัดส่วนที่หลักสูตรกำหนด ครูแต่ละคน มุ่งที่จะสอนตามคาบเวลาสัดส่วนของตน จึงมีความเป็นไปได้น้อยมากที่จะมาวางแผนการสอนร่วมกัน อย่างบูรณาการ

1.3.4 ครูส่วนใหญ่ยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ในการสอนแบบบูรณาการและโดยลักษณะเฉพาะของคนไทยมีข้อดีอยู่ในการทำงานร่วมกับคนอื่น ส่วนมากจะถนัดงานเดี่ยว ที่ใช้ความสามารถเฉพาะตัวมากกว่าการร่วมคิดร่วมทำ

1.4 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ในการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการนั้นควรคำนึงถึงลักษณะสำคัญ ดังต่อไปนี้

ถำรงค์ บัวศรี (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 19; อ้างอิงจาก ถำรงค์ บัวศรี. 2536: 180-182)

1. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ เพราะในปัจจุบันมีปริมาณ ความรู้มากขึ้นเป็นทวีคูณ รวมทั้งมีความสลับซับซ้อนขึ้นเป็นลำดับ การเรียนการสอนด้วยวิธีเดิมเช่น การบอกเล่า การบรรยาย และการท่องจำ อาจจะไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ ผู้เรียนควรเป็นผู้สำรวจความสนใจของตนเอง ว่าความรู้ที่หลากหลายนั้นอะไรคือสิ่งที่ตนเองสนใจ อย่างแท้จริง ตนเองจะแสวงหาความรู้เพื่อตอบสนองของความสนใจเหล่านี้ได้อย่างไรเพียงใด และด้วย กระบวนการอย่างไร

2. เป็นการบูรณาการระหว่างพัฒนาการทางความรู้และการพัฒนาการทางจิตใจ นั่นคือ การให้ความสำคัญแก่ จิตพิสัย คือ เจตคติ ค่านิยม ความสนใจในและสุนทรียภาพแก่ผู้เรียนในการ แสวงหาความรู้ด้วย ไม่ใช่เน้นแต่เพียงองค์ความรู้หรือพุทธิพิสัยแต่เพียงอย่างเดียว

3. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และการกระทำ ความสัมพันธ์ของการบูรณาการ ระหว่างความรู้ และการกระทำในข้อนี้ยังมีนัยแห่งความสำคัญ และความสัมพันธ์ดังกล่าวไว้แล้วใน ข้อที่สองเพียงแต่เปลี่ยนจิตพิสัย เป็นทักษะพิสัยเท่านั้น

4. การบูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนในโรงเรียน กับสิ่งที่ป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน คือ การตระหนักถึงความสำคัญแห่งคุณภาพชีวิตของผู้เรียน เมื่อใดผ่านกระบวนการเรียนการสอนตาม หลักสูตรแล้ว สิ่งที่เรียนที่สอนในห้องเรียนจะต้องมีความหมาย และมีคุณค่าต่อชีวิตผู้เรียนอย่างแท้จริง

5. เป็นการเรียนรู้ระหว่างวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เจตคติ และการกระทำที่เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียนอย่างจริง ตอบสนองต่อคุณค่าในการดำรงชีวิตของผู้เรียนแต่ละคน การบูรณาการความรู้ของวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อตอบสนองความต้องการและเพื่อตอบปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ควรจะทำในขั้นตอนของการบูรณาการหลักสูตรการเรียนการสอนไม่ว่าจะมีเป็นการบูรณาการแบบใดก็ตาม ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะต้องคำนึงถึงหลักการสำคัญ 5 ประการ ประกอบด้วยเสมอไป ซึ่งได้แก่

1. การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น

2. การส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยส่งเสริมให้มีกิจกรรมกลุ่มลักษณะต่าง ๆ หลากหลายในการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างแท้จริงด้วยตนเอง

3. จัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน โดยผู้เรียนได้มีโอกาสได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเข้าใจง่าย ตรงกับความเป็นจริง สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างได้ผล และส่งเสริมให้มีโอกาสได้ปฏิบัติจริงจนเกิดความสามารถและทักษะที่ติดเป็นนิสัย

4. จัดบรรยากาศชั้น เรียนที่ส่งเสริมผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกล้ำคึกคักกล้าคิดกล้าทำ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้แสดงออกซึ่งความรู้สึกนึกคิดของตนเองต่อสาธารณชน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทั้งนี้เพื่อสร้างเสริมความมั่นใจให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน

5. เน้นการปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม จริยธรรมที่ถูกต้องดีงาม ให้ผู้เรียนจำแนกแยกแยะความถูกต้องดีงามและความเหมาะสมได้ สามารถจัดความขัดแย้งได้ด้วยเหตุผล มีความกล้าหาญทางจริยธรรม และแก้ไขปัญหาด้วยปัญญาและความสามัคคี

นอกจากนี้ควรคำนึงถึงความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนประกอบด้วย เพราะในปัจจุบันนักจิตวิทยาทางการศึกษาเชื่อว่ามนุษย์มีความสามารถทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน

ลาร์ดิซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 20; อ้างอิงจาก Lardizabal; et al. 1970: 142) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายในการสอนบูรณาการไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้เด็กรู้สึกปลอดภัย มีความพึงพอใจ มีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะและยอมรับผู้อื่น

2. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน

3. ช่วยพัฒนาค่านิยม บรรยากาศในชั้นเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาจริยธรรม มาตรฐานการทำงาน มาตรฐานของกลุ่ม ความซาบซึ้ง ในการทำงานและความซื่อสัตย์

4. ช่วยพัฒนาวินัยในตนเอง โดยส่งเสริมความสามารถในการทำงาน และการควบคุมอารมณ์ของนักเรียน

5. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาความสามารถทางด้านการแสดงออกด้านศิลปะ ดนตรี การละคร ฯลฯ เช่นเดียวกันกับทางด้านสังคม วิทยาศาสตร์และวรรณคดี

6. เพื่อนักเรียนมีโอกาสได้ร่วมกิจกรรมในสังคม เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับกลุ่มและเป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่ม

7. ช่วยวัดผลการเรียนรู้ โดยการนำวิธีการตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนทั้งรายบุคคลและกลุ่ม

จากจุดมุ่งหมายการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทั้งหมดที่กล่าวมา พอจะสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่ให้ผู้เรียนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับแนวการดำเนินการหลักสูตรที่ได้เน้นให้มีการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ แต่อยู่ในกรอบที่สัมพันธ์กับความเป็นจริงในการดำรงชีวิตที่จะต้องปฏิบัติสัมพันธ์ที่ดีต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย

1.5 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 21; อ้างอิงจาก Lardizabal; et al. 1970: 142) ได้นำเสนอขั้นตอนในการสอนบูรณาการ ไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Initiating the unit) เป็นขั้นที่ครูสร้างความสนใจหรือนำทางให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงปัญหาที่ผู้เรียนประสบอยู่ ครูอาจมีวิธีเริ่มหน่วยได้หลายวิธี เช่นการจัดสภาพห้องเรียนให้สร้างความสนใจใคร่รู้ ใช้โอกาสพิเศษและเหตุการณ์สำคัญเป็นการเริ่มหน่วย การศึกษานอกสถานที่ ปัญหาต่าง ๆ ในครอบครัวหรือโรงเรียน อาจนำการเริ่มต้นหน่วย การใช้สื่อต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ สไลด์ เทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ การเล่าเรื่องบทความหรือบทประพันธ์นำมาใช้เริ่มต้นหน่วยได้ หน่วยการเรียนอาจเริ่มต้นจากข้อเสนอแนะบางด้านของโรงเรียนท้องถิ่น ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การกระทำ ครูอาจตั้งคำถามว่าเราจะแก้ปัญหานี้อย่างไร เราจะต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง และอะไรเป็นปัญหาย่อยที่เราต้องแก้ไขก่อนปัญหาใหญ่

2. ขั้นปฏิบัติ (Point of experience) เป็นขั้นที่ครูเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาตามกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การให้คำแนะนำจากครูมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่กัน ในขั้นนี้การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น ครูจะต้องมีทักษะและความสามารถในการแนะนำกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การค้นคว้า การเก็บรวบรวมข้อมูล การรวบรวมวัสดุอุปกรณ์ การอ่าน การทัศนศึกษา การเขียนและการแปลความจากภาพสถิติ การสัมภาษณ์ เป็นต้น

3. ขั้นสรุปกิจกรรม (Culminating Activities) ขั้นนี้ครูเน้นที่บูรณาการ (Integration) หน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างแบ่งงานกันทำดังนั้นการผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกันเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ผู้เรียนควรได้รับคำแนะนำให้สังเกตค้นคว้าหาว่ากิจกรรมของตนเอง สามารถตอบคำถามของกลุ่มใหญ่ได้อย่างไร และการเสนอผลงานของตนเองให้เพื่อน ๆ ที่ไม่ได้ทำกิจกรรมตรงส่วนนั้น ได้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง การใช้การสื่อความหมายอย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพ วิธีการกลุ่มแลกเปลี่ยนหรือการรายงานการค้นคว้าของตนเป็นโอกาสของการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ฝึกการแสดงออกในทางสร้างสรรค์ (Creative Expression) การที่ผู้เรียนโยงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหน่วยย่อยเข้ากันเป็นงานของกลุ่มใหญ่ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้านเนื้อหา ฝึกทักษะความสามารถในการพัฒนาเจตคติ ในการเสนอผลงานของผู้เรียนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น จัดแสดงนิทรรศการ การสาธิต การทดลอง การแสดงละคร การรายงาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลงานเหล่านี้จะต้องมีการอภิปรายกลุ่มตามมา

4. ขั้นประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลถือเป็นกระบวนการต่อเนื่องในทุกๆระยะของการเรียน การสอนไม่ได้หมายถึงการวัดผลขั้นสุดท้ายเท่านั้นการประเมินผลอาจแบ่งออกเป็น การวัดความรู้ความเข้าใจด้านวิชาการ ประเมินความสามารถในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม และความสามารถระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนจะต้องได้รับการกระตุ้นให้ตระหนักว่าการประเมินผลของกลุ่มเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งกว่าสิ่งที่ครูประเมิน เพราะในขณะที่ผู้เรียนต้องประเมินผลการทำงานของตน จะช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการดำเนินงานของตนและกลุ่มได้

ประยูรศรี สุยะสุมานนท์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 22; อ้างอิงจาก ประยูรศรี สุยะสุมานนท์. 2521: 22-26) ได้เสนอขั้นตอนในการสอน เพื่อส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมุติฐาน
- ขั้นที่ 3 ขั้นการทดลอง
- ขั้นที่ 4 ขั้นวิเคราะห์การทดลอง

อัจฉรา ชีวพันธ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 23; อ้างอิงจาก อัจฉรา ชีวพันธ์. 2538: 27-31) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา ในการสอนแต่ละครั้งผู้สอนจะต้องวิเคราะห์เนื้อหาให้ถ่องแท้ เพื่อจัดหาแนวทางในการจัดทำสื่อ กิจกรรมให้เหมาะสม ตลอดจนนึกดูว่าเนื้อหาใดสามารถบูรณาการกับกลุ่มประสบการณ์ใดได้บ้างและจะใช้วิธีการใด

2. เลือกสื่อให้เหมาะสม การเลือกหาวิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บูรณาการได้อย่างเหมาะสมจะช่วยให้การดำเนินการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น และประสมประสานกันระหว่างกลุ่มประสบการณ์ต่าง ๆ ดังนั้นผู้สอนควรพิจารณาให้ได้ว่าเนื้อหาควรใช้กิจกรรมใด

3. จัดให้กลมกลืน หลังจากผู้สอนสามารถเลือกหากิจกรรมและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีความสมบูรณ์ได้แล้ว ผู้สอนควรคำนึงถึงความกลมกลืนของเนื้อหาและกิจกรรมว่าเหมาะสมสอดคล้องเพียงใดใช้เวลาอย่างน้อยแค่ไหน เหมาะกับกาลเทศะหรือไม่

4. สร้างความนิยมชื่นชมในกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งจะบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอย่างหนึ่งคือ ความประทับใจและเจตคติของผู้เรียน ดังนั้น การที่ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้สร้างความนิยมชื่นชมให้ผู้เรียน จึงนับว่าสำคัญอย่างยิ่งเพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขอย่างแท้จริง ตลอดจนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน

5. จัดจำได้อย่างดี การเรียนการสอนที่มีกฎเกณฑ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนจดจำได้ดีขึ้นมีผลดีกับผู้เรียนอย่างยิ่ง ถ้าผู้สอนได้มีความพยายามให้ผู้เรียนได้มีการจดจำอย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ ไม่จำแบบนกแก้วนกขุนทอง

6. มีทักษะในการนำไปใช้ เป้าหมายสุดท้ายเป็นการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนจะต้องเกิดทักษะที่สามารถนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างดีด้วย ไม่อยู่ในลักษณะที่ “ความรู้ท่วมหัวตัวไม่รอด”

1.6 ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนบูรณาการ

สำนักงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (2540: 16-19) ได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างบทเรียนบูรณาการ ตามรูปแบบการสอนแบบบูรณาการทั้ง 4 รูปแบบ ดังนี้

การสอนตามรูปแบบที่ 1 แบบสอดแทรก (Infusion Instruction) และรูปแบบที่ 2 มีแบบขนาน (Parallel Instruction) มี 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 เลือกหัวเรื่อง (Theme) ก่อน แล้วดำเนินการพัฒนาหัวเรื่องให้สมบูรณ์ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ชัดเจน กำหนดแหล่งข้อมูลหรือทรัพยากรที่จะใช้ในการค้นคว้าและเรียนรู้ และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและกิจกรรมอื่น ๆ ตามลำดับ

วิธีที่ 2 เลือกจุดประสงค์รายวิชา 2 รายวิชาขึ้นไปก่อน แล้วนำมาสร้างเป็นหัวเรื่องร่วมกันระหว่างจุดประสงค์ที่เลือกไว้ กำหนดทรัพยากรที่ใช้ในการค้นคว้าและเรียนรู้และใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนและอื่น ๆ ตามลำดับ มีรายละเอียดดังนี้

วิธีที่ 1 เลือกรหัสเรื่องก่อน

ขั้นที่ 1 เลือกรหัสเรื่องด้วยวิธีดังต่อไปนี้

- 1.1 ระดมสมองของครูและนักเรียน
- 1.2 เน้นที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน
- 1.3 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 1.4 กำหนดหัวข้อเรื่องให้แคบลง ให้สัมพันธ์กับชีวิตจริง ความสะดวกใน

การเชื่อมโยงระหว่างวิชาความรู้ และความสนใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 พัฒนาหัวข้อเรื่องดังนี้

2.1 เขียนวัตถุประสงค์โดยกำหนดความรู้ความสามารถที่ต้องการจะให้เกิดแก่ผู้เรียน การเขียนวัตถุประสงค์ควรเขียนให้เชื่อมโยงระหว่างวิชาให้ชัดเจนเพื่อนำไปสู่กิจกรรม

- 2.2 กำหนดเวลาในการสอนให้เหมาะสมกับกำหนดการต่าง ๆ
- 2.3 เตรียมสื่อ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการดำเนินกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ระบุทรัพยากรที่ต้องการ ควรคำนึงถึงทรัพยากรที่อยู่ในท้องถิ่น

หาง่าย ประหยัด

ขั้นที่ 4 พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

- 4.1 กำหนดกิจกรรมที่จะเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น
- 4.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของกิจกรรมให้ชัดเจน
- 4.3 เลือกวิธีที่ครูวิชาต่าง ๆ จะทำงานร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์

ระหว่างวิชา

- 4.4 เลือกวิธีสอนที่เหมาะสม
- 4.5 ครูเตรียมสื่อ วัสดุ ล่วงหน้า ได้แก่ ใบความรู้ ใบงาน แบบจดบันทึก แบบประเมิน แบบทดสอบ และอื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่เตรียมไว้ โดย

- 5.1 พยายามปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แต่อาจปรับกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน
- 5.2 ดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ตลอดหน่วยการเรียน
- 5.3 ร่วมมือกับครูผู้อื่น มีการพบกันเป็นระยะเพื่อตรวจสอบ

ความก้าวหน้า

ขั้นที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน โดยครูควรกระทำตลอดเวลา เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงงาน ครูอาจจะให้นักเรียนประเมินตนเองก็ได้ ครูควรใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายและสอดคล้องกับการประเมินตามสภาพจริง

ขั้นที่ 7 ประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยครูสำรวจจุดเด่น-จุดด้อย ของกิจกรรมแล้วบันทึกไว้ไปปรับปรุง

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูด้วยกันเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนา กิจกรรมครั้งต่อไป

วิธีที่ 2 เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อน

ขั้นที่ 1 เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้จาก 2 รายวิชาที่สัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 2 นำจุดประสงค์ตามขั้นที่ 1 มาสร้างเป็นหัวเรื่อง (Theme)

ขั้นที่ 3 ระบุทรัพยากรที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 5 จัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน

ขั้นที่ 7 ประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูด้วยกัน

รายละเอียดการดำเนินกิจกรรม มีขั้นตอนคล้ายคลึงกันกับวิธีที่หนึ่งแต่ต่างกันที่ลำดับ ขั้นตอนเท่านั้น

สำหรับการสอนแบบบูรณาการรูปแบบที่ 3 แบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) รูปแบบที่ 4 คือแบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ (Transdisciplinary Instruction) ที่เน้นงานหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชามากกว่า 1 สาขาวิชา ที่จะให้นักเรียนปฏิบัติหรือศึกษาดังนั้น วิธีการสร้างบทเรียนบูรณาการขั้นที่ 4 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน จึงสร้างเป็นงานกิจกรรมหรือโครงการ (Project) ที่จะให้นักเรียนทำ เพราะจะส่งเสริมให้เกิดความเชื่อมโยงและนำความรู้ความสามารถจากหลายวิชามาสร้างเป็นกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการได้เป็นอย่างดี

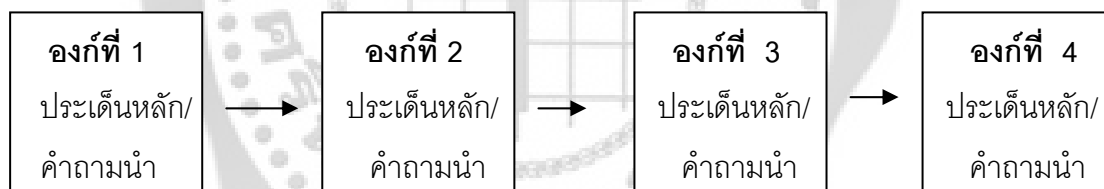
งานหรือโครงการที่นักเรียนจะต้องทำมี 4 ประเภท คือ

1. ข้อสรุป หมายถึง ข้อสรุปทั่วไปที่สร้างขึ้นจากการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
2. กระบวนการ หมายถึง วิธีดำเนินการโดยละเอียดในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน
3. สิ่งประดิษฐ์ หมายถึง ชิ้นงานที่ทำขึ้น เพื่อแก้ปัญหาหรือทำงานต่าง ๆ
4. การแสดงออกทางอารมณ์หรือจิตใจ ที่เป็นผลมาจากการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ภาพเขียน รูปปั้นหุ่นจำลอง จิตรกรรมฝาผนัง บทความหรือเรียงความเป็นต้น

อรรถย มูลคำ และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 26; อ้างอิงจาก อรรถย มูลคำ; และคนอื่น ๆ. 2542: 41-42) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนให้ผู้เรียนเกิดบูรณาการที่มีชื่อว่า สตอรีไลน์ เมททอด (Story Line Method) ไว้ดังต่อไปนี้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Story Line Method

1. สังเคราะห์และวิเคราะห์เนื้อหาของรายวิชา หรือกลุ่มประสบการณ์ แล้วกำหนดองค์รวมแห่งองค์ความรู้ที่พึงประสงค์ไว้ให้ชัดเจนในรูปของหัวเรื่อง
2. เขียนแผนการสอนโดยใช้เส้นทางการเดินเรื่อง (Topic Line) เป็นกรอบในการเขียน โดยมีหัวเรื่องเป็นตัวกำหนดเนื้อหา
3. จัดกิจกรรมตามหัวเรื่องที่กำหนด และจัดเรียงเป็นตอน ๆ (Episode) ด้วยการใช้คำถามหลักเป็นตัวกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เส้นทางการเดินเรื่องที่ใช้เป็นกรอบดำเนินการโดยวิธี Story Line Method ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 องค์ คือ ฉาก ตัวละคร วิถีชีวิตและเหตุการณ์ ซึ่งเหตุการณ์แต่ละองค์จะประกอบด้วยประเด็นหลักบางประเด็นที่ยกขึ้นมาพิจารณาเป็นพิเศษ โดยการตั้งคำถามแล้วให้นักเรียนไปค้นคว้าหาคำตอบ คำถามนี้จะโยงไปยังคำตอบที่สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการบูรณาการ Story Line Method

ที่มา: จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. (2551: 26).

5. องค์ที่ 4 ของเส้นทางการดำเนินเรื่องประกอบด้วย

1. ฉาก (Setting) คือ สถานที่หรือสภาพกว้าง ๆ ที่เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยของตัวละครในเรื่องนั้น ๆ โดยมีเงื่อนไขของเวลาเป็นตัวกำกับ
2. ตัวละคร (Character) อาจเป็นคนหรือสัตว์ที่อยู่ในเนื้อเรื่อง ทั้งนี้ต้องคำนึงอยู่เสมอว่า ผู้เรียนได้เข้าไปมีส่วนร่วมในเรื่องที่จะเรียนด้วย และมีบทบาทในการดำเนินชีวิตตั้งแต่ต้นจนจบ
3. วิถีชีวิตหรือการดำเนินชีวิต (A Way of Life) คือเรื่องราวที่เป็นการดำเนินชีวิตโดยปกติของตัวละครในสถานที่และเวลาตามที่ฉากกำหนด

4. เหตุการณ์ (Events) คือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหรือปัญหาที่ตัวละครต้องเผชิญ คำถามนำที่ครูต้องใช้นำผู้เรียนแต่ละองค์ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างไม่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความน่าสนใจของแต่ละประเด็น ความสามารถในการใช้คำถามนำของผู้สอน ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียนแต่ละคนที่จะแลกเปลี่ยนถ่ายทอดซึ่งกันและกัน โดยผู้เรียนแต่ละคนจะได้พัฒนาความสามารถให้เต็มศักยภาพของตนจากขั้นตอนในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการ ทั้งหมดที่กล่าวมาพอสรุปเป็นขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ ครูเป็นผู้สร้างประเด็นหรือนำนักเรียนเข้าสู่ปัญหา โดยนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของตัวนักเรียนเอง
2. ขั้นปฏิบัติ นักเรียนนำผลจากการได้รับประสบการณ์จริงที่ได้จากขั้นนำมา วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา หรือพัฒนางานโดยกระบวนการกลุ่ม แล้วบูรณาการเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันไว้ด้วยกัน
3. ขั้นสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการวิเคราะห์ มาแก้ไขปัญหาหรือการพัฒนา นั้นไปสู่การปฏิบัติจริงตามขั้นตอนการแก้ไข หรือพัฒนาจนเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทาง
4. ขั้นประเมินผล ทุกกลุ่มนำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาชิ้นงาน ที่ได้รับการแก้ไขหรือปรับปรุงแล้วต่อทุกกลุ่มร่วมกัน ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องและเชื่อมโยง การแก้ไขปัญหาหรือพัฒนางานแต่ละกลุ่มให้เกิดการบูรณาการระหว่างกัน

1.7 การจัดเนื้อหาวิชาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ตอหิรัญพฤษ. 2551: 27; อ้างอิงจาก Lardizabal; et al. 1970: 142 - 144) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการต้องยึดหลักสำคัญที่ต้องยึดความสนใจและความต้องการของผู้เรียน ประสบการณ์และการเรียนรู้ควรเป็น “หน่วย” (Unit) ที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ครูผู้สอนต้องใช้เทคนิคการผสมผสานเนื้อหาวิชาและกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ให้สัมพันธ์ในขอบข่ายเรื่องที่จะศึกษา ลักษณะทั่วไปของหน่วยการเรียนเป็นดังนี้

1. มุ่งเน้นปัญหา ปัญหานั้นมีความสำคัญที่จะศึกษา และเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ หลายแง่หลายมุม คำตอบของปัญหาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจุบันกับอนาคต หรือ ผลกระทบปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรม หรือวัฒนธรรมที่มีต่อเมืองเป็นต้น
2. เหมาะสมกับระดับผู้เรียน สื่อการสอนหรืออุปกรณ์ต้องไม่ยากจนเกินไป เกินกว่าที่ผู้เรียนจะเข้าใจได้ การจัดกิจกรรมจะต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและทำลายความสามารถไม่ง่ายจนเกินไป

3. ส่งเสริมพัฒนาการอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ด้าน ด้านความเจริญงอกงาม ลำดับขั้นของประสบการณ์ เช่น การอ่าน การสังเกต การพูด การฟัง การวาดและการเขียน กิจกรรมทักษะด้านต่าง ๆ รวมทั้งกิจกรรมที่ต้องการใช้ความสามารถทางสมองในการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา

4. เป็นการวางแผนร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกปัญหา วัสดุ อุปกรณ์ วางแผนกิจกรรมและประเมินผลให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

5. การวางแผนหน่วยการเรียนรู้ต้องระลึกละเอียดว่า ทำอย่างไรจึงจะเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

นิมนวล ทศวัฒน์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 28; อ้างอิงจาก นิมนวล ทศวัฒน์. 2522: 173) ได้กล่าวถึงลักษณะหน่วยการเรียนรู้การสอนดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้การสอนคือ กลุ่มหัวข้อย่อยที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กันนำมาจัดลำดับก่อนหลัง ภายในหัวข้อที่เรียกว่า “หน่วย” และใช้เวลาต่อเนื่องกัน อาจเป็น 2-4 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของบทเรียน

2. หน่วยแต่ละหน่วยมีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง คือ ประกอบด้วยความมุ่งหมาย ปัญหาในการทำกิจกรรม การวัดและประเมินผล

3. หน่วยแต่ละหน่วยสามารถสอนให้สัมพันธ์กับวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องได้

4. หน่วยการเรียนรู้การสอนสามารถใช้เทคนิควิธีสอนหลายวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้ นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมากที่สุด

วิธีการผสมผสานเนื้อหาเพื่อให้เกิดการบูรณาการ โดยอาศัยวิธีการจัดแกน (Core) ขึ้นมาก่อนแล้วนำเอาความรู้หรือเนื้อหาวิชาใดก็ได้ที่เหมาะสมมาเสริมให้แกนนั้นเต็มหรือสมบูรณ์ แกนที่จะนำมาสร้างเป็นหน่วยบูรณาการนั้นมีทั้งหมด 5 ประเภทด้วยกัน คือ

1. แกนที่เป็นหัวเรื่อง ก่อนที่จะทำการกำหนดหัวเรื่องอะไรนั้น จะต้องตั้งคำถามว่า ต้องการให้ผู้เรียนเรียนอะไร หลังจากนั้น ก็กำหนดหัวเรื่องขึ้นมาแล้วดึงเอาเนื้อหาสาระหรือความรู้หลาย ๆ วิชาที่เห็นว่าสัมพันธ์กับเรื่องนี้เข้ามาผนวกรวมกันได้ เช่น ตั้งหัวเรื่องว่า “ชุมชนของเรา” ในเรื่องนี้จะมีรายละเอียดหรือสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพภูมิอากาศ การประกอบอาชีพ การนับถือศาสนา ฯลฯ

2. แกนที่เป็นปัญหา จะต้องพิจารณาว่า อะไรบ้างที่ในสภาพแวดล้อมของผู้เรียนที่ผู้เรียนควรมีความรู้ ความเข้าใจ เมื่อเลือกได้แล้วก็กำหนดเป็นหัวเรื่อง เช่น ปัญหาค่าครองชีพ ปัญหาครอบครัว ฯลฯ การที่ผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้นั้นจะต้องอาศัยความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ

3. แกนที่เป็นกิจกรรม จะต้องพิจารณาก่อนว่ากิจกรรมใดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในหลาย ๆ วิชา และต่อการดำเนินชีวิตของนักเรียน เมื่อกำหนดได้แล้วก็บรรจุกิจกรรมเหล่านั้น ในหน่วยนั้น ๆ จากง่ายไปหายาก

4. แกนที่เป็นความคิดรวบยอด ต้องพิจารณาก่อนว่าต้องการให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องใด เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการพึ่งพาตนเอง การอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ เมื่อได้ความคิดรวบยอดแล้วก็กระจายเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เช่นการเสนอความคิดรวบยอดเรื่อง “การพึ่งพาอาศัยกันและกัน” พอกระจายเนื้อหาออกเป็นคร่าว ๆ ตามลำดับความยากง่ายดังนี้ การพึ่งพาอาศัยในครอบครัว ในชั้นเรียน ในโรงเรียน ในชุมชน ในประเทศ และระหว่างประเทศ

5. แกนที่เป็นค่านิยม ก่อนอื่นต้องพิจารณาก่อนว่า เราต้องเน้นค่านิยมอะไรหลังจากที่เลือกได้แล้วโดยคำนึงถึงวัยของผู้เรียนแล้วนำค่านิยมที่จำเป็นหรือสอดคล้องเข้ามาในเนื้อหาตอนใดตอนหนึ่งให้เห็นว่าเข้ากันได้ขณะที่ทำการสอน

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 29; อ้างอิงจาก ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2543: 181-182) ได้กล่าวว่าแนวโน้มใหม่ทางการศึกษามีจุดเน้นอยู่ 2 ประการ คือความสนใจความสามารถและความต้องการของผู้เรียนกับการปรับมาตรฐานความเป็นอยู่ของสังคม ซึ่ง ได้กล่าวถึงเทคนิคการสอนบูรณาการว่า มีจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้เกิดการบูรณาการของแต่ละบุคคล ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึง ผสมผสานวิชาในงามุมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ดีขึ้นเพราะปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้น ในชีวิตประจำวันนั้น ไม่ได้แบ่งออกเป็นแง่มุมใดโดยเฉพาะการบูรณาการ มีจุดเน้นที่การพัฒนาบุคลิกภาพอย่างผสมผสานกลมกลืน เทคนิคการสอนแบบบูรณาการ เป็นการสอนที่มีปัญหาทำนองเดียวกับชีวิตจริง เป็นแกนกลางและมีการสร้างประสบการณ์แก่ผู้เรียนให้กว้างขึ้น ให้มีการผสมกลมกลืนระหว่างบุคลิกภาพส่วนตัวและสังคมของผู้เรียน เทคนิคการสอนเหล่านี้จะช่วยครูให้สอนเป็นหน่วยได้

ตัวอย่างเทคนิคการสอนแบบบูรณาการ

1. เทคนิคการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา

- 1.1 ผู้สอนควรยกตัวอย่างได้ทันทีทันใด ตัวอย่างง่าย ๆ
- 1.2 ยกตัวอย่างจากหนังสืออื่นที่นอกจากตัวอย่างจากหนังสือแบบเรียน
- 1.3 ยกตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน
- 1.4 หากลวิธีการยกตัวอย่างที่แปลก ๆ

2. เทคนิคการใช้วัสดุประกอบการสอน

- 2.1 ให้ผู้เรียนช่วยกันทำวัสดุประกอบการสอน
- 2.2 ผู้สอนควรเลือกใช้วัสดุจากสิ่งแวดล้อมและควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา

2.3 ผู้สอนควรรู้จักเลือกใช้วัสดุประกอบการสอนที่ง่ายและประหยัด เพื่อให้เข้ากับสภาพเศรษฐกิจและสังคม

3. เทคนิคการสร้างและการใช้ภาพ

3.1 การใช้ภาพลายเส้นง่ายๆ

3.2 การใช้ภาพสำเร็จรูปประกอบการสอน ผู้สอนบางคนไม่สามารถวาดรูปลายเส้นได้ก็อาจใช้ภาพสำเร็จรูปที่ตัดมาจากหนังสือพิมพ์ วารสาร

4. เทคนิคด้านการนันทนาการ

4.1 ใช้เพลงประกอบการสอนจะช่วยกลมกล่อมอารมณ์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เครียด

4.2 การใช้คำประพันธ์ประเภทร้อยกรอง ครูควรเขียนใส่แผนภูมิไว้เพื่อสรุปบทเรียน หรือนำเข้าสู่บทเรียน

4.3 การใช้เกมประกอบ ผู้ที่เป็นครูควรจะได้ศึกษาทั้งเกมที่ใช้ประกอบการสอนในห้องเรียนและเกมลับสมองโดยทั่วไป

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการจะมีลักษณะที่สำคัญดังนี้คือ

1. มีลักษณะเป็นหน่วย ซึ่งจะมีแกนของหน่วยอาจเป็นแกนที่หัวเรื่องแกนที่เป็นปัญหาแกนที่เป็นความคิดรวบยอด ฯลฯ

2. ลักษณะผสมผสานเนื้อหาวิชาต่าง ๆ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3. มีสื่อการสอนหลายประเภท

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะสร้างแผนการสอนแบบบูรณาการ โดยวิธีการสอนแบบบูรณาการเชิงเนื้อหา โดยยึดแบบบูรณาการแบบสอดแทรกวิชามาใช้การทำวิจัยกำหนดหัวเรื่องคือเรื่องโครงสร้าง หน้าที่และองค์ประกอบของเซลล์ ส่วนขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดบูรณาการแก่ผู้เรียนนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการสอนให้เกิดการบูรณาการของ ลาร์ดิซาบอลมาเป็นแนวทางหลักในการทำกิจกรรมในการเรียนการสอน โดยปรับกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

1.8 หลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 31; อ้างอิงจาก Lardizabel; et al. 1970: 148 -149) ได้สรุปหลักและสิ่งที่ควรพิจารณาในการเรียนการสอนแบบบูรณาการว่า

1. ผู้เรียนมีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาวิชา เน้นการพัฒนาบุคลิกภาพ คำนี้ถึงการเรียนรู้ทั้งด้านร่างกาย สังคม อารมณ์และสติปัญญา

2. หน่วยการเรียนรู้ที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมข้ามวันจะดีกว่าหน่วยการเรียนรู้
ที่เสร็จในเวลาเรียน

3. กิจกรรมการเรียนการสอน ควรเป็นปัญหาในชีวิตจริง คำนึงถึงความต้องการความสนใจ
ของผู้เรียนเป็นเกณฑ์

4. ในการเรียนการสอนควรใช้กระบวนการกลุ่ม

5. กิจกรรมการเรียนการสอนใช้กระบวนการประชาธิปไตย

6. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

7. สร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ในการทำงานให้เป็นที่พอใจของผู้เรียน

วัฒนาพร ระบุว่าทุกซ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 31; อ้างอิงจาก วัฒนาพร ระบุว่าทุกซ์.

2542: 16) ได้กล่าวถึงหลักการที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการว่า

1. ต้องเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2. เน้นการปลูกฝังค่านิยม จิตสำนึก และจริยธรรมที่ถูกต้อง

3. ให้ผู้เรียนได้ร่วมกันทำงานกลุ่ม

4. จัดประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียน

5. จัดบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทำ นอกจากนี้ที่กล่าวมาแล้ว

อรทัย คำมูล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 31; อ้างอิงจาก อรทัย คำมูล;

และคนอื่น ๆ. 2542: 16) กล่าวถึงสิ่งที่ต้องคำนึงในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการว่า

1. หัวเรื่องต้องสัมพันธ์กับเรื่องอื่นได้อย่างกว้างขวาง

2. การสร้างกิจกรรมทุกกิจกรรมต้องเหมาะสมกับความเป็นจริง

3. กิจกรรมทุกกิจกรรมควรต่อเนื่องกัน

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนปรับปรุงและพัฒนางานตลอดเวลา

กิจกรรมที่สามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ได้แก่

1. การรายงาน

2. การอภิปราย

3. กรณีตัวอย่าง

4. การแสดงละคร

5. การศึกษานอกสถานที่

6. การเชิญวิทยากรมาบรรยาย

7. การสาธิต และการทดลอง

8. การสัมภาษณ์บุคคล

9. การจัดนิทรรศการ

สรุปได้ว่าการเลือกเนื้อหาวิชาที่จะทำการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนั้น เนื้อหาวิชาที่นำมาสอนควรจะเป็นหน่วยที่มีความสมบูรณ์ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง ความเหมาะสมระหว่างความยากง่ายของเนื้อหาภายในหน่วยสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนที่นำมาใช้ประกอบการพัฒนาการด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นของผู้เรียนสำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์มาเป็นสาระในการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ในแผนการสร้างแบบบูรณาการที่จะสร้างขึ้นเพราะเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

1.9 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

วิเศษ ชิดวงศ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 31; อ้างอิงจาก วิเศษ ชิดวงศ์. 2544: 27-28) การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นสอดคล้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กล่าวคือ นักเรียนได้เรียนรู้จากการได้คิดและปฏิบัติจริงตามความสนใจและความถนัดของตนเองอย่างมีความสุข เรียนรู้จากกลุ่มและเพื่อนเรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม (บูรณาการเข้าด้วยกัน) และเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ดังนั้น การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนดังกล่าวต้องสอดคล้องกับสภาพจริง คือการประเมินความสามารถ เริ่มตั้งแต่การประเมินการคิดวางแผน กระบวนการทำงาน คุณธรรม จริยธรรมระหว่างการทำงาน ความตั้งใจ จนมีผลงานที่สำเร็จเป็นชิ้นงานตามเป้าหมาย

วิธีการประเมินจะต้องหลากหลายที่ต่อเนื่อง โดยมีการประเมินตลอดเวลาตามกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้วิธีการสังเกต ตรวจสอบรายงาน บันทึกการปฏิบัติงาน การให้ความร่วมมือภายในกลุ่ม การประเมินชิ้นงานหรือบางครั้งอาจมีการประเมินความู้ความคู่กันไปด้วย

นอกจากนี้ควรมีการประเมินแบบอิงการปฏิบัติ (Performance - Based) และการประเมินแบบอิงการสังเกต (Observation - Based) ซึ่งช่วยให้ครูและนักเรียนสามารถบูรณาการการเรียนการสอนกับการประเมินผลเข้าด้วยกัน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและการสอนกับการประเมินจะไม่แยกจากกัน ทั้งครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการสอนและการประเมินจึงทำให้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสัมพันธ์กับชีวิตจริงมากที่สุด

1.10 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ลาติซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 33; อ้างอิงจาก Lardizabal; et al. 1970: 146-150) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยแบ่งเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.10.1 ด้านการเตรียมการ

1.10.1.1 เตรียมกรอบแนวคิดในเรื่องที่จะสอน โดยหัวข้อแต่ละตอนได้จากการบูรณาการระหว่างวิชา หรือผสมผสานระหว่างวิชา ในหลักสูตร

1.10.1.2 เตรียมคำถามหลักหรือคำถามสำคัญ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์หรือได้ปฏิบัติ

1.10.1.3 เป็นแหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้ที่ผู้เรียนซักถาม ปรีक्षाเพื่อค้นคว้าความรู้

1.10.2 ด้านการดำเนินการ

1.10.2.1 เป็นผู้นำเสนอ (Presenter) เช่น เสนอประเด็นปัญหา เหตุการณ์ในเรื่องที่จะสอนเป็นผู้สังเกต (Observer) โดยสังเกตผู้เรียนขณะที่ตอบคำถามทำกิจกรรมทั้งพฤติกรรมด้านอื่น ๆ ของผู้เรียน

1.10.2.2 เป็นผู้กระตุ้นใจ (Motivator) โดยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง

1.10.2.3 เป็นผู้เสริมแรง (Reinforcer) เพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการ

1.10.2.4 เป็นผู้ชี้แนะ (Director) สนับสนุนให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด

1.10.2.5 เป็นผู้จัดบรรยากาศ (Director) เพื่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสม ทั้งด้านกายภาพ สังคมและจิตใจเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข

1.10.2.6 เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการ (Process Oriented) มากกว่าเนื้อเรื่องหรือเนื้อหาสาระ (Content Oriented)

1.10.3 ด้านการประเมิน

1.10.3.1 เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Reflector) ชี้แนะ วิพากษ์ วิจารณ์ ข้อดีข้อด้อย เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนา ปรับปรุงแก้ไข พฤติกรรมการเรียน

1.10.3.2 เป็นผู้ประเมิน (Evaluator) โดยประเมินผลเป็นระยะ ๆ ประเมินพฤติกรรมด้านการค้นคว้าหาความรู้ และผลงานซึ่งอาจเป็นองค์ความรู้หรือผลงาน

จากรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้สอนทั้งหมดสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นผู้สอนจะต้อง

1. ยึดหลักสายกลางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ความสำคัญในเนื้อหาสาระ
2. ต้องเป็นผู้มีใจกว้างในการที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นแม้จะมาจากตัวผู้เรียนเอง
3. ต้องทำหน้าที่เป็นกัลยาณมิตรที่ดี ต่อผู้เรียนมิใช่หน้าที่เป็นผู้บอกหรือถ่ายทอด

ความรู้เพียงอย่างเดียว

จากรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้สอนทั้งหมดสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นผู้สอนจะต้อง

1. ยึดหลักสายกลางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ความสำคัญในเนื้อหาสาระ
2. ต้องเป็นผู้มีใจกว้างในการที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นแม้จะมาจากตัวผู้เรียนเอง
3. ต้องทำหน้าที่เป็นกัลยาณมิตรที่ดี ต่อผู้เรียนมิใช่หน้าที่เป็นผู้บอกหรือถ่ายทอด

ความรู้เพียงอย่างเดียว

1.11 บทบาทและกิจกรรมของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคนอื่น ๆ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์, 2551: 34; อ้างอิงจาก Lardizabal; et al. 1970: 148) กล่าวถึงหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ควรคำนึงถึงกิจกรรมของกระบวนการกลุ่มมาใช้ดังนี้

1. ควรแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ กลุ่มละ 4 คน ที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน คือผู้เรียนมีระดับความสามารถสูง 1 คน ผู้มีระดับความสามารถปานกลาง 2 คน และผู้มีความสามารถต่ำ 1 คน ในการแบ่งกลุ่มจะต้องให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ากลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมที่ตนเองสนใจและมีความสนใจ เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความเหมาะสม และมีความสามารถพอ ๆ กัน

2. แต่ละกลุ่มเลือกคณะกรรมการที่ประกอบด้วย ประธาน รองประธานคณะกรรมการ เลขานุการ

3. มีการประชุมร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อวางแผนในการทำกิจกรรมร่วมกัน

4. สมาชิกทุกคนภายในกลุ่มจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ ในการทำกิจกรรมตามที่ได้วางแผนไว้ โดยที่นักเรียนมีบทบาทในการเรียนการสอนแบบบูรณาการดังนี้

4.1 มีส่วนร่วมในการเรียนทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และความคิดในทุก ๆ สถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นธรรมชาติเหมือนสถานการณ์ในชีวิตจริง

4.2 ศึกษาค้นคว้าปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ดำเนินการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนเป็นไปอย่างสนุก ตื่นเต้นมีชีวิตชีวา และทำท่ายอยู่ตลอดเวลา

4.3 เรียนในห้องเรียน (Class) และสถานการณ์จริง (Reality) เพื่อพัฒนาสังคม

4.4 กระฉับกระเฉงว่องไวในการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง

4.5 ทำงานด้วยความร่วมมือ ร่วมใจ ทั้งงานเดี่ยว งานคู่ หรืองานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ และด้วยเจตคติที่ดีต่อกัน

4.6 ตอบคำถามสำคัญหรือคำถามหลักที่เป็นตัวกำหนดประสบการณ์ของตนเองหรือ ประสบการณ์ในชีวิตจริง

4.7 มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มทำสิ่งใหม่ที่มีประโยชน์

4.8 มีความสามารถในการสื่อสารเช่น ฟัง พูด อ่าน เขียน มีทักษะทางสังคมรวมทั้ง มนุษย์สัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในกลุ่ม ในห้องเรียนและครู

4.9 สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับบทบาทและกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดสรุปได้ว่า ในการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนสภาพการเรียนรู้จากเดิมที่รอรับ การถ่ายทอดจากครู มาเป็นแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเป็นการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากการเชื่อมโยง ความเป็นจริงของผู้เรียนเอง ให้ผู้เรียนได้เข้าใจในบทบาทและหน้าที่ของตนเองในการเรียนตามแนวคิด ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มิใช่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแห่งการเรียนรู้แต่ไม่เชื่อมโยงกับสภาพ ความเป็นจริงในการดำรงชีวิต

1.12 คุณค่าและประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

สมิตร คุณากร (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 35; อ้างอิงจาก สมิตร คุณากร. 2518: 41-42) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ ความรู้ได้เรียนไปแล้วจะถูกนำมาสัมพันธ์กับ ความรู้ที่จะมาเรียนใหม่ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น

2. ช่วยจัดเนื้อหาความรู้ให้มีลักษณะเหมือนชีวิตจริง คือการผสมผสานและสัมพันธ์เป็น ความรู้ที่อยู่ในลักษณะหรือรูปแบบที่เอื้อต่อการนำไปใช้ในชีวิตจริง

3. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสภาพปัญหาสังคมได้ดีกว่า การกระทำหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในสังคมเป็นผลรวมมาจากหลาย ๆ สาเหตุ การที่จะสามารถเข้าใจปัญหาได้และสามารถที่จะแก้ปัญหานั้น ได้ควรพิจารณาปัญหาที่มาของปัญหาอย่างกว้าง ๆ ใช้ความรู้จากหลาย ๆ วิชามาสัมพันธ์กัน เพื่อสร้าง ความเข้าใจใหม่ ๆ ขึ้น

4. ช่วยให้การสอนและการศึกษามีคุณค่ามากขึ้นแทนที่จะเป็นขบวนการถ่ายทอด ความรู้ หรือสาระแต่เพียงประการเดียว กลับช่วยให้สามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นให้เกิดความคิดรวบยอดที่กระจ่าง ถูกต้อง และสามารถใช้ในการปลูกฝังค่านิยมที่ต้องการได้อีกด้วย

5. ทำให้เกิดการบูรณาการขึ้นทำ ให้วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนเปลี่ยนไป จากเดิมที่ให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไปเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นค่า และนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ผกา สัตยธรรม (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 36; อ้างอิงจาก ผกา สัตยธรรม. 2523: 51) กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการบูรณาการ ไว้ดังนี้

1. ช่วยเหลือและแก้ไข ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นคนที่มีสมบูรณ์ ในทุกด้าน

2. การเชื่อมโยงวิชานั้นทำให้ผู้เรียนได้สนุกสนานเพราะได้เรียนรู้หลายด้าน

3. การเชื่อมโยงวิชาความรู้ต่างทำให้ไม่ลืมนำ

4. สามารถนำไปปฏิบัติไปใช้ในชีวิตจริง ให้สอดคล้องกับความต้องการได้

5. นักเรียนได้ฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ได้หลายประการ

วัฒนา ระวังทุกข์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 36; อ้างอิงจาก วัฒนา ระวังทุกข์. 2542: 50) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการบูรณาการว่า

1. เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนสามารถจดจำความรู้ที่เรียนไปได้ยาวนาน ซึ่งจะ เริ่มต้นด้วยการทบทวนความรู้เดิม และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และสังคมเป็น การพัฒนาในทุกด้าน

3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามประสบการณ์ชีวิตของตน และเป็นประสบการณ์ ในชีวิตจริงของผู้เรียน

4. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ซ้ำกันหลายครั้งโดยไม่รู้สึกลำบาก

5. ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดระดับสูง คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์

6. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการทำงานกลุ่มตั้งแต่สองคนขึ้นไป จนถึงเพื่อนทั้งชั้นเรียนตามที่ กำหนดในกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะมนุษย์สัมพันธ์

7. ผู้เรียนได้สร้างเรื่องตามจินตนาการที่กำหนดเป็นการเรียนรู้ด้านธรรมชาติเศรษฐกิจ วัฒนธรรม การเมือง วิถีชีวิตผสมผสานกันไป

8. ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งใกล้ตัวไปยังสิ่งไกลตัว เรียนเกี่ยวกับตัวเรา บ้าน ครอบครัว ชุมชน ประเทศไทย ประเทศเพื่อนบ้านและโลก ตามระดับความซับซ้อนของเนื้อหาและสติปัญญาของ ผู้เรียน

9. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกสนาน เห็นคุณค่าของงานที่ทำและงานที่จะไป นำเสนอต่อเพื่อน ชุมชน ทำให้เกิดความตระหนัก เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ธีรชัย ปรุณโชติ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 36; อ้างอิงจาก ธีรชัย ปรุณโชติ. 2540: 82) ได้ให้เหตุผลที่สนับสนุนคุณค่าและประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการว่า

1. จะช่วยให้ผู้เรียนนั้นได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างวิชากับชีวิตจริง
2. จะช่วยให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
3. ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ให้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริงและชีวิตนอกห้องเรียนกับสิ่งที่เรียน

จากคุณค่าและประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบบูรณาการทั้งหมด สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นเป็นการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการใช้ชีวิตจริงของผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง เป็นการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่มากไปด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเป็นการทำให้เห็นคุณค่าในการที่จะจัดการเรียนการสอนเพื่อความสมดุลอย่างแท้จริง

1.13 ข้อควรคำนึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ชม ภูมิภาค (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 37; อ้างอิงจาก ชม ภูมิภาค. 2520: 107) กล่าวถึง สิ่งที่ต้องคำนึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการว่า

1. ครูจะต้องเสริมสร้างพื้นฐานของนักเรียนให้ดี ให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดที่ชัดเจนกว้างขวางเสียก่อนที่จะพยายามให้เกิดการบูรณาการเข้าด้วยกัน
2. ต้องแน่ใจว่าความคิดรวบยอดที่จะนำมาบูรณาการนั้นอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน
3. ต้องมีการสร้างบรรยากาศการเรียนให้นักเรียนสบายใจที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการ

4. การดำเนินการสอนทุกครั้งนักเรียนต้องรู้จักมุ่งหมายการสอนโดยละเอียด

5. ในการสอนสิ่งใหม่ ครูต้องใช้พื้นฐานของนักเรียนให้เป็นประโยชน์

6. ครูต้องเป็นแบบอย่างในการแสดงพฤติกรรมที่มีการบูรณาการให้แก่นักเรียน

กาญจนา คุณารักษ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 37; อ้างอิงจาก กาญจนา คุณารักษ์. 2522: 21) กล่าวว่า สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

1. จะต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างไร
2. ในการสอนแต่ละครั้งต้องพยายามสอดแทรกคุณสมบัติที่ต้องการจะเน้นในตัวของผู้เรียน
3. พยายามบูรณาการความรู้ให้สอดคล้องกับชีวิตจริงให้มากที่สุด

4. จัดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้สึกสังเกต วิเคราะห์ วิวิจารณ์ และอภิปรายถกเถียงกันด้วยเหตุผล

5. จัดบรรยากาศในห้องเรียนและนอกห้องเรียนให้ท้าทายและสร้างความสนใจของผู้เรียน

จากข้อคำนึงในการเรียนการสอนแบบบูรณาการ สรุปได้ว่า ครูจะต้องเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ให้กับนักเรียน โดยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความเป็นจริงในชีวิตประจำวันคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ในด้านความสามารถด้านสติปัญญา อารมณ์ สังคม ความพร้อมของร่างกาย จิตใจและสร้างโอกาสที่ผู้เรียนเกิดการเรียนด้วยการเรียนรู้ที่หลากหลายและต่อเนื่อง

ตาราง 1 การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบบูรณาการ

รูปแบบการสอนแบบบูรณาการ	วิธีการ	กิจกรรม	การประเมินผล	ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน
1.แบบสอดแทรก	- ครูคนเดียววางแผนและกำหนดหัวเรื่องโดยสอดแทรกเนื้อหาวิชาอื่นๆเข้าไปในการสอนของตน	- มอบหมายงานตามที่วางแผนไว้	- ครูคนเดียวประเมิน	- ผู้เรียนได้รับความรู้จากครูคนเดียวและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิชาได้
2.แบบขนาน	- ครูหลายคนวางแผนการสอนร่วมกันโดยกำหนดหัวเรื่องเรื่องความคิดรวบยอดปัญหา - ครูแต่ละคนสอนในวิชาของตนภายใต้หัวเรื่องเดียวกัน	- งานที่มอบหมายให้นักเรียนทำแตกต่างกันในแต่ละวิชา แต่อยู่ภายใต้หัวเรื่องเดียวกัน	- ครูแยกกันประเมิน	- ผู้เรียนได้รับความรู้จากครูแต่ละคนในหัวเรื่องของตนเองเป็นงานเดียวกัน ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงกัน นำความรู้ในวิชาต่างๆ มาแก้ปัญหาได้

ตาราง 1 (ต่อ)

รูปแบบการ สอนแบบ บูรณาการ	วิธีการ	กิจกรรม	การ ประเมินผล	ผลที่เกิดขึ้นกับ ผู้เรียน
3. แบบสห- วิทยาการ	<ul style="list-style-type: none"> - ครูหลายคนวางแผนการสอนร่วมกันโดยกำหนดหัวเรื่องความคิดรวบยอดปัญหา - ครูแต่ละคนต่างสอนในหัวเรื่องเดียวกัน - ครูร่วมกันกำหนดชิ้นงานโดยเชื่อมโยงวิชาต่างๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - มอบหมายงานหรือโครงการโดยนักเรียนร่วมกันทำโดยกำหนดว่าจะแบ่งโครงการนั้นออกเป็นโครงการย่อยๆ ให้นักเรียนทำแต่ละรายวิชา - มอบหมายงานหรือโครงการให้นักเรียนทำร่วมกันเป็นงานชิ้นใหญ่ชิ้นเดียว 	<ul style="list-style-type: none"> - มอบหมายงานหรือโครงการโดยให้นักเรียนร่วมกันทำโดยกำหนดเกณฑ์เอง 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนได้รับความรู้จากครูหลายคนในหัวเรื่องหรือปัญหาเดียวกัน ทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้จากวิชาต่างๆ มาสร้างสรรคงานได้
4. แบบข้ามวิชา หรือแบบสอน เป็นทีม	<ul style="list-style-type: none"> - ครูหลายคนวางแผนสอนเป็นรายคนละโดยกำหนดหัวเรื่องความคิดรวบยอดปัญหาเนื้อหา - ครูร่วมกันสอนเป็นทีมในหัวเรื่องเดียวกัน - ครูร่วมกันกำหนดชิ้นงาน/โครงการให้นักเรียนทำร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดกิจกรรมหาแหล่งข้อมูลความรู้ให้นักเรียนให้ - นักเรียนเพื่อศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติงานในแต่ละกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินผลร่วมกัน งานชิ้นเดียวกัน โดยมีเกณฑ์ในการตัดสินร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมโยงสาขาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์สร้างสรรคชิ้นงานได้

ที่มา: วิเศษ ชิดวงศ์. (2544:29-30).

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กู๊ด (Good. 1973: 303) ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 2 ประการด้วยกัน คือ

1. ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่ขึ้น(Problem-Solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ เป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา (Problem-Solving Approach) ได้ระบุลักษณะสำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่เกิดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

คัสแลน และสโตน (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 41; อ้างอิงจาก Kuslan; & Stone. 1968) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ครูและนักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และด้วยจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรืออาจให้นิยามเชิงปฏิบัติการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสอนที่มีลักษณะดังนี้

1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมาณค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การทดลอง การสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนและครูมีความเคยชินในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเป็นนิสัย

2. เวลาไม่ใช่สิ่งสำคัญ ไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามหัวข้อ ให้ทันตามกำหนดต้องเร่งรัดเวลา

3. นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือเรียนและคู่มือที่ถามคำถามเป็นปัญหา และเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบ แต่ไม่บอกคำตอบ

4. นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ

5. เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กับเนื้อหาที่นักเรียนเรียนมาแล้วหรือกำลังจะเรียนต่อไป

6. การเรียนการสอนเน้นคำถามคำว่า “ทำไม” ตัวอย่างคำถาม เช่น “เราทราบได้อย่างไร” “เราพอใจกับข้อสันนิษฐานไหม” และ “เราพอใจกับข้อสรุปนี้ไหม” เป็นลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้

7. ปัญหาบางอย่างจำเป็นต้องระบุให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบเข้ามาจนพอที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

8. ให้นักเรียนในชั้น เรียนช่วยกันตั้งข้อสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลอง การสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่น ๆ

10. มีการร่วมมือกันในการประเมินแนวทางในการปฏิบัติการ ระบุข้อสันนิษฐาน ข้อจำกัด และความยากให้ชัดเจนทุกครั้ง

11. นักเรียนทำการสำรวจ เก็บข้อมูล โดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำทั้งชั้น และทำเป็นรายบุคคลในการเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ และนำไปสู่การสรุปข้อสมมติฐาน และใช้ความพยายามที่จะให้มีคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้

13. ข้อสรุปและคำอธิบายต่าง ๆ เป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น และโทรทัศน์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 42; อ้างอิงจาก Sund; & Trowbridge. 1974: 53-55) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

จิรพันธ์ ทัศนศรี (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 42; อ้างอิงจาก จิรพันธ์ ทัศนศรี. 2548: 24) สรุปไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ภพ เลหาไพบูลย์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 42; อ้างอิงจาก ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 123) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

มนมนัส สุดสิ้น (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 42; อ้างอิงจาก มนมนัส สุดสิ้น. 2543: 39) ได้สรุปไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่ง ประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

สมจิต สวณไพบูลย์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 43; อ้างอิงจาก สมจิต สวณไพบูลย์. 2535: 138) ได้ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 43; อ้างอิงจาก อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม. 2545: 49) ได้สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมของการเรียนการสอน และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้

2.2 หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการพัฒนาทางสมองของเพียเจต์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 43; อ้างอิงจาก Piaget. 1962: 61) ที่ว่า คนมีขบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิมจึงสามารถนำเอาความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ ดังนั้น โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงมี 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ขั้นเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure ในกรณีที่ความรู้เดิมเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้น ไม่ตรงกับความรู้ใหม่ก็ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

ชัน (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 43; อ้างอิงจาก Sund. 1973. *Student-Centered Teaching in Secondary School*) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับการค้นหาความรู้นั้น ๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนช่วยให้เรียนอยากเรียน ไม่ใช่บังคับ และผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้ออกส่นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ความรู้เดิมมาเป็นแนวทางในการคิดเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ และสรุปเป็นความรู้ของตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเองให้มากที่สุด

2.3 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ได้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 44; อ้างอิงจาก สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531: 561-563)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. ไม่ได้อธิบายว่าจะทำอะไรอย่างไร หรือจะมีการแนะแนวทางการทดลองมากนักแต่ไหนเพียงใด

2. การทดลอง การทดลองเป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสสวท. นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว ในบางบทเรียนที่ไม่อาจทดลองได้ สสวท. ก็แนะนำว่าในกรณีที่ครูไม่อาจจัดให้มีการทดลองได้ เพราะอุปกรณ์ในเรื่องนั้นหายากในประเทศหรือมีราคาแพง หรือมีความปลอดภัยน้อย ครูก็อาจนำข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษา โดยยังใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม นั่นคือ นักเรียนจะต้องแปลความหมายข้อมูลนั้น เพื่อนำไปสู่การสรุปถึงแนวคิดหรือหลักการสำคัญของเรื่องนั้น ๆ

3. การอภิปรายหลังการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้น แล้วก็จะได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา งานขั้นต่อไปหรืองานขั้นสุดท้ายของบทเรียน คือ การอภิปรายหลังการทดลองกิจกรรมขั้นนี้ สสวท. อธิบายว่า ครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

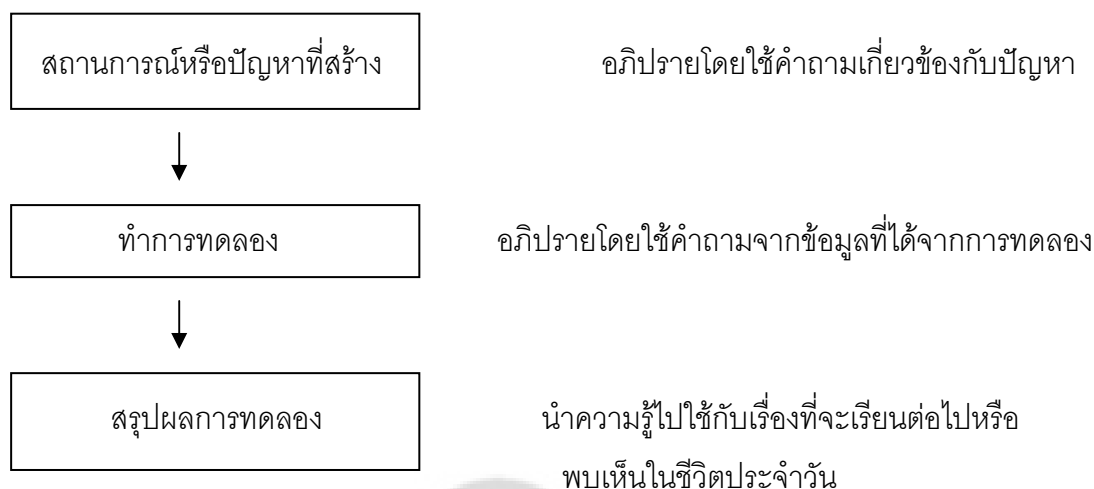
สมจิตร์ สวธน์ไพบูลย์ (จุฬารัตน์ ต่อบัณฑิตวิทยาลัย. 2551: 44; อ้างอิงจาก สมจิตร์ สวธน์ไพบูลย์. 2541: 58) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่ง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลอง ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ต่อปัญหา

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน เป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งการอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเกิดจากกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้ (จุฬารัตน์ ต่อบัณฑิตวิทยาลัย. 2551: 45; อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525: 6-12)



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ที่มา: ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525: 6-12).

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น สถานการณ์ควรอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียน และโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา และควรเป็นคำถามที่นำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน)
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลอง และบันทึกผลหรือศึกษาข้อมูลแหล่งอื่นที่ผู้อื่นทดลองไว้ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามจะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

จอยซ์ และเวล (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 46; อ้างอิงจาก Joyce; & Weil. 1986: 50-62) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนตั้งปัญหาโดยใช้คำถามง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน
- ขั้นที่ 2 การซักถามนักเรียน เพื่ออภิปรายปัญหาตามลำดับสถานการณ์
- ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 การสรุปและจัดระบบข้อมูล เพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่
- ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์และนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

ซุคแมน (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 46; อ้างอิงจาก Suchman. 1966: 90-113. *Inquiry in the Curriculum.*) แบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเผชิญเพื่อเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะอาจเป็นการพูด คำถาม กิจกรรมหรือการทดลองก็ได้
2. ขั้นคิดค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม คำตอบคิดต่อกันไปหรือทำการทดลองใหม่ ศึกษาข้อมูลใหม่ หรือผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้
3. ขั้นสรุปความคิดที่ค้นพบใหม่ เป็นการสรุปหรือขยายหรือสร้างแนวคิดรวบยอดขึ้น ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

เอเซป (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 46; อ้างอิงจาก ASEP Australian Science Education Project. 1974: 81. *A Guide to Asep.*) ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่จ้องการสืบเสาะหาความรู้
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ในขั้นตอนทั้ง 3 ต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาแทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

มาร์ค วินชิตติ และเฮเลน บัทเทเมอร์ [จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 47; อ้างอิงจาก Mark Windschiti; & Helen Buttemer. 2000 อ้างอิงจาก National Science Education (NRC. 1996), *Benchmarks for Science Literacy (AAAS. 1993)*] ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เบื้องต้น โดยอาศัยความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นหลักแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัยใคร่รู้หรือการระบุปัญหา
2. การสืบเสาะหาความรู้เพื่อตอบคำถาม
3. การวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

แต่ละชั้นตอนมีความสำคัญ แต่ชั้นตอนที่สำคัญที่สุดน่าจะเป็นการวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบ เพราะชั้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือแนวคิดขึ้นใหม่ โดยอ้างอิงถึงหลักฐานข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกตหรือทดลอง และเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมกับการสรุปที่ได้จากการค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เริ่มต้นด้วยการที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้กับนักเรียน อาจจะเป็นการพูดหรือการใช้คำถาม เพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน ให้นักเรียนร่วมกันคิดหรือคาดคะเนแนวทางในการแก้ปัญหา นั้น จากนั้น ให้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบโดยการทดลองหรือวิธีการอื่น ๆ เข้าช่วยก็ได้ เมื่อได้ข้อมูลแล้วก็สรุปหรือสร้างแนวคิดรวบยอดขึ้นใหม่ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี (จุฬารัตน์ ต่อให้รัฐพฤษภาคม 2551: 47; อ้างอิงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2519: 6 -7) ได้เสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อคุณผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป
2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้น จึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคและการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา
3. ครูควรเลือกการใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถเสียกำลังใจ
4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้ นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้น จะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ครูควรแจ้งให้นักเรียนทราบและเบนความสนใจของนักเรียนมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้น ควรจะหยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิด หรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกหน ได้ผลการทดลองที่มีความมั่นใจได้เพียงพอจึงสรุป

7. ครูควรนำการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นหรือโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2546: 9-10) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทดังนี้

1. ต้องรู้จักใช้คำถาม
2. อุดหนุนที่จะไม่บอกคำตอบ แต่ต้องกระตุ้นและเสริมพลังให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง
3. ต้องให้กำลังใจ ให้นักเรียนมีความพยายาม
4. รู้ว่าธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ดังนั้น การถามนำให้นักเรียนอาจคิดไม่เหมือนกันบางครั้งอาจต้องบอกให้บ้าง
5. เข้าใจและรู้ความหมายของพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
6. มีเทคนิคในการจัดการให้นักเรียนแก้ปัญหา
7. อุดหนุนที่จะฟังคำถามและคำตอบของนักเรียน แม้ว่าคำถาม คำตอบเหล่านั้น อาจไม่ชัดเจน

8. รู้วิธีบริหารจัดการชั้นเรียน ให้นักเรียนมีอิสระในการคิด การศึกษาค้นคว้าโดยไม่เสียระเบียบของชั้นเรียน

9. รู้จักนำข้อผิดพลาดมาใช้เป็นโอกาสในการสร้างสรรค์แนวคิดในการค้นคว้า ทดลองใหม่ วีระชาติ สนวนไพรินทร์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 46; อ้างอิงจาก วีระชาติ สนวนไพรินทร์. 2531: 40-41) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนสืบเสาะหาความรู้ให้เป็นผู้มีคุณลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนกระตุ้นให้เด็กคิดโดยการสร้างสถานการณ์ชักชวนให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน
2. ผู้สอนให้การหนุนกำลัง เมื่อเด็กถามมาก็ให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงในคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดีขึ้น

3. ผู้สอนทวนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามอยู่บ่อย ๆ เพื่อพิจารณาดูว่า นักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร

4. ผู้สอนเป็นผู้กำกับและแนะนำ ครูจะชี้แนวทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง ควบคุมเมื่อเด็กออกนอกกลุ่มนอกทาง

5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีสอน การสร้างบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพ

6. ครูเป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน
 ชูติมา วัฒนศิริ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 46; อ้างอิงจาก ชูติมา วัฒนศิริ. 2540: 162) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. แนะนำนักเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
2. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น
3. คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน เช่น ถามคำถาม อธิบายข้อข้องใจบางอย่าง

4. แนะนำศัพท์ใหม่ ๆ ที่พบขณะทำการทดลอง เช่น ละลาย ขยายตัว แรงดัน อุณหภูมิ
5. กระตุ้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูล และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง

จากบทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า ครูจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้กับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ อยากเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง จัดหาอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน และตั้งคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลองหรือการทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง

บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้นี้ สสวท. พุดไว้ชัดเจนว่า ในบทเรียนต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง หมายความว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้มีใช้มาจากครูทั้งหมด ที่มาจากครูมีเพียงส่วนน้อย เป็นแต่เพียงส่วนประกอบเท่านั้น นักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดเป็นผู้สรุปองค์ความรู้นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใด ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง (สุวัณณิกนิยมคำ. 2531: 560-563)

พันธ์ทอง ชุมนุช (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 50; อ้างอิงจาก พันธ์ทอง ชุมนุช. 2544: 56) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในกิจกรรมการทดลอง มีดังนี้

1. สํารวจอุปกรณ
2. สังกตปรากฏการณที่สังกตได้
3. รายงานผลการสืบเสาะหรือผลการสังกต
4. สืบเสาะหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลและตั้งสมมติฐาน
5. เสนอแนะการทดลองและการทดสอบ
6. สังกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
7. อภิปรายมโนมติของรูปแบบที่สร้างขึ้นซึ่ง สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสำรวจได้
8. ขยายมโนมติโดยผ่านขั้นตอนการสำรวจ ตามข้อที่แนะของมโนมติ

2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบูลย์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 50; อ้างอิงจาก ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้คือ

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้อได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้สถานการณ์ใหม่อีกด้วย
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอบตอบคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

จอยซ์ และเวล (จุฬารัตน์ ต่อบัณฑิตย. 2551: 52; อ้างอิงจาก Joyce; & Weil. 1986: 67) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อดีดังนี้

1. เป็นวิธีที่ยั่วยุให้นักเรียนต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. เป็นวิธีการสอนที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าให้กับนักเรียน
3. เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน ฝึกให้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่มตามระบบประชาธิปไตย

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะได้ผลดีเพราะนักเรียนได้ใช้ความคิด ลงมือทดลอง และสรุปผลการทดลองหรือทำกิจกรรมด้วยตนเอง โดยทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจ จดจำ ในสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้อย่างคงทน คือเข้าใจและจดจำได้นานนั่นเอง นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเกิดทักษะที่ได้จากการเรียนรู้อีกด้วย เช่น ทักษะการทดลอง การลงสรุปจากข้อมูล การทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น แต่ถ้าหากการสร้างสถานการณ์ของครูไม่น่าสนใจก็อาจส่งผลเสียต่อนักเรียนได้ คือ นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน หรือถ้าครูใช้วิธีการสอนนี้บ่อย ๆ ก็อาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้เช่นกัน นอกจากนี้ถ้าหากผู้เรียนมีระดับสติปัญญาต่ำหรือเนื้อหาที่สอนยากเกินไปอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบปัญหาที่ครูสร้างขึ้นได้ ครูควรเปลี่ยนวิธีการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนและเนื้อหาที่สอนในแต่ละครั้งด้วย

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

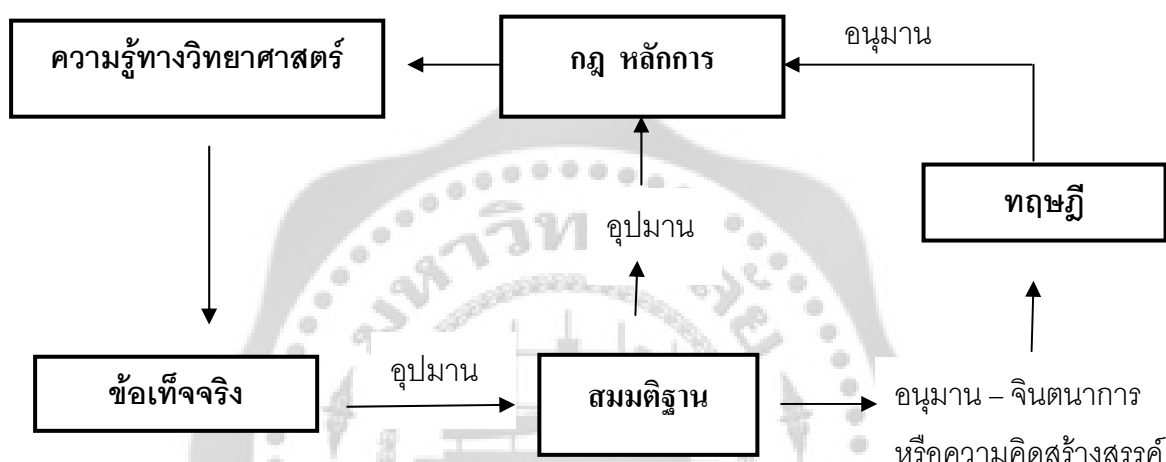
3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนโดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2536)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษยชาติและสภาพแวดล้อม

6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการพัฒนาคุณภาพชีวิต

ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมุติฐาน (Hypothesis) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) (อุดมลักษณ์ นกฟิ่งพุ่ม. 2545: 53; อ้างอิงจาก สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535: 94)



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์

3.2 กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบ ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ที่อาจแตกต่างกันบ้าง แต่ถ้ามีลักษณะร่วมกันทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 10)

1. **ขั้นตั้งปัญหา**
2. **ขั้นตั้งสมมุติฐาน**
3. **ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและ/หรือทดลอง**
4. **ขั้นสรุปผล การสังเกต/หรือทดลอง**

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของผู้ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้เร็วกว่าเจตคติของวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้ อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบ รอบคอบ
6. ความใจกว้าง

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 14-29) วรธนทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2542: 3-5) สรุปได้ว่า สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science – AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า โครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process) 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

9. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล

ในส่วนความหมายที่เกี่ยวข้องในแต่ละทักษะสรุปได้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์โดยไม่ได้ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเข้าคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง และบอกหน่วยต่างๆ เข้าไว้

1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement) การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number) การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่ การนับสิ่งของได้ถูกต้อง การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ การตัดสินใจว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน ตัดสินใจว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของ ที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/space Relationship and Space-time Relationship) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ จะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดได้

5.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดมา

5.5 บอกรูปกรวยระยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของวัตถุหนึ่ง

5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักกร กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Formulation Hypothesis) การตั้งสมมุติฐาน คือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่ป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลอง คลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ

เพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และกำหนดอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ความสามารถที่เกิดทักษะแล้ว คือ

12.4 การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.5 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.6 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

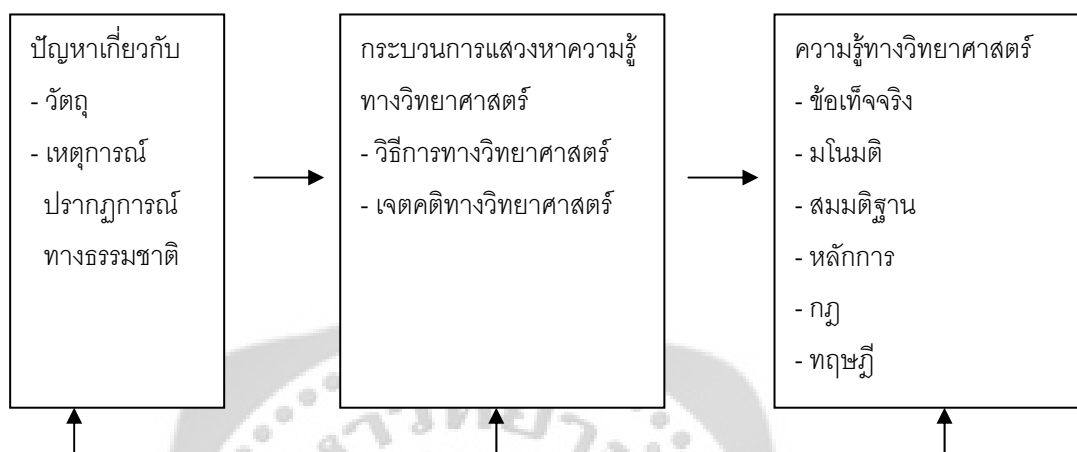
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษา วิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่งสมจิต สวธนไพบุลย์ (2546: 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: จีรวรรณ ชูริ่ง. (2551: 42).

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2534: 21-31)

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

การคิดและการพัฒนาการคิดเป็นสิ่งที่นักการศึกษาทั่วไปมีความเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการศึกษาทุกระดับ ดังที่ เฟรดเดอริคเซิน (จิรวรรณ ชูริรัง, 2553: 43; อ้างอิงจาก Fredericksen. n.d.: 363) ให้ทัศนะว่า การจัดการศึกษาให้มีคุณภาพนั้น โรงเรียนทั้งสายสามัญและสายอาชีพควรมุ่งเน้นการสอน หรือปลูกฝังทักษะการคิดให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ที่เน้นเฉพาะการสอนเนื้อหาวิชาโดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียน ทำให้การคิดของผู้เรียนเป็นการคิดตามตำรา เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้วผู้เรียนอาจขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับหรือมีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์จริงที่แตกต่างจากที่ตนพบในโรงเรียนได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ์, 2551: 61; อ้างอิงจาก Siegler, 1978; Bono, 1983; & Sternberg, 1985)

4.1 ความหมายของทักษะการคิด

ทักษะการคิด หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาข้อมูลโดยการอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา และปรากฏการณ์คาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุและปัจจัยต่าง ๆ แปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ และแสวงหาวิธีการปฏิบัติเพื่อดำเนินการรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูลและตรวจสอบพิสูจน์ข้อมูล

ทักษะการคิดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ทักษะการคิดพื้นฐาน หมายถึง การคิดย่อยที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นต่อการคิดในระดับสูงขั้นหรือซับซ้อน ประกอบด้วย ทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการคิดทั่วไป
2. ทักษะการคิดขั้นสูงหรือการคิดซับซ้อน หมายถึง ทักษะการคิดที่มีขั้นตอนหลายขั้นตอนและต้องอาศัยทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการคิดที่เป็นแกนหลายทักษะการคิดที่เป็นแกนหลาย ๆ ทักษะในแต่ละขั้น

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดทักษะการคิด

1. การลงความเห็นจากข้อมูล
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทำนายหรือคาดคะเนสิ่งต่าง ๆ
4. การตีความหมายสรุป
5. การเลือกรูปแบบวิธีการที่จะใช้รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล และตรวจสอบพิสูจน์

ข้อมูล

คุณสมบัติภายในของมนุษย์ที่เอื้ออำนวยต่อการให้เกิดการคิด (จิรวรรณ ชูริรัง.

2553: 44; อ้างอิงจาก ทิศนา แชมณี. 2545: 23-28) ดังนี้

1. ใจกว้างและเป็นธรรม
2. กระตือรือร้น ใฝ่รู้
3. ช่างวิเคราะห์และผสมผสาน
4. ขยันต่อสู้และอดทน
5. มั่นใจในตัวเอง มั่นคงในอารมณ์
6. น่ารักน่าคบ
7. มีอารมณ์ขัน
8. กล้าคิดกล้าแสดงออก
9. ช่างวิเคราะห์ ชอบจัดระบบ
10. ชอบคิด ไม่ยอมแพ้ง่าย

นักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของการคิดได้ ดังนี้

ฮิลการ์ด (จิรวรรณ ชูริรัง. 2553: 43; อ้างอิงจาก Hilgard. 1962: 336) ได้กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมองเนื่องจากกระบวนการ การใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในความคิดหรือจิตใจ

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (จิรวรรณ ชูริรัง. 2553: 43; อ้างอิงจาก Bruner; et al. 1956) ให้ความหมายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงสรุป อ้างอิง ด้วยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

กิลฟอร์ด (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 43; อ้างอิงจาก GuiFord. 1967) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป อันเป็นหลักการของความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม ทัศนะของ กิลฟอร์ด สอดคล้องกับการคิดในระดับการสร้างแนวคิดรวบยอดที่บลูม และคนอื่น ๆ ได้เสนอไว้

เพียเจต์ (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 43; อ้างอิงจาก Piaget. 1962: 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดว่า ความคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับสถานการณ์เดิม ให้เข้ากับความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้ความคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้สนใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับอื่นที่สูงกว่า

สรุปได้ว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการ และผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกันแยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกัน คือ ในกรณีที่กล่าวถึงกระบวนการก็จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึง คุณภาพการคิดซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหา หรือทำงาน ในการจัดการศึกษานั้น มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความคิด ทั้งลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดี เพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการ และไม่ใช่วิชาการตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

4.2 ประเภทของการคิด

การที่จะปลูกฝัง และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด หรือวิธีการคิดตามที่ต้องการดังกล่าว นั้น จะต้องพิจารณาว่ามีลักษณะหรือประเภทการคิดชนิดใด ที่ส่งเสริมหรือไม่ควรส่งเสริมเกี่ยวกับลักษณะ หรือประเภทการคิดโดยทั่วไป กาเย่ (Gagne) (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 45; อ้างอิงจาก นัยนา ไชยรัตน์. 2550: 41) ได้จำแนกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอย หรือไม่มีทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็น จากประสบการณ์ตรง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นการคิดแบบต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะ คือ

- 1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูด หรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่มีอยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเองเพื่อให้เกิดความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ตื่นอยู่

1.4 Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตนเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองของสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพื่อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดมุ่งหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้วซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทางไม่ซ้ำกัน หรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ กล่าวคือ เมื่อระลึกใดได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อไปให้ระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ได้ต่อไป โดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสถานการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่า มีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่ เบื้องต้น และคนอื่น ๆ (จิรวรรณ ชูวิรัง. 2553: 46; อ้างอิงจาก Benton; et al. 1974) แบ่งการคิดเป็น 2 ชนิด คือ

1. การคิดแบบเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมาย แต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub - Conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งแบ่งเป็นการเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) การคิดแบบฟุ้ง (Autistic Thinking)

2. การคิดโดยตรง (Direct Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อแก้ปัญหา หรือนำไปสู่จุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมาย โดยตรง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายนั่นเอง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ การคิดตรรกะตรง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดหมายนี้ คลอสสมาร์ และริปเปิล (สมเจตต์ ไวยากรณ์. 2530: 14; อ้างอิงจาก Klausner; & Ripple. 1971) ให้ทัศนะว่า การเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้นบุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อความจริงหรือปัญหานั้น ๆ ในลักษณะต่าง ๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลให้กว้างไกลออกไป

เมื่อพิจารณาจากประเภทของความคิดตามที่ กาเย่ และเบนตัน ได้จัดแบ่งประเภทไว้ นั้นพบว่า วิธีการคิดที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษาก็คือ การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายหรือเป็นการคิดแบบสร้างสรรค์ และการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งก็คือ การคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น เป็นการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการวิเคราะห์ จะช่วยให้ผู้เรียนนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

4.3 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ดังนั้น เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ในการวิจัยครั้งนี้ ขอใช้คำว่า การคิดวิเคราะห์ นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

บลูม และคนอื่น ๆ (สุวรรณ อรรถชิตวาทีน. 2551: 21; อ้างอิงจาก Bloom; et al. 1976: 6-9) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้น อาศัยหลักการอะไร

ติวอ์ (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 47; อ้างอิงจาก Dewey. n.d.) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

รัสเซล (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 47; อ้างอิงจาก Russel. n.d.) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินในเรื่องราวต่าง ๆ ว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์ จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

นอร์ริส และเอนนิส (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 47; อ้างอิงจาก Ennis. 1985; Norris; & Ennis. 1989) ได้ให้ความหมายของการคิดว่า การคิดเป็นกิจกรรมทางสมอง ที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เรานสนใจในที่นี้เป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรง หรือคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจ หรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัสวัดได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (Psychometrics) มาช่วยในการวัด

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ และทาบ (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 47; อ้างอิงจาก Bruner; et al. 1956; & Taba. 1965) ได้ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิง ด้วยการจำแนกรายละเอียดการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผล และเหมาะสม

ฮิลการ์ด (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 47; อ้างอิงจาก Hilgard. 1952: 336) ได้ให้ความหมายของการคิดว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

กิลฟอร์ด (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 47; อ้างอิงจาก Guilford. 1967) กล่าวว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้น รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม

เพียเจท์ (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 48; อ้างอิงจาก Peaget. 1969: 58) กล่าวว่า การคิดหมายถึง การกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญาการคิดของบุคคลเป็นกระบวนการ 2 ลักษณะ คือ 1) เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้า หรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ 2) กระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับความจริงที่ได้รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของคนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

ครูลิค และ รูดนิค (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 48; อ้างอิงจาก Krulik; & Rudnick. 1993: 3) ให้ความหมายว่า การคิด เป็นความสามารถ (Ability) ที่เข้าถึงหรือนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องจากเนื้อหาที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องสร้างความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงนามธรรม จากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ของปัญหา จากนั้นจึงตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายยืนยันข้อสรุปของเขา ข้อสรุปจะถูกรวมไว้ในรูปของความคิดใหม่ (New Idea)

วิลโดพร คำเพราะ (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 48; อ้างอิงจาก วิลโดพร คำเพราะ. 2545: 53) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การพินิจพิจารณาหาเหตุผล เพื่อสรุปได้อย่างถูกต้องก่อนจะตัดสินใจเชื่อหรือสรุปเลือกไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้ หรือสัมผัสจากภายนอก

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (จิรวรรณ ขุริรัง. 2553: 48; อ้างอิงจาก เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. ม.ป.ป.) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า เป็นการพัฒนาให้เกิดขึ้นโดยการฝึกฝนให้นักเรียนสืบค้น ข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามในบางสิ่งบางอย่างในการตีความ (Interpretation) การจำแนกแยกแยะ (Classification) การทำความเข้าใจ (Understanding) เป็นองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล (Causal Relationship) ที่น่าเชื่อถือได้

ทศนา แชนมณี (2545: 111) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า เป็นการแสวงหาข้อเท็จจริง (Fact) ดุลยวิธี (Logic) หาทิศทาง (Direction) หาเหตุผล (Reason) และมุ่งแก้ปัญหา (Problem - solving)

มาลินี ศิริจารี (จิรวรรณ ชูริรัง. 2553: 47; อ้างอิงจาก มาลินี ศิริจารี. 2545: 41) ได้ให้ความหมายการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า การคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผล หรือข้อมูลเชื่อถือได้มาสนับสนุนการตัดสินใจ ตามเรื่องราวหรือสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

วีไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2548: 21) ได้ให้ความหมายการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สมจิต สวณไพบูลย์ (จิรวรรณ ชูริรัง. 2553: 49; อ้างอิงจาก สมจิต สวณไพบูลย์. 2541: 49) ได้ให้ความหมายการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

สุวิทย์ มูลคำ (จิรวรรณ ชูริรัง. 2553: 49; อ้างอิงจาก สุวิทย์ มูลคำ. 2547: 9) ได้ให้ความหมายการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์นั้นเชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง

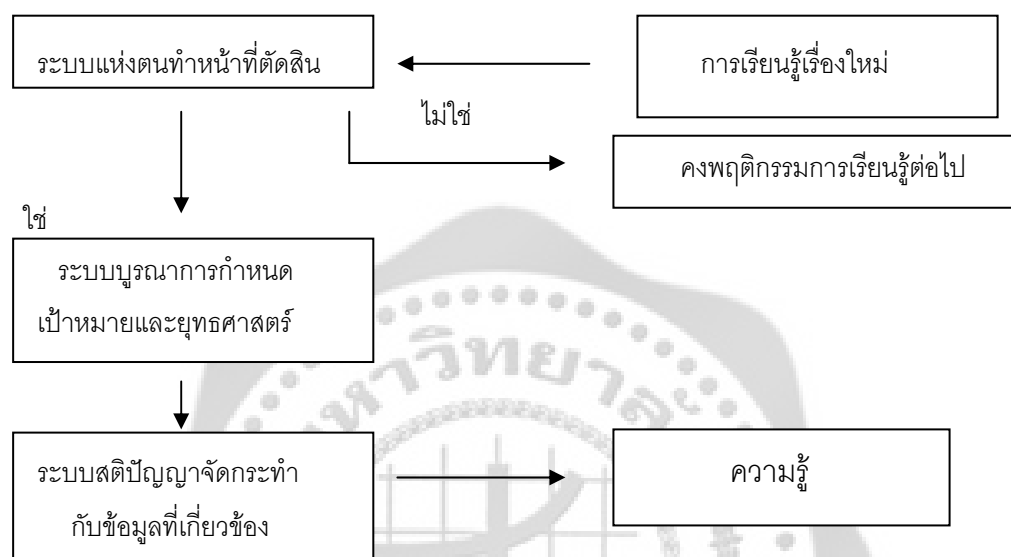
ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงสรุปการคิดวิเคราะห์ได้ว่า คือ ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ หาความสัมพันธ์นั้นเชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง โดยเป็นการพัฒนาให้เกิดขึ้นโดยการฝึกฝนให้สืบค้น ข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามในบางสิ่งบางอย่างในการตีความ การจำแนกแยกแยะ การทำความเข้าใจ เป็นองค์ประกอบของสิ่งนั้น และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันรวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล ที่น่าเชื่อถือได้

4.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

4.4.1 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)

มาร์ซาโน (สุวรรณา อรรถชิตวาทีน. 2551: 24; อ้างอิงจาก Marzano. 2001: 11-12) อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแห่งตน ระบบการบูรณาการ และระบบสติปัญญา ระบบแห่งตนตัดสินใจยอมรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อระบบแห่งตนรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ ระบบการบูรณาการจะเข้ามาเกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ นั้น โดยการ

ออกแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อการบรรลุเป้าหมายแห่งการเรียนรู้และระบบสติปัญญาจะทำหน้าที่จัดกระทำข้อมูลในลักษณะของการวิเคราะห์ดังนั้น ปริมาณความรู้ของนักเรียนแต่ละคนจึงมีผลต่อความสำเร็จอย่างสูงในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งความรู้ใหม่สามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้อย่างกว้างขวาง ดังแสดงตามภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 รูปแบบพฤติกรรมกรการเรียนรู้

ที่มา: Marzano, Robert J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Education Objectives*.

p.11.

จากภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการถ่ายเทของข้อมูลเริ่มจากระบบแห่งตนต่อเนื่องมาที่ระบบบูรณาการและระบบสติปัญญาและสิ้นสุดที่ความรู้ ระบบแต่ละระบบจะส่งผลสะท้อนต่ออีกระบบที่ตามมาอย่างต่อเนื่อง ถ้าระบบแห่งตนไม่เชื่อว่าการเรียนรู้เรื่องใหม่เป็นเรื่องสำคัญ แรงจูงใจในการเรียนรู้จะต่ำหรือถ้าระบบบูรณาการกำหนดเป้าหมายไม่ชัดเจน การเรียนรู้จะประสออุปสรรค หรือแม้การกำหนดเป้าหมายชัดเจนและกำกับตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพ แต่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลในระบบสติปัญญาปฏิบัติการไม่มีประสิทธิภาพ การเรียนรู้จะไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้น ระบบทั้ง 3 จึงเป็นระบบที่มีการจัดลำดับถูกต้องในกระบวนการถ่ายเทข้อมูล

1. ระบบแห่งตนทำหน้าที่ตัดสินคงพฤติกรรมกรการเรียนรู้ต่อไป
2. ระบบบูรณาการกำหนดเป้าหมายและยุทธศาสตร์
3. ระบบสติปัญญาจัดกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องความรู้

มาร์ซาโน (สุวรรณา อรรถชิตวาทีน. 2551: 25; อ้างอิงจาก Marzano. 2001: 30-60) จึงได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (A New Taxonomy of Educational Objectives) ประกอบด้วยความรู้สามประเภทและกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประเภทของความรู้ ได้แก่

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ สมเหตุและผล เฉพาะเรื่องและหลักการ

2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติ อันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้

3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ำมเนื้อจากทักษะง่าย สู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้นโดยมีกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความรู้ความจำถาวรสู่ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของรูปร่างนั้น

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้ ผู้การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของรูปร่างนั้น โดยเข้าใจประเด็นสำคัญระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการ การจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยใช้ฐานความรู้และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการการจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐานและการทดลองสมมติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ชั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวะการณ์เรียนรู้ และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมีดังภาพประกอบ 6

ระดับที่ 6 : ชั้นจัดระบบแห่งตน	
ระดับที่ 5 : ชั้นบูรณาการความรู้	
ระดับที่ 4 : ชั้นใช้ความรู้เป็นประโยชน์	
ระดับที่ 3 : ชั้นวิเคราะห์	
ระดับที่ 2 : ชั้น เข้าใจ	
ระดับที่ 1 : ชั้นรวบรวม	ความรู้

ภาพประกอบ 6 ระดับของกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน

ที่มา: Marzano. Robert J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives*. p.60.

4.4.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom's Taxonomy)

บลูม (สุวรรณมา อรรถชิตวาทีน. 2551: 21; อ้างอิงจาก Bloom. 1976: 6-9, 201-207) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการรู้คิด ด้านจิตพิสัยและด้านทักษะพิสัยของบุคคลส่งผลต่อความสามารถทางการคิดที่บลูม จำแนกไว้เป็น 6 ระดับ คำถามในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำ แยกเป็นความรู้ในเนื้อหา เช่น ความรู้ในศัพท์ที่ใช้ และความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้ในวิธีดำเนินการเช่น ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภท ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ต่าง ๆ

เพียเจต์ ได้แบ่งขั้นพัฒนาการสติปัญญาออกเป็นขั้น ๆ โดยมีหลักการว่า ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาแต่ละขั้น จะเป็นระยะเวลาของการริเริ่มและรวบรวมความรู้ความคิดในลักษณะหนึ่ง การบรรลุถึงขั้นการพัฒนาแต่ละขั้นจะเป็นจุดเริ่มของการพัฒนาขั้นที่สูงอย่างต่อเนื่อง ในการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์นั้น เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการสติปัญญาด้านการคิดของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory – motor Stage) เป็นขั้นตั้งแต่อายุระหว่างแรกเกิดถึง 24 เดือน เป็นขั้นที่มีการเรียนรู้จากการสัมผัสทั้งห้า พัฒนาการด้านคำพูดสามารถพูดหรือสื่อสารเป็นคำ ๆ ได้

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preparation Stage) เป็นขั้นที่มีอายุระหว่าง 2 – 7 ปี เป็นขั้นที่พัฒนาการทางภาษามากขึ้น แต่การแสดงออกยังยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง มีขีดจำกัดในการรับรู้ มีการคิดและการกระทำที่ไม่แน่นอน ไม่สามารถคิดย้อนกลับไปได้ เด็กในวัยนี้ยังสามารถใช้สติปัญญาแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นคือ

2.1 ขั้นการคิดรับรู้เบื้องต้น เริ่มอายุตั้งแต่ 2 – 4 ปี เด็กในวัยนี้มีมโนคติ แต่ไม่สมบูรณ์ ไม่มีเหตุผล มีพัฒนาการทางภาษา สามารถใช้ภาษาแต่เป็นภาษาของตนเองเป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถบอกเหตุผลได้ และยังไม่มีความเข้าใจในเรื่องความคงตัว

2.2 ขั้นการคิดในใจ เริ่มตั้งแต่อายุ 4 – 7 ปี การคิดของเด็กในวัยนี้มีเหตุผลมากขึ้น การคิดเป็นลักษณะการรับรู้มากกว่าความเข้าใจ มีปฏิกริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด เริ่มที่จะแยกประเภทหรือเรียงลำดับเหตุการณ์ได้บ้าง แต่เป็นไปในลักษณะของตัวเองแปรตัวเดียวที่ตัวเองสนใจ มีจินตนาการและแสดงออกทางภาษาอย่างง่าย ๆ

2.3 ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 7 – 11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่ง แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับนอกจากความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี

3. ขั้นปฏิบัติการคิดค้นด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 7 – 11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่ง แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับนอกจากความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี

4. ขั้นปฏิบัติการคิดด้านนามธรรม (Formal – operations Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 11 – 15 ปี ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสูงสุด คือ เด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผล นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมติฐานและทฤษฎี การรับรู้ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่คิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม (พรอณี ช.เจนจิต. 2548: 87 - 91)

4.5 หลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์

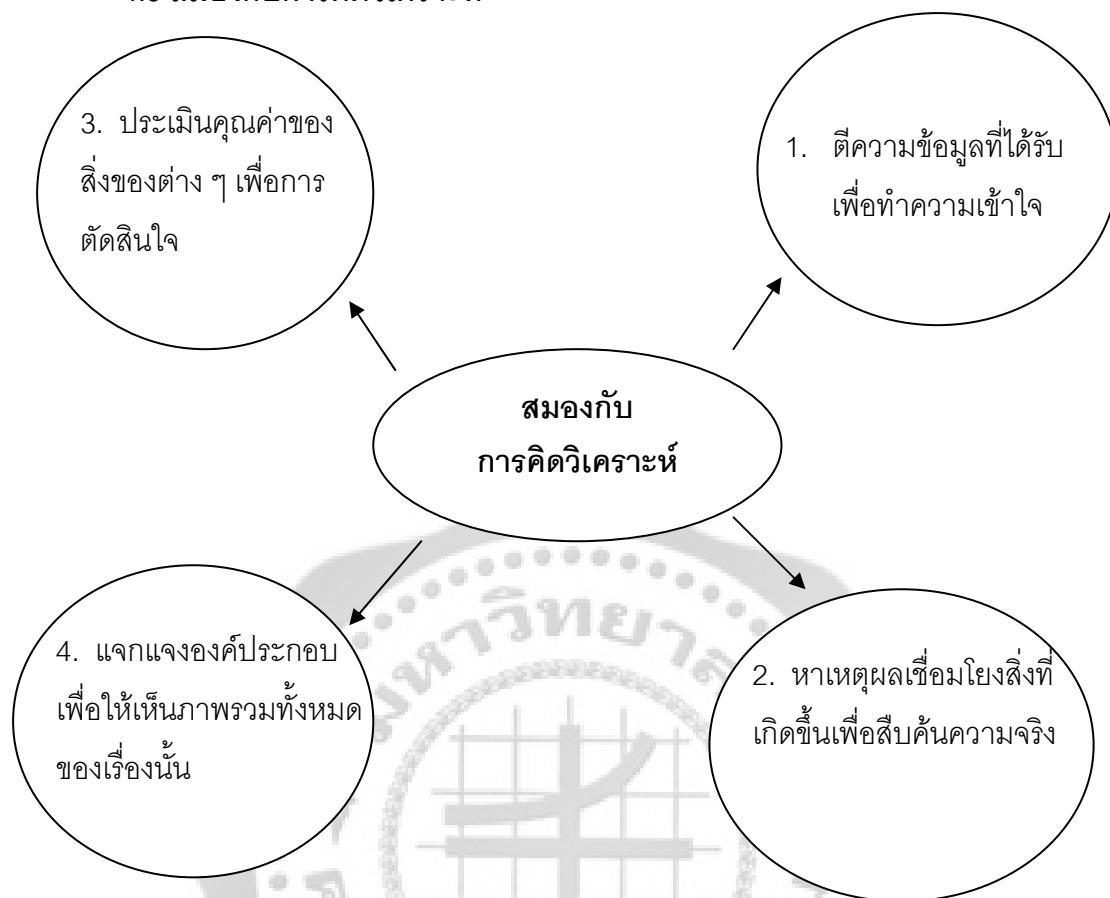
1. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เมื่อได้ลงมือทำหรือปฏิบัติจริง
 2. การพัฒนาการคิด การกระทำโดยการจัดโอกาส ให้นักเรียนได้ดูซึมและปรับขยายโครงสร้างของความคิดอยู่เสมอ
 3. การจัดความรู้ให้นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาความคิด ควรจัดให้สอดคล้องกับระดับการพัฒนาความคิด
 4. จัดกิจกรรมพยายามให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยการทดลองให้เห็นจริง และหาเหตุผลเชิงรูปธรรมและนามธรรมประกอบการอธิบาย
- ลิปแมน (จีวรวรรณ ชูริรัง. 2553: 51; อ้างอิงจาก Lipman. n.d.) กล่าวว่า ทักษะการวิเคราะห์ทำให้บุคคลมีความสามารถตัดสินใจที่เที่ยงตรงมากกว่าความคิดธรรมดา ซึ่งประกอบไปด้วยทักษะต่อไปนี้

1. การประเมินค่า (Estimating)
 2. การประเมินผล (Evaluating)
 3. การคาดการณ์ (Assuming)
 4. การวินิจฉัย (Inferring)
 5. การวางหลักการ (Grasping Principle)
 6. การหาความสัมพันธ์ (Relationship)
5. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา หมายถึง การพิจารณาแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลที่มีอยู่ เลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุป
6. การสรุป หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาตัดสินใจสรุป ถ้าการสรุปไม่มีเหตุผลเพียงพอจะต้องมีการหาเหตุผลเพิ่มเติมมาพิจารณาตัดสินใจสรุปใหม่ แล้วจึงนำข้อสรุปและหลักการไปประยุกต์ใช้

สเตอร์นเบิร์ก และแบรอน (จิรวรรณ ชูวิริง. 2553: 51; อ้างอิงจาก Sterberg; & Baroon. 1985: 40-43) ได้กำหนดทักษะการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. การนิยามและการทำความเข้าใจ (Define and Clarity)
 - 1.1 กำหนดประเด็นและปัญหา
 - 1.2 กำหนดข้อสรุป
 - 1.3 กำหนดเหตุผล
 - 1.4 กำหนดข้อคำถามให้เหมาะสม
2. การเลือกสรรข้อมูล (Judge Information)
 - 2.1 เลือกข้อมูลและสังเกตได้ถูกต้อง เชื่อถือได้
 - 2.2 หาความสัมพันธ์ของข้อมูล
 - 2.3 จำได้แม่นยำ
3. วินิจฉัย (Inference) แก้ปัญหา (Solve - Problems) และสรุปเหตุผล
 - 3.1 วินิจฉัยและตัดสินใจข้อสรุปเชิงอนุมาน
 - 3.2 ทบทวนและตัดสินใจการอนุมานอย่างถูกต้อง
 - 3.3 ทำนายความน่าจะเป็นอย่างมีเหตุ

4.6 สมองกับการคิดวิเคราะห์



ภาพประกอบ 7 แสดงองค์ประกอบของสมองกับการคิดวิเคราะห์

ที่มา: สุวิทย์ มูลคำ. (2546). *การคิดวิเคราะห์*. หน้า 13.

4.7 แนวทางในการพัฒนาความคิดวิเคราะห์

ติลก ดิลกพานนท์ (จิรวรรณ ขู่วิ่ง. 2553: 51; อ้างอิงจาก ดิลก ดิลกพานนท์. 2545: 63-66) ได้เสนอแนวทางในการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ที่มีขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ว่าอะไรคืออะไร ขั้นนี้ผู้เรียนต้องรวบรวมปัญหา หาข้อมูลพร้อมสาเหตุของปัญหาจากการคิด การถาม หรือพิจารณาจากข้อเท็จจริงนั้น ๆ

2. กำหนดทางเลือก เมื่อหาสาเหตุของปัญหานั้นได้แล้ว ผู้เรียนต้องหาทางเลือกที่จะแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากความเป็นไปได้และข้อจำกัดต่าง ๆ ทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้น ไม่จำเป็นต้องมีทางเลือกเดียว อาจมีทางเลือกหลาย ๆ ทาง

3. เลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เป็นการพิจารณาทางเลือกที่ใช้แก้ปัญหาที่เลือกโดยมีเกณฑ์การตัดสินใจที่สำคัญ คือ ผลดีผลเสียที่เกิดจากทางเลือกนั้นทั้งที่เกิดขึ้นในด้านส่วนตัว และสังคมส่วนรวม

4. ตัดสินใจ เพื่อพิจารณาเลือกอย่างรอบรอบในขั้นตอนที่ 3 แล้วจึงตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด หลังจากนั้นครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอความคิดของเขา และอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม โดยครูต้องยอมรับความคิดเห็นของทุกคน ถ้าหากคำตอบของผู้เรียนมีการขัดแย้งขึ้นในกลุ่ม ครูต้องเป็นผู้ตั้งคำถามด้วยการให้คิดต่อไปว่า คำตอบใดก่อให้เกิดผลในทางดีและไม่ดีอย่างไรบ้าง อะไรเป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคมมากที่สุด

ทิสนา แคมมณี และคนอื่นๆ (จิรวรรณ ชูวิริง. 2553: 53; อ้างอิงจาก ทิสนา แคมมณี; และคนอื่นๆ. 2543: 93-98) ได้จัดมิติของการคิดไว้ 6 ด้านเพื่อเป็นกรอบความคิดในการพัฒนาความสามารถทางการคิดของเด็กและเยาวชน ดังนี้

1. มิติด้านข้อมูล หรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด ในการคิดบุคคลไม่สามารถคิดโดยไม่มีเนื้อหาของความคิด เพราะการคิดเป็นกระบวนการในการคิด จึงต้องมีการคิดอะไรควบคู่ไปกับการคิดอย่างไร ข้อมูลที่บุคคลใช้พิจารณาหาทางแก้ปัญหาจะมี 3 ด้านด้วยกัน คือ ข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง ข้อมูลเกี่ยวกับสังคมและสิ่งแวดล้อม และข้อมูลทางวิชาการ ทั้ง 3 ด้านนี้ จะต้องใช้ควบคู่กันไปอย่างผสมกลมกลืน จนกระทั่งพบทางออกหรือทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

2. มิติด้านคุณสมบัติที่เอื้ออำนวยต่อการคิด ในการพิจารณาเรื่องใด ๆ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ คุณสมบัติส่วนตัวบางประการมีผลต่อการคิดและคุณภาพของการคิด เช่น คนที่มีจิตใจกว้างขวาง ย่อมยินดีที่จะรับฟังข้อมูลจากหลายฝ่าย จึงอาจได้ข้อมูลจากคนที่ไม่รับฟัง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีผลต่อการคิด ช่วยให้การคิดพิจารณาเรื่องต่าง ๆ มีความรอบคอบมากขึ้น หรือผู้ที่ช่างสงสัยอยากรู้ อยากรู้อยากเห็น มีความใฝ่รู้ ย่อมมีความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล และค้นหาคำตอบ ซึ่งคุณสมบัตินี้มักจะช่วยส่งเสริมการคิดให้มีคุณภาพขึ้น

3. มิติด้านทักษะการคิด ในการคิดบุคคลจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานหลายประการในการดำเนินการคิด เช่น ความสามารถในการจำแนกความเหมือนและความต่างของ 2 สิ่งหรือมากกว่า และความสามารถในการจัดกลุ่มของที่มีลักษณะเหมือนกัน เป็นทักษะพื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ความสามารถในการสังเกต การรวบรวมข้อมูล และการตั้งสมมติฐาน เป็นทักษะพื้นฐานในกระบวนการแก้ปัญหา เป็นต้น ทักษะการคิดที่นับเป็นทักษะการคิดขั้นพื้นฐานจะมีลักษณะเป็นทักษะย่อย ซึ่งมีกระบวนการหรือขั้นตอนมากและซับซ้อน ส่วนใหญ่จะต้องใช้ทักษะพื้นฐานหลายทักษะผสมกัน ซึ่งจะเรียกว่า “ทักษะการคิดขั้นสูง” ทักษะการคิดเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการคิด บุคคลจะคิดได้ดีจำเป็นต้องมีทักษะการคิดที่จำเป็นมาบ้างแล้ว

4. มิติด้านลักษณะการคิด ลักษณะการคิดเป็นประเภทการคิดที่แสดงลักษณะเฉพาะที่ชัดเจน ลักษณะการคิดแต่ละลักษณะจะอาศัยพื้นฐานบางประการ และมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดไม่มากนัก ลักษณะการคิดใดมีกระบวนการหรือขั้นตอนมาก และซับซ้อนขึ้น จะเรียกการคิดนั้นเป็น “กระบวนการคิด” ลักษณะการคิดที่ได้เลือกสรรว่ามีความสำคัญสมควรที่จะนำไปพัฒนาเด็กและเยาวชนมี 9 ประการ ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การคิดละเอียด การคิดชัดเจน การคิดถูกต้องทาง การคิดกว้าง การคิดไกล และการคิดลึกซึ้ง รวมทั้งการคิดอย่างมีเหตุผล

5. มิติด้านกระบวนการคิด กระบวนการคิดเป็นการคิดที่ประกอบไปด้วยลำดับขั้นตอนในการคิดซึ่งมีมากบ้างน้อยบ้าง แล้วแต่ความจำเป็นของการคิดแต่ละลักษณะ และในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินการคิด จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดขั้นพื้นฐานและขั้นสูงตามความเหมาะสม กระบวนการคิดที่จำเป็นมีจำนวนมาก แต่กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ต้องนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก เช่น กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการตัดสินใจ กระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ กระบวนการวิจัย เป็นต้น

6. มิติด้านการควบคุม และประเมินการคิดของตนเอง การควบคุมการรู้คิดของตนเอง หมายถึง การรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการคิดของตนเอง และใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง การคิดในลักษณะนี้เรียกว่า การคิดอย่างมียุทธศาสตร์ หรือ “Strategic think” ซึ่งครอบคลุมการวางแผนการควบคุมกำกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล

มิติด้านตระหนักรู้ถึงการคิดของตนเอง และการสามารถควบคุมและประเมินการคิดของตนเองได้ จะสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดของตนให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนมิตินี้ จะส่งผลต่อความสามารถทางการคิดของผู้เรียนในภาพรวม ในการคิดใด ๆ ก็ตาม มิติทั้ง 6 นี้ จะปรากฏในกระบวนการคิด ซึ่งหากเกิดขึ้นอย่างครบถ้วนและอย่างมีคุณภาพ ก็ส่งผลให้การคิดนั้นเกิดคุณภาพตาม ไปด้วย

4.8 ทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์ (จิรวรรณ ชูริรัง, 2553: 53; อ้างอิงจาก สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. ม.ป.ป.)

1. การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายต่อการเข้าใจ
2. การกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะคิดวิเคราะห์โดยอาศัยองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งหรือสองอย่าง คือ ความรู้เดิมและการค้นพบลักษณะหรือคุณสมบัติร่วมของกลุ่ม
3. การกำหนดหมวดหมู่ในมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์

4. การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในแต่ละหมวดหมู่มาจัดหมวดหมู่ โดยคำนึงถึงเหตุการณ์การเป็นสมาชิก หรือความสัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรง
5. การนำข้อมูลที่แจกแจงแล้วมาจัดระบบเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
6. การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างหรือแต่ละหมวดหมู่ในแง่ของ ความมาก – น้อย ความสอดคล้อง – ความขัดแย้ง ผลทางบวก – ทางลบ ความเป็น เหตุ – เป็นผล ตามลำดับและต่อเนื่อง

4.9 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

รุ่งอรุณ เขียวประกอบ (จิรวรรณ ขูริวัง. 2553: 55; อ้างอิงจาก รุ่งอรุณ เขียวประกอบ 2546: 31) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ๆ ได้ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งของที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

3. การค้นหาความจริง หรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 65; อ้างอิงจาก เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549: 26-30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ เราจะไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้หากไม่เริ่มต้นด้วยความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เริ่มแรกเราจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่า อะไรเป็นอะไร ด้วยการตีความ การตีความ (Interpretation) หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรง คือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรงแต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกิดว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ เกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินย่อมแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีกี่หมวด

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมด้วย คือ ต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งๆ ที่ดูอย่างผิวเผินเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลย แต่หยุดพิจารณา ขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถาม ขอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

4.10 กระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์

รุ่งอรุณ เขียวประกอบ (จักรวรรณ ชูริรัง, 2553: 56; อ้างอิงจาก รุ่งอรุณ เขียวประกอบ, 2549: 31) เป็นการศึกษาวิเคราะห์โดยใช้สมองซีกซ้าย เป็นการศึกษา คิดอย่างละเอียดจากเหตุไปสู่ผล ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการคิดวิเคราะห์ เป็นการกำหนดสิ่งของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องในการวิเคราะห์

2. กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์เป็นการกำหนดประเด็นที่สงสัยจากปัญหาสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ อาจเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือข้อความสำคัญ

3. เป็นการกำหนดข้อความสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ในการจำแนกแยกแยะสิ่งที่เหมือนหรือต่างกัน ความสัมพันธ์ของเหตุผล

3.1 พิจารณาแยกแยะเป็นการวิเคราะห์ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยใช้เทคนิค 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) How (อย่างไร)

3.2 สรุปเป็นคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นสำคัญ เพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

ทิสนา เข้มมณี และคนอื่น ๆ (จักรวรรณ ชูริรัง, 2553: 55; อ้างอิงจาก ทิสนา เข้มมณี; และคนอื่น ๆ, 2544: 149) กระบวนการเป็นขั้นตอนของการทำงานเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่แต่ละกระบวนการต่างก็มีขั้นตอนการดำเนินการที่จะช่วยให้กระบวนการนั้นสำเร็จ การดำเนินการตามขั้นตอนให้ได้ผลดีต้องอาศัยทักษะที่จำเป็นหลายประการ เช่น การระบุปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน มีทักษะในการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสรุป

4.11 ประโยชน์ของการคิดเชิงวิเคราะห์

ไวไลวรรณ ปิยปกรณ์ (จิรวรรณ ชุริรัง. 2553: 57; อ้างอิงจาก ไวไลวรรณ ปิยปกรณ์. 2548: 24) กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดเชิงวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางปัญญา
2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง
3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป
4. ช่วยขุดค้นสาระของความประทับใจในครั้งแรก
5. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม
6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
7. เป็นพื้นฐานของการคิดในมิติอื่น ๆ
8. ช่วยในการแก้ปัญหา
9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
10. ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
11. ช่วยให้เห็นใจแจ่มแจ้ง

บลูม และคนอื่น ๆ (จิรวรรณ ชุริรัง. 2553: 57; อ้างอิงจาก Bloom; et al. 1972: 207) กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดเชิงวิเคราะห์ไว้ดังนี้ ความสำคัญของการคิด และการพัฒนาการคิด เป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการจัดการศึกษาจากการประชุมของนักการ เพื่อพิจารณาจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา โดยจำแนกออกเป็น 3 ด้านคือ

1. การคิด (Cognitive Domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านวิชาการที่ใช้กระบวนการทางสมองเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้
2. ความรู้สึก (Affective Domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านความรู้สึก เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจและบุคลิกภาพ
3. การปฏิบัติ (Psychomotor Domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านทักษะอันเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ และการแสดงออกของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

จากจุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้านดังกล่าว นักการศึกษาที่เข้าร่วมประชุมครั้งนั้นจัดเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการจัดการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาระบบใด หรือระดับใด จุดมุ่งหมายด้านการคิดเป็นจุดมุ่งหมายที่กลุ่มนักศึกษานี้ให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก

วนิช สุรารัตน์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพุกษ์. 2551: 79; อ้างอิงจาก วนิช สุรารัตน์. 2547: 123-124) กล่าวถึงความสำคัญและคุณค่าของการคิดวิเคราะห์ว่า

1. การคิดวิเคราะห์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินชีวิตประจำวัน การคิดวิเคราะห์เป็นวิธีการของนักปราชญ์

2. การคิดวิเคราะห์ เป็นวิธีคิดที่ทำให้ผู้คิดมีความชำนาญในการคิด สามารถก่อให้เกิดผลผลิตทางปัญญาที่ดีกว่า และสามารถประเมินผลงานทางด้านสติปัญญาได้ดี ส่งผลให้การกระทำด้านต่าง ๆ มีเหตุผลดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งทางด้าน การดำเนินชีวิตและการทำกิจกรรมการทำงานทั้งหลาย

3. การคิดวิเคราะห์ เป็นมาตรฐานการวัดผลทางสติปัญญาและการกระทำของมนุษย์ ซึ่งมีสาระสำคัญอยู่ที่ความสมบูรณ์ถูกต้องของการให้เหตุผลและการตัดสินใจต่าง ๆ

4. การคิดวิเคราะห์ เป็นวิธีการที่บุคคลใช้ประเมินผลตนเอง เพื่อให้รู้ว่าตนเองมีวิธีการให้เหตุผลและตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ มีความสมบูรณ์เพียงพอรึเปล่าเพียงใด

ดังนั้น การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีคุณค่าของมนุษย์ เป็นความคิดที่เต็มไปด้วยสาระ มีคุณภาพ โดยแสดงออกมาในลักษณะของการให้เหตุผลและการตัดสินใจต่าง ๆ ด้วยความสมบูรณ์เพียงพอรึเปล่าทางด้านสติปัญญา การคิดวิเคราะห์จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งสำหรับการสร้างความเจริญ ทั้งแก่บุคคลและวิทยาการต่าง ๆ ในทุก ๆ สาขา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำเสนอและสรุปหลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการวิจัย ดังนี้

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผลเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อการตัดสินใจหรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมความสามารถของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือจำแนก แจกแจง องค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่า มีสาระสำคัญอย่างไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุผลอย่างไร หรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน

2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่าง ๆ ของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จะส่งผลกระทบอย่างไร

3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถของนักเรียนในการคิด จำแนกแยกแยะให้ เหตุผลโดยนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิด ผู้วิจัยสนใจรูปแบบการคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอนนี้ คือ 1) ระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การทดลอง การออกแบบ 4) การเก็บรวบรวมข้อมูล 5) สรุปผลการทดลองและคำถามที่ใช้เป็นคำถามที่ประกอบด้วย 5W และ 1H คือ What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) How (อย่างไร) ประกอบในชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ งานวิจัยในประเทศ

จันทร์จรัส ตันทสุทธิ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 81; อ้างอิงจาก จันทร์จรัส ตันทสุทธิ. 2528: 76-79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสังคมศึกษา โดยใช้เทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาโดยใช้เทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ ทั้งในด้านความคล่องแคล่วในทางการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของกลุ่มทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตนา นนารัตน์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 81; อ้างอิงจาก รัตนา นนารัตน์. 2531: 54) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและควมมีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคม โดยใช้การสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา โดยใช้การสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และควมมีวินัยในตนเองไม่แตกต่างกัน

อนันต์ โพธิกุล (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 81; อ้างอิงจาก อนันต์ โพธิกุล. 2543: 88-89) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนจากการทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จะพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบบูรณาการ เชิงวิธีการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

งานวิจัยต่างประเทศ

เฟลพส์ (จูฟาร์ตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 80; อ้างอิงจาก Phelps. 1979: 179A) ได้ทำการศึกษาผลของการบูรณาการกิจกรรมเชื่อมโยงประโยคและวิธีส่งเสริมการอ่านและเขียนของนักเรียนระดับ 8 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ในการอ่านและเขียนของนักเรียนระดับ 8 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เทอร์เรล (จูฟาร์ตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 80; อ้างอิงจาก Terrell. 1979: 74A) ได้ทำการศึกษาทักษะการบูรณาการภาษาอังกฤษในหลักสูตรธุรกิจศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลระดับต่อจากมัธยมศึกษาผลปรากฏว่า

1. หลังจากบูรณาการเข้าไปแล้วไม่มีผลเลย
 2. จากองค์ประกอบที่เลือกมา 33 องค์ประกอบ ดูเหมือนว่าจะมีผลต่อวิธีการบูรณาการในบางสถานการณ์
 3. ในรายวิชาธุรกิจศึกษา มักจะไม่ขึ้นอยู่กับบูรณาการวิธีสอนเดียว
 4. วิธีการบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษเกิดขึ้นบ่อยมากในครูวิทยาลัยชุมชน แต่มากกว่าครูที่อยู่ในวิทยาลัยอาชีวะ
 5. การบูรณาการทักษะการสอนวิชาภาษาอังกฤษจะไม่ใช้วิธีการสอนวิธีใดวิธีหนึ่ง
 6. ทักษะภาษาอังกฤษแต่ละทักษะนี้จะทำให้เกิดบูรณาการในหลักสูตรธุรกิจศึกษาอย่างน้อยหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งวิชา แต่ไม่ได้ทำให้เกิดบูรณาการในวิชาธุรกิจทุกรายวิชา
 7. ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบผล รวมทั้งผลของการทำให้ครูนั้นมีการเปลี่ยนแปลง
 - กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้หลักสูตรปกติ และใช้วิธีสอนแบบทดลอง
 - กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้หลักสูตรบูรณาการ และใช้วิธีสอนแบบปกติ
 - กลุ่มที่ 3 สอนโดยใช้หลักสูตรแบบบูรณาการ และใช้วิธีสอนแบบทดลอง
- ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่ 3 มีผลการเรียนดีว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ และคะแนนจากการมอบหมายพิเศษ คะแนนกิจกรรมในห้องทดลองของกลุ่มที่ 3 ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดอีกด้วย แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียน จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย คือการสอนโดยใช้หลักสูตรบูรณาการและวิธีสอนแบบทดลอง

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ งานวิจัยในประเทศ

มนมนัส สุดลิ้น (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 81; อ้างอิงจาก มนมนัส สุดลิ้น. 2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนสาธิตสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพฯ จำนวน 60 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจด้านนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาภาพร สิงหราช (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 82; อ้างอิงจาก อาภาพร สิงหราช. 2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีลาจารย์ไพฑูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 72 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อรอุมา กาญจนี (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 82; อ้างอิงจาก อรอุมา กาญจนี. 2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 2 ห้องเรียนจำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

โกลาลินอย (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 81; อ้างอิงจาก Olarinoye. 1979: 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง การสอนปกติ และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ในวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

คอลลินส์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 81; อ้างอิงจาก Collins. 1990: 2783-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบการสอนโดยใช้ การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที ซึ่งเนื้อหาในการอภิปรายเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มจัดให้มีการสืบเสาะตลอดเวลา นอกจากนี้ยังจัดประสบการณ์ต่างๆ เช่น จัดฉายภาพยนตร์ และตั้งปัญหาตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลการวิจัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน งานวิจัยในประเทศ

มณีรัตน์ เกตุไสว (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 83; อ้างอิงจาก มณีรัตน์ เกตุไสว. 2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง และปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูล จากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริลักษณ์ หนองแส (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 83; อ้างอิงจาก ศิริลักษณ์ หนองแส. 2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการพึ่งพาตนเอง ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัฒนา อรุณวัฒนะ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 83; อ้างอิงจาก วัฒนา อรุณวัฒนะ. 2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิส (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 83; อ้างอิงจาก Davis. 1979: 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบกับการสอนตามคู่มือครู ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิลเลียม (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 83 ; อ้างอิงจาก William. 1981: 1605-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง วิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิมโดยทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

งานวิจัยในประเทศ

ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 84; อ้างอิงจาก ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม. 2543: 106) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิโน้ตกับการสอนตามคู่มือครูผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิ

อุไร มะวิญชร (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 84; อ้างอิงจาก อุไร มะวิญชร. 2544: 84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์เชิงวิจารณญาณ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบประสบการณ์และแบบคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนการใช้ประสบการณ์กับคู่มือครู มีการคิดวิเคราะห์เชิงวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระพินทร์ คร้ามมี (2544: 80) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

กับการสอนแบบการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม การสอนแบบแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบ ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ชนิดข้อคำถาม 2 ชนิด ได้แก่ ข้อคำถาม แบบคิดวิเคราะห์หรืออธิบาย และชนิดข้อวิเคราะห์แบบเหตุผลเชิงตรรกะ

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์ (2551: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนแบบคิดวิเคราะห์จะมีความสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสาขาวิชาต่าง ๆ ผู้วิจัย จึงสนใจนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการศึกษาวิจัย เพื่อหาผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

เรย์ (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 84; อ้างอิงจาก Ray. 19778: 3220-A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามในระดับที่ต่ำกว่าคำถามระดับสูงของการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลมีผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยการใช้คำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำแบบทดสอบในเรื่องการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม และคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

ลัมพकिन (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. 2551: 83; อ้างอิงจาก Lumpkin. 1991: 369-A) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนระดับ 5 และ 6 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้วนักเรียนระดับ 5 และ 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่ต่างกัน นักเรียนระดับ 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมไม่แตกต่างกัน สำหรับนักเรียนระดับ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

รีด (จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤษ. 2551: 83; อ้างอิงจาก Reed. 1999: 4039-A) ได้ศึกษาแบบจำลองของการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในการคิดวิเคราะห์จากเอกสารจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการแปลความหมาย การใช้เหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดเชิงประวัติศาสตร์ของนักศึกษาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณพัฒนาได้ดีขึ้นภายใน 1 ภาคการศึกษา
2. ความรู้ในเรื่องประวัติศาสตร์จะพัฒนาดีขึ้นเมื่อได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. เพศและวัยไม่ได้มีบทบาทสำคัญใด ๆ ในการพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนรวม 180 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 45 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) ดังนี้

กลุ่มทดลอง	ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ	จำนวน 45 คน
กลุ่มควบคุม	ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	จำนวน 45 คน

ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยการสอน ใช้เวลา 12 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในสาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้เรื่อง

1. ดิน
2. หิน
3. แร่

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 377) ซึ่งมีรูปแบบวิจัย ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
(R) E	T _{1E}	X	T _{2E}
(R) C	T _{1C}	-	T _{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

(R)E	แทน	กลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
(R)C	แทน	กลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
T _{1E}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง
T _{1C}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม
T _{2E}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง
T _{2C}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม
X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
-	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 สาระการเรียนรู้และผลกาเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค สำหรับเนื้อหาสาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียนรู้แบบบูรณาการ

1.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

1.5 จัดทำแผนการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ และเอกสารประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหาภาษาและกิจกรรมต่าง ๆ ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหาและขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 และพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีค่าดัชนีความสอดคล้องเป็น 1.00

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง $E1/E2 = 80/80$ มีค่าเท่ากับ $82.72/83.14$

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค สำหรับเนื้อหาสาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

2.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

2.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

2.5.1 สาระสำคัญ

2.5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.5.3 สาระการเรียนรู้

2.5.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้

2.5.5 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

2.5.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างรูปแบบการสอนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้น ตอนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีค่าเท่ากับ 1.00

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง $E1/E2 = 80/80$ มีค่าเท่ากับ 80.1/82

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

ตาราง 3 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
<p>1. ขั้นนำ (Initiating the Unit) เป็นขั้นที่เร้าความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยวิธีการอภิปรายซักถาม ใช้สื่อประเภทต่างๆ</p> <p>2. ขั้นปฏิบัติการ (Point of Experience) เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหา และตกลงใจเลือกดำเนินการหรือเก็บรวบรวมข้อมูล ครูช่วยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม มีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่ ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยทักษะความสามารถของครูที่จะแนะนำกิจกรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถตามความถนัดมากที่สุด</p> <p>3. ขั้นกิจกรรมสรุป (Cumulating Activities) ในขั้นนี้ครูเน้นการบูรณาการของหน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในขณะที่ทำกิจกรรม เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้านเนื้อหามากขึ้น</p> <p>4. ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินอาจแบ่งออกเป็นการวัดความรู้ วัดความเข้าใจในด้านวิชาการ ประเมินความสามารถในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม</p>	<p>1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น คิดสงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลอง ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา</p> <p>2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุนให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน</p> <p>3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลองและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป</p>

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

- ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ดิน หิน แร่ โดยแบ่งพฤติกรรมต่างๆ ออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กระทำตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะของคำถามตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องทางด้านภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมถึงการใช้ภาษา คำถามและตัวเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าระหว่าง $IOC \geq .50$ ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 90 คน นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจคะแนนเสร็จเรียบร้อยแล้วนำมาเรียงค่าคะแนนสูงไปหาค่าต่ำ ตัดกลุ่มสูงโดยใช้สัดส่วน แล้วแยกกระดาษคำตอบเป็น 2 ชุด คือ กลุ่มสูง 1 ชุด กลุ่มต่ำ 1 ชุด แล้ววิเคราะห์ข้อสอบ ดังนี้

4.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบมีค่า ความยากง่าย ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.20 ขึ้นไป พบว่า ค่าความยากง่าย (P) มีค่า 0.746 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.493

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 90 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.837

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

0) กดรจำแนกดินออกเป็น 3 ชนิด คือ ดินร่วน ดินเหนียว และดินทราย ใช้เกณฑ์ในข้อใด (ทักษะ กระบวนการเรียนรู้)

- ก. สีของดิน
- ข. ลักษณะของเนื้อดิน
- ค. ความพรุนของดิน
- ง. องค์ประกอบของดิน
- จ. ความเป็นกรด-เบส ของดิน

คำตอบ ข้อ ข

00) ถ้าขุดดินในสวนที่ระดับความลึกจากผิวดินไปประมาณ 50 ซม. ดินที่ขุดได้จะมีลักษณะอย่างไร (ความรู้-ความจำ)

- ก. เม็ดดินขนาดใหญ่ น้ำและอากาศผ่านได้ดี pH ประมาณ 6
- ข. เม็ดดินมีลักษณะร่วนซุย มีแมลง มด และรากไม้ปนอยู่ มีค่า pH ประมาณ 6.5
- ค. เม็ดดินขนาดเล็ก ละเอียดเนื้อแน่น สีน้ำตาลอ่อน พบรากไม้เล็ก ๆ มีค่า pH ประมาณ 7
- ง. ดินสีดำ มีรากไม้ปนเล็กน้อย และแมลงอาศัยในชั้นนี้ได้ มีค่า pH ประมาณ 7
- จ. เม็ดดินขนาดเล็ก มีสีดำ ร่วนซุย มีค่า pH ประมาณ 7

คำตอบ ข้อ ค

4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการการคิดวิเคราะห์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ศึกษาเทคนิคในการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบหนังสือการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดทักษะ การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบอัตนัย เรื่อง ดิน หิน แร่ ที่ประกอบด้วย 5W และ 1H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) How (อย่างไร)

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน วิทยาศาสตร์ และการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะ ในเรื่อง สถานการณ์ การใช้คำถาม ภาษาที่ใช้ เนื้อหา และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะ พฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาค่า IOC โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ กับนักเรียนจำนวน 10 คน นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจคะแนนเสร็จเรียบร้อยแล้วนำมาเรียงค่าคะแนนสูงไป หาค่าต่ำ ตัด กลุ่มสูงโดยใช้สัดส่วน 27% แล้วแยกกระดาษคำตอบเป็น 2 ชุด คือกลุ่มสูง 1 ชุด กลุ่มต่ำ 1 ชุด แล้ววิเคราะห์ข้อสอบ ดังนี้

5.1 หาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน คัดเลือกข้อที่มีความยาก ระหว่าง 0.20 -0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบมีค่าความ ยากง่าย ระหว่าง 0.20 -0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง ค่าความยากง่าย (P) มีค่า 0.699 ค่าอำนาจ จำแนก (r) มีค่า 0.400

5.2 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.883

6. นำแบบทดสอบที่ได้ไปใช้ทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ครูสมศรีบอกให้นักเรียนชั้น ม. 2 ปลูกถั่วเขียวในดินทราย พลอยใส สงสัยว่าทำไม ไม่ปลูกถั่วเขียวในดินชนิดอื่น จึงได้นำถั่วเขียวไปลองปลูกในดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน ผลปรากฏว่า ถั่วเขียวที่ปลูกกับดินทรายเจริญเติบโตดีที่สุด ร่องลงมา ก็ ดินร่วน ส่วนในดิน เหนียวนั้นถั่วเขียวไม่ขึ้น

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม

0) ปัญหาของการปลูกถั่วเขียว ในการทดลองนี้คือข้อใด

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| ก. ถั่วเขียวเจริญเติบโตได้ไม่เท่ากัน | ข. ดินทรายปลูกถั่วเขียวได้ดี |
| ค. ดินที่ใช้ปลูกถั่วเขียวไม่เหมือนกัน | ง. ถั่วเขียวต้องการน้ำมากเป็นพิเศษ |

ตอบ ข้อ ค

00) สาเหตุของปัญหานี้ คือ ข้อใด

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| ก. ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน | ข. ความสามารถในการงอก |
| ค. สภาพของดินที่ใช้ปลูกพืช | ง. การเจริญเติบโตของถั่วเขียว |

ตอบ ข้อ ค

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาจำนวน 1 ห้อง จากจำนวนทั้งหมด 4 ห้องเรียน
2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
4. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากันกลุ่มละ ใช้เวลา 12 คาบ ดังนี้
 - 4.1 กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 - 4.2 กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับแบบสืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Independent sample ในรูป Difference Score

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Dependent sample

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Dependent sample

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Independent sample ในรูป Difference Score

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Dependent sample

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Dependent sample ในรูป Difference Score

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 306)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

1.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance)

$$\text{จากสูตร } s^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
-------	-------	-----	------------------------

$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้อง (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 248-249)

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบปรนัย) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. ม.ป.ป.)

หาค่าความยากง่าย
$$P = \frac{P_H - P_L}{2n}$$

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่าย
P_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
P_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
หาค่าอำนาจจำแนก	$r = \frac{P_H - P_L}{n}$		
เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	P_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร K.R.20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

	จากสูตร	$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right]$	
เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
			$= \frac{\text{จำนวนของคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ $= 1 - p$
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้ค่าสถิติ t-test Dependent sample เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

จากสูตร ; $df = n-1$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ ก่อนเรียนกับหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้ค่าสถิติ t-test Independent sample ในรูป Difference Score เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Scott, 1962: 264)

จากสูตร
$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง
$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

และ
$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t - distribution
	MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
	MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
	D_1	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับ

		ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
D_2	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับ ก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่าง คะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และเสนอผลการวิจารณ์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
\bar{X}_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
\bar{X}_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
SD_1	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
SD_2	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
MD	แทน	คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการทดสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้กับก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้กับก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงความถี่ (t-Distribution)
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอความตามลำดับ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีสมมติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกัน จากทวิวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for Independent sample ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	S _{MD-MD2}	t
			\bar{X}_1	SD ₁	\bar{X}_2	SD ₂			
กลุ่มทดลอง	45	30	14.22	4.97	22.33	4.21	8.11	0.63	3.19**
กลุ่มควบคุม	45	30	15.57	4.40	21.64	4.66	6.07		

จากตาราง 4 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 14.22 และ 4.97 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 22.33 และ 4.21 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 15.57 และ 4.40 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 21.64 และ 4.66 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 8.11 และ 6.07 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และกลุ่มควบคุม คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยมีสมมติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for Dependent sample ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ

กลุ่มทดลอง	n	k	\bar{X}	SD	t
ก่อนเรียน	45	30	14.38	4.70	4.14**
หลังเรียน	45	30	19.56	3.53	

จากตาราง 5 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 14.38 และ 4.70 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 19.56 และ 3.53 ตามลำดับ เมื่อผลต่างของคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีสมมติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for Dependent sample ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มควบคุม	n	k			t
			\bar{X}	SD	
ก่อนเรียน	45	30	16.06	4.37	4.14**
หลังเรียน	45	30	18.24	3.52	

จากตาราง 6 พบว่า กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 16.06 และ 4.37 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 18.24 และ 3.52 ตามลำดับ เมื่อค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในกลุ่มทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในกลุ่มควบคุม พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีสมมติฐานว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกัน จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for Independent sample ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	S_{MD-MD2}	t
			\bar{X}_1	SD_1	\bar{X}_2	SD_2			
กลุ่มทดลอง	45	30	14.75	3.17	22.30	3.68	7.55	0.81	4.51**
กลุ่มควบคุม	45	30	8.10	2.54	11.97	2.79	3.90		

จากตาราง 7 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 14.75 และ 3.17 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 22.30 และ 3.68 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 8.10 และ 2.54 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 11.97 และ 2.79 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 7.55 และ 3.90 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และกลุ่มควบคุม คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยมีสมมติฐานว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for Dependent sample ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ

กลุ่มทดลอง	n	k			t
			\bar{X}	SD	
ก่อนเรียน	45	30	14.38	4.70	4.14**
หลังเรียน	45	30	19.56	3.53	

จากตาราง 8 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 14.38 และ 4.70 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 19.56 และ 3.53 ตามลำดับ เมื่อค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่า กลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีสมมติฐานว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for Dependent sample ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มควบคุม	n	k			t
			\bar{X}	SD	
ก่อนเรียน	45	30	16.06	4.73	4.14**
หลังเรียน	45	30	18.24	3.52	

จากตาราง 9 พบว่า กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 16.06 และ 4.73 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 18.24 และ 3.52 ตามลำดับ เมื่อค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับแบบ สืบเสาะหาความรู้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนรวม 180 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ทั้งหมด 2 ห้อง จำนวน 90 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียนละ 45 คน แล้วใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับสลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ จำนวน 45 คน

กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 45 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน หิน แร่
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
3. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและใช้ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ชุดเดิม
5. ทำการตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปผลได้ ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากการศึกษาค้นคว้าทดลอง ผู้วิจัยอภิปรายผลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นตามหลักการบูรณาการ เป็นการนำความรู้ ความเข้าใจ ในสาขาวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ มาหลอมรวมเข้าด้วยกัน ภายใต้การเข้าใจมโนทัศน์และหลักการพร้อมทั้งประยุกต์ทักษะการสื่อสารและคุณภาพชีวิตเข้ามาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้เกิดความต่อเนื่องเป็นเรื่องเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนมุ่งศึกษาคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา แสวงหาความรู้อย่างเป็นองค์รวม และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแกนจากการบูรณาการเชื่อมโยงจากผู้สอนคนเดียวที่เชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ ของหัวข้อเรื่องที่สอดคล้องกัน ซึ่งการดำเนินกิจกรรมผู้วิจัยมุ่งให้การเรียนการสอนเป็นไปตามขั้น ตอนทั้ง 4 ขั้นตอนและผสมผสานกับหลักการที่หลากหลาย คือ 1. ช้่นนำ เป็นขั้นที่เร้าความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยวิธีการอภิปรายจากเหตุการณ์ปัจจุบัน ช้กถาม ใช้สื่อประเภทต่างๆ ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางการทดลอง เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก อาจจะทำให้ นักเรียนทำกิจกรรมในลักษณะของการบูรณาการก็ได้ จะทำให้นักเรียนสนุกสนานและเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นที่จะเรียนและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมมากขึ้น 2. ขั้นปฏิบัติการเป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหา และตกลงใจเลือกดำเนินการหรือเก็บรวบรวมข้อมูล ครูช่วยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยทักษะความสามารถของครูที่จะแนะนำกิจกรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถตามความถนัดมากที่สุด การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการบูรณาการเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ รอบๆ ตัวของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจใน

เนื้อหามากขึ้น นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ ยังใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นตัวเชื่อมโยงให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งขึ้น ซึ่งสอดคล้อง กับงานของฟอร์แมน (Forman. 2000: 140) ที่สรุปได้ว่า ปัญหาให้นักเรียนเข้าใจอย่างสมเหตุสมผลและทำให้นักเรียนมีความลึกซึ้งในเนื้อหามากขึ้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ จะมุ่งเน้นกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการใช้ใบงานเป็นตัวกำหนดสถานการณ์เพื่อช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ อาจเป็นรายบุคคลรายคู่ รายกลุ่ม นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง คือ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเอง แก้ปัญหาเอง ซึ่งครูมีหน้าที่คอยแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีมีเสรีภาพในการปฏิบัติและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองไปทีละขั้นตอนอย่างมีระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวยังทำให้นักเรียนมีโอกาสค้นคว้าและวิเคราะห์เชิงลึกและกว้างได้หลายแง่มุม นักเรียนมีมุมมองของความรู้ในบริบทของการดำเนินชีวิตตามสภาพจริง รวมทั้งประยุกต์ทักษะได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2535: 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และตัดสินใจด้วยตนเอง เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสถานการณ์ในชั้นเรียนปกติที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง นอกจากนี้การที่นักเรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติได้ ทำการทดลองเอง จะทำให้นักเรียนรู้ได้ดี และเกิดทักษะในการปฏิบัติทดลองด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้ของ จอร์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดได้ดี ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าของเบียร์ด (Beard. 2003: 129) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และงานเขียนของเด็กในการนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า การบูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และงานเขียนของเด็กชี้ให้เห็นถึงความสนุกสนานในการเรียนของนักเรียน นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และความวิตกกังวลลดลง และเนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยตัวความรู้และทักษะกระบวนการ ถ้านักเรียนได้คิดเอง และลงมือปฏิบัติเอง นักเรียนก็จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี และทำให้ส่วนที่เป็นตัวความรู้ดีขึ้นด้วย นั่นคือ ถ้านักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประกอบไปด้วย พฤติกรรมด้านต่าง คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงตามไปด้วย 3. ชั้นกิจกรรมสรุป ในขั้นนี้ครูเน้นการบูรณาการของหน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรมโดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในขณะที่ทำกิจกรรมเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้านเนื้อหามากขึ้น ซึ่งการเชื่อมโยงเนื้อหาจะเป็นในลักษณะเชื่อมโยงเข้ากับเรื่องใกล้ตัว เพราะการที่นักเรียนจะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ

อย่างแจ่มแจ้งและเกิดความหมายและสามารถนำไปใช้ได้ก็ต่อเมื่อ ความรู้ของความคิดย่อย ๆ อยู่ร่วมกัน สัมพันธ์กันและเชื่อมโยงจนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ กับสิ่งอื่น ๆ รอบตัว ซึ่งมีผลให้เกิดการนำความรู้ ปรัชญาหารที่ได้มาจัดระบบใหม่ให้เหมาะสมกับตนเอง และมีการเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างมีระเบียบ จึงทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้เร็ว เกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์และเกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จอห์น ดิวอี้ ที่ว่า “การสอนแบบบูรณาการจะสอดคล้องกับชีวิตจริงของเด็ก โดยจะช่วยให้เด็กมองเห็นความเข้าใจและเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ทั้งยังกระตุ้นให้เด็กใฝ่เรียนรู้ เนื่องจากเขาสามารถนำเนื้อหาและทักษะที่เรียนไปใช้ในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการยังช่วยลดการซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชา ลดจำนวนเวลาเรียน รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความคิด ประสบการณ์ความสามารถ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ อย่างมีทักษะหลากหลาย ก่อให้เกิดการเรียนรู้ทักษะ กระบวนการและเนื้อหาสาระไปพร้อมกัน” 4. ชั้นประเมิน การประเมินอาจแบ่งออกเป็นการวัดพฤติกรรม ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประกอบไปด้วย พฤติกรรมด้านต่าง ๆ คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ และเนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเอื้ออาทรต่อกัน ใช้กระบวนการการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการประเมินจากสภาพจริงในการทำกิจกรรมอีกด้วย ซึ่งส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน สอดคล้องกับความคิดเห็นของเชษฐา ชาบาง (2544: 45) ว่าการประเมินผลการตามสภาพจริงที่แท้จริงเป็นการเป็นการพัฒนานักเรียนสู่อนาคต และวิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช (2544: 45) ที่กล่าวว่า การประเมินผลควรมุ่งเน้นพัฒนาการของผู้เรียนในภาพรวมมากกว่าภาควิชาการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงประเมินผู้เรียนจากการสังเกตผู้เรียนจาก การตอบคำถาม การซักถาม ความสนใจ การนำเสนอผลงาน สังเกตการณ์ร่วม กิจกรรมรายบุคคล และแบบฉบับที่กประจำวัน เนื่องจากการประเมินที่เลือกมาอย่างหลากหลายทำให้นักเรียนต้องมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมและให้ความสำคัญกับงานที่ได้รับมอบหมายมากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องจากขณะดำเนินการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ในแต่ละชั้นตอนมีการแทรกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้ดี รวมทั้งทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร มุ่งเน้นที่ความสามารถที่บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหรือในการทดลอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2543: 66) และในขณะที่ทำการจัดการเรียนการสอนได้มีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองทำให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วมมากขึ้นสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom. 1976: 13) ที่กล่าวว่าการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน มีการส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพราะนักเรียนได้เรียนร่วมกันมีโอกาสช่วยเหลือและเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้เด็กเก่งช่วยเหลือเด็กอ่อนทำให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม นำมาสู่การพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง และสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มนั้น มีความสำคัญและก่อให้เกิดสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ คือ เมื่อนักเรียนเข้าทำกิจกรรมตามกลุ่มที่ได้กำหนดไว้ ถึงเวลาการทำงานกลุ่มนักเรียนภายในกลุ่มย่อมที่จะเกิดความสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม ซึ่งความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นความสัมพันธ์กันในทางบวกคือนักเรียนภายในกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกัน รู้จักร่วมมือในการวางแผนในการทำงาน ร่วมกันคิดร่วมกันทำ และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ และตระหนักถึงความสำเร็จของกลุ่มว่าขึ้นอยู่กับสมาชิกภายในกลุ่ม การที่นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด และนักเรียนมีความรับผิดชอบ ในทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งการเรียนแบบกลุ่มนั้น ยังช่วยฝึกทักษะภายในกลุ่ม นักเรียนทุกคนได้รับการฝึกทักษะภายในกลุ่มหลาย ๆ ด้าน เช่น เรื่องการรับฟัง การยอมรับความคิดเห็น ความซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล ความเพียรพยายาม การรู้จักวิธีการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำ ทักษะการเป็นผู้ตาม ทักษะตัดสินใจ การแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการกลุ่ม การสนับสนุนและไว้วางใจซึ่งกันและกัน และกระบวนการกลุ่ม

การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มถึงแม้จะมีนักเรียนต่างความสามารถ ต่างเพศมาอยู่ร่วมกันกระบวนการกลุ่มจะเป็นตัวละลายพฤติกรรมหล่อหลอมให้นักเรียนทุกคนสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี และการทำงานในขั้นสุดท้ายต้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องหรือพอใจกับผลงานครั้งนี้หรือไม่ ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนก็บันทึกไว้เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในการทำงานครั้งต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2546: 134-135) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ดี ต้องมีความสัมพันธ์ในทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการทำงานกลุ่ม มีการตรวจสอบความรับผิดชอบการใช้ทักษะการทำงานกลุ่ม และกระบวนการกลุ่ม

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้ จากการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทดลองได้ครั้งนี้ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ จะมีสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ เราให้เกิดความสนใจในการตอบปัญหา และได้คิดอย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนมีความสนับสนุนทางการเรียน กล่าวแสดงความคิดเห็น เรียงลำดับความคิดอย่างถูกต้องเหมาะสม ก่อนการนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องที่สุด และสามารถนำประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้เป็นอย่างดี ด้วยการขยายความรู้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพและมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกการคิดในแต่ละขั้นของการสอน ตั้งแต่ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรม ผู้เรียนจะถูกฝึกโดยการใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดเชื่อมโยง และหาความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องที่เรียนกับสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว แล้วนำความรู้ดังกล่าวไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในขั้นสรุปและอภิปรายผล โดยผู้สอนจะกระตุ้นโดยการใช้คำถาม แล้วให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า คิดหาคำตอบจากเอกสารประกอบการเรียน ใบความรู้ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด ระยะเวลาที่เรียนมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการสนทนาซักถามอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิด พิจารณาและแสวงหาคำตอบ เพื่ออธิบาย ความสำคัญ ความสัมพันธ์และหลักการได้ และเมื่อผู้เรียนออกมานำเสนอรายงานพบว่า ผู้เรียนพยายามถ่ายทอดความคิด ที่ได้จากการจัดระบบสาระสนเทศที่ผู้เรียนปรับเข้าโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ไชซ์เวอร์ (ระพินทร์ คร้ามมี, 2544: 83; อ้างอิงจาก Sehierver, 1991: 138) ที่ว่า ความคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้และสามารถพัฒนาได้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์ ในการคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้และสามารถพัฒนาได้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึก

ประสบการณ์ ในการคิดค้นหาคำตอบตัวเอง ช่วยพัฒนาทักษะการคิด ให้คิดเป็นคิดรวบู้ คิดรอบคอบ คิดอย่างมีหลักการและมีเหตุผล ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังจะช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี และจากการที่ผู้วิจัยได้บูรณาการเนื้อหาในสาระวิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการความรู้เข้ากับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง จดจำและนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการที่จะคิดและวิเคราะห์ความสำคัญความสัมพันธ์ และหลักการในเรื่องที่เรียนมากขึ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่ ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการแสวงหาความรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่การเป็นนักคิดได้อย่างถาวร

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้ จากการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทดลองได้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นตามหลักการบูรณาการ เป็นการนำความรู้ ความเข้าใจ เพื่อให้ผู้เรียนมุ่งศึกษาคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา แสวงหาความรู้อย่างเป็นองค์รวม และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแกนจากการบูรณาการเชื่อมโยงจากผู้สอนคนเดียวที่เชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ ของหัวข้อเรื่องที่สอดคล้องกัน ครูช่วยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่ในชั้นตอนนี้ต้องอาศัยทักษะความสามารถของครูที่จะแนะนำกิจกรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถตามความถนัดมากที่สุด การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการบูรณาการเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ รอบๆ ตัวของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ ยังใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นตัวเชื่อมให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งขึ้น ซึ่งสอดคล้อง กับงานของฟอร์แมน (Forman, 2000: 140) ที่สรุปได้ว่า ปัญหาที่นักเรียนเข้าใจอย่างสมเหตุสมผลและทำให้นักเรียนมีความลึกซึ้งในเนื้อหามากขึ้น นอกจากนี้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ จะมุ่งเน้นกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการใช้ใบงานเป็นตัวกำหนดสถานการณ์เพื่อช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อาจเป็นรายบุคคลรายคู่ รายกลุ่ม นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง คือ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเอง แก้ปัญหาเอง ซึ่งครูมีหน้าที่คอยแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีมีเสรีภาพในการปฏิบัติ และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองไปทีละขั้นตอนอย่างมีระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวยังทำให้นักเรียนมีโอกาสค้นคว้าและวิเคราะห์เชิงลึกและกว้าง

ได้หลายแง่มุม นักเรียนมีมุมมองของความรู้ในบริบทของการดำเนินชีวิตตามสภาพจริง รวมทั้งประยุกต์ทักษะได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และตัดสินใจด้วยตนเอง เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสถานการณ์ในชั้นเรียนปกติที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง ๆ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจากการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มนั้น มีความสำคัญและก่อให้เกิดสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ คือ เมื่อนักเรียนเข้าทำกิจกรรมตามกลุ่มที่ได้กำหนดไว้ ถึงเวลาการทำงานกลุ่มนักเรียนภายในกลุ่มย่อมที่จะเกิดความสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม ซึ่งความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นความสัมพันธ์กันในทางบวกคือนักเรียนภายในกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกัน รู้จักร่วมมือในการวางแผนในการทำงาน ร่วมกันคิดร่วมกันทำ และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ และตระหนักถึงความสำเร็จของกลุ่มว่าขึ้นอยู่กับสมาชิกภายในกลุ่ม การที่นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด และนักเรียนมีความรับผิดชอบ ในทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งการเรียนแบบกลุ่มนั้น ยังช่วยฝึกทักษะภายในกลุ่ม นักเรียนทุกคนได้รับการฝึกทักษะภายในกลุ่มหลาย ๆ ด้าน เช่น เรื่องการรับฟัง การยอมรับความคิดเห็น ความซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล ความเพียรพยายาม การรู้จักวิธีการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำ ทักษะการเป็นผู้ตาม ทักษะตัดสินใจ การแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการกลุ่ม การสนับสนุนและไว้วางใจซึ่งกันและกัน และกระบวนการกลุ่มการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มถึงแม้จะมีนักเรียนต่างความสามารถ ต่างเพศมาอยู่ร่วมกันกระบวนการกลุ่มจะเป็นตัวละลายพฤติกรรมหล่อหลอมให้นักเรียนทุกคนสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี และการทำงานในชั้น สุดท้ายต้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องหรือพอใจกับผลงานครั้งนี้หรือไม่ ถ้ามีข้อผิดพลาดนักเรียนกับบันทึกไว้เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในการทำงานครั้งต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2546: 134-135) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้นั้น ต้องมีความสัมพันธ์ในทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการทำงานกลุ่ม มีการตรวจสอบความรับผิดชอบการใช้ทักษะการทำงานกลุ่มและกระบวนการกลุ่ม

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง ๆ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกลุ่มในระดับมัธยมศึกษา ควรจัดแบบละความสามารถเพราะนักเรียนที่อ่อนกว่าจะได้เรียนรู้รูปแบบพฤติกรรมจากนักเรียนที่เก่งกว่า เรียนรู้ร่วมกันจากเพื่อนที่ต่างระดับความสามารถ

1.2 ควรนำวิธีการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบบูรณาการไปใช้ในการเรียนการสอนให้กว้างขวางขึ้นทั้งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระอื่น ๆ เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้นได้

1.3 ควรสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เช่น การจัดหาเอกสารสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

1.4 ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรนำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะชุดกิจกรรมนี้ จะช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้

1.5 นักเรียนที่เรียนค่อนข้างอ่อนถ้าได้รับการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้เนื่องจากนักเรียนมีความมั่นใจในการทำกิจกรรม ได้ร่วมกันคิดและแก้ปัญหา

1.6 วิธีการสอนที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและแบบสืบเสาะหาความรู้ จำเป็นต้องใช้ความร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดให้มีกิจกรรมที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม โดยการสร้างบรรยากาศที่เป็นมิตรต่อกัน เพื่อให้สมาชิกได้รู้จักกัน ซึ่งจะช่วยให้สมาชิกในกลุ่มกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น ร่วมแบ่งปันความรู้สึกกับเพื่อน ๆ ซึ่งจะส่งผลให้การเรียนประสบผลสำเร็จเร็วที่สุด

1.7 ในแผนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละขั้นของกิจกรรมการสอนเน้นให้นักเรียนคิดค่อนข้างมากซึ่งเหมาะกับนักเรียนที่เรียนค่อนข้างเรียนดีและมีความรับผิดชอบ ส่วนนักเรียนที่เรียนอ่อนและมีความรับผิดชอบน้อยจะมีความรู้สึกเบื่อและไม่อยากเข้าร่วมกิจกรรมในระหว่างการเรียนการสอน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่มีการพัฒนาขึ้น

1.8 ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมและมีบทบาทในการเรียนรู้ และฝึกให้แสดงความคิดเห็น ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริง แม้ว่า ช่วงแรกการเรียนรู้จะล่าช้า แต่เมื่อนักเรียนเกิดความคุ้นเคยและเข้าใจ นักเรียนจะเรียนรู้ได้เร็วขึ้น และการเรียนรู้นั้นนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และกลุ่มสาระอื่นๆ ได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไปศึกษาวิจัยกับตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น ความรับผิดชอบในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ จิตวิทยาศาสตร์ กระบวนการทักษะทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เพื่อศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้จะให้ผลและมีประสิทธิภาพกับตัวแปรอื่น ๆ มากน้อยเพียงใด

2.2 ในการศึกษาประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการควบคู่ไปกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ควรเป็นการศึกษาในระยะยาวตลอดปีการศึกษา เพื่อให้ทราบพัฒนาการเรียนของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและนำไปตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เชื่อถือได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้และทำการประเมินกับนักเรียนทุกคน จะทำให้ทราบพัฒนาการของนักเรียนและประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนของครูและเป็นข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญของผู้บริหารในการพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนต่อไป

2.3 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและแบบสืบเสาะหาความรู้ ไปศึกษาวิจัยกับประชากรและกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – มัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือศึกษาวิจัยกับเนื้อหาสาระอื่น ๆ เช่น เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ ระบบนิเวศ สารและการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างของเซลล์ เป็นต้น หรือศึกษาวิจัยกับกลุ่มสาระการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เพื่อศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้จะมีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นหรือเนื้อหาสาระหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ใดมากที่สุด



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤษฎา แก้วสิงห์. (2551). การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการวัดและประเมินควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). การคิดเชิงวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ไอเดีย สแควร์.
- จันทร์จรัส ตันทสุทธิ. (2528). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมโดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิต นวนแก้ว. (2543). การพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรพันธุ์ ทศนศรี. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบชิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จีรวรรณ ชูริ่ง. (2553). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการสืบเสาะหาความรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชม ภูมิภาค. (2520, มิถุนายน – ธันวาคม). บุรณาการของประสบการณ์ทางการศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์(มศว.)*. 2(1): 97 – 108.
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). *สอนอย่างไรให้คิดเป็น*. กรุงเทพฯ: เลียงเชียง. ถ่ายเอกสาร.
- ชุตินา วัฒนศิริ. (2540?). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรเกรสซีฟ.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2540, มกราคม-เมษายน). การพัฒนาคุณภาพการคิด. *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 18(54): 1 – 20.
- ดวงเดือน เทศวานิช. (2530). *หลักการสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูพระนคร
- พิศนา แคมมณี; และคนอื่น ๆ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- อึ้ง บัวศรี. (2532). *ทฤษฎีหลักสูตร การออกแบบและพัฒนา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- นิมนวล ทศวัฒน์. (2522). *การสอนสังคมศึกษาวิธีสอบสวนสืบสวน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บันลือ พุกชะวัน. (2534). *ยุทธศาสตร์การสอนตามแนวหลักสูตรใหม่*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญสม ครูชทา. (2525). *การสร้างแบบวัดการคิดเป็น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์. (2549). *การจัดกระบวนการเรียนรู้บูรณาการแบบองค์รวม*. กรุงเทพฯ: เป็นภาษาและศิลปะ.
- ประวัต ชูศิลป์. (2534). *หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ปานวี ยงยุทธวิชัย. (2548). *การอ่าน เขียน คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมและพัฒนาก่อนอ่านการเขียนแห่งประเทศไทย.
- ผกา สัตยธรรม. (2523, ธันวาคม). บุรณาการเพื่อการสอน – และชีวิต. *มิตรครู*. 22(24): 45 – 54.
- ไพฑูริ ลิขิตสุนทร. (2543, กุมภาพันธ์). การเรียนรู้แบบบูรณาการ. *สานปฏิรูป*. 2(23): 22 – 25.

- พรนิภา สมาธิม. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและ
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอน
แบบบูรณาการตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 กับการสอน
ตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัชราภรณ์ พิมพ์มาศ. (2544). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษาตามแนวคิด
4 MAT ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม. (2545). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถด้านการคิด
วิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิแบบมโนทัศน์ กับการสอนตามคู่มือครู.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มณีรัตน์ เกตุไสว. (2540). ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณา
การของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- ลาวรรณ โสมแพน. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถ
ในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม
วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์. สารนิพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระบุบุทกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.
- วนิช สุภารัตน์. (2547). ความคิดและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

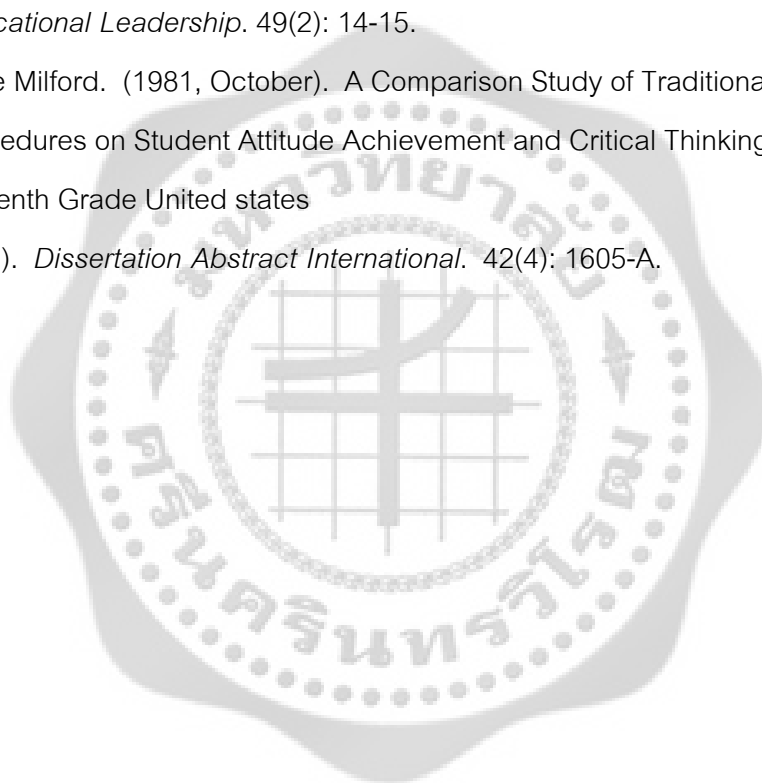
- วินัย ดำสุวรรณ. (2548). *การอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน*. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- วีระ สดสังข์. (2550). *การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- วิเศษ ชิดวงศ์. (2544, พฤษภาคม). *การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. *วารสารวิชาการ*. 4(5): 22 – 29.
- วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. (2535). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงแรงคำ; และจิต นวนแก้ว. (2542). *การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา. (2547). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เร็ว/อง ร่ากายมนุษย์*. ปรินญาณิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภพงศ์ อยู่ทอง. (2531). *อิทธิพลของคำถามชั้นวิเคราะห์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสังคมศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สาโรช บัวศรี. (2521). *หนังสือความรู้สำหรับครู เรื่อง บูรณาการ*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองสาสน์การพิมพ์.
- สิริพัทธ์ เจษฎาวิโรจน์. (2546). *การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- สุมานิน รุ่งเรืองธรรม. (2522). *กลวิธีการสอน*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองธรรม.
- สุมิตร คุณานุกร. (2528). *หลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ: ชวนการพิมพ์.
- สุวรรณ อรรถชิตวาทีน. (2552). *การสร้างแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงด้านการดำเนินชีวิตของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ; และอรรถ มูลคำ. (2545). *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2531). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย.

- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2533). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: สาขาวิจัยและการประเมินผล.
- สมจิต สวธน์ไพบุลย์. (2535). *รายงานการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- (2546). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- แสงเดือน ทวีสิน. (2545). *สอนให้คิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อรพิน พัฒนาผล. (2551). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา นครสวรรค์เขต 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุไร มะวิญชร. (2544). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์เชิงวิจารณญาณและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการใช้ประสบการณ์กับคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัจฉรา ชิวพันธ์. (2538, พฤศจิกายน). *สอนอย่างไรให้บูรณาการ. การศึกษา กทม.* 19(2): 27 – 31.
- อัศวิน ศรีหาคำ. (2546). *ผลการฝึกรูปแบบการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.*
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนันต์ โพธิกุล. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรรถัย มูลคำ; และคนอื่น ๆ. (2542). *การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 3*. กรุงเทพฯ: ทีพีพรินท์.

- อภาพพร สิงหราช. (2545). *การศึกษามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม*.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรางลักษณ์ อยู่สุข. (2535). *การศึกษามผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพล่าไมซ์*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา กาญจนี. (2549). *การศึกษามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบ สืบเสาะหาความรู้*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Bell, Frederick H. (1978). *Teaching and learning Mathematics(In Secondary School)*. Dubuque. Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Bloom , Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives Book 1 : cognitive Domain*. London: Longman Group Limited.
- Bloom , Benjamin S. (1976). *Taxonomy of Education Objectives*.Handbook I : Cognitive Domain. New York: David Mckay Company
- Dewey, J. (1993). *How to Think*. Boston : D.C.Health Company.
- Marzano. Robert J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives*. California: Corwin Press, Inc.
- Davis, O.w. (1990, March) The Impact of Computer-Assisted Instruction Upon Student Achievement Magnet School. *Dissertation Abstracts International*. 50: 2783-A
- Dewey, John. (1959). *Dictionary of Education*. New York: Philosophical Library.
- Fan, Chung-The. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey: Educational Testing Service
- Forman, L Susan. (2006). *Beyond Eight Grade Functional Mathematic for Life and work*. In learning Mathematic for a new Century. P. 140. Virginai: National council of Teacher of Mathematic.
- Guilford, JP. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw – Hill Book Co.

- Good, Center V. (1973). *Dictionary for Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Hilgard Ernest R. 1962). *Introduction to psychology*. New York: Harcourt Brace and world, Ince.
- Joyce Bruce; & Marcsh Weil. (1972). *Model of Teaching*. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Krulik; & Rudnick. (1993). The Effect of Domain Know Ledge on Searching for Specific Information in A Hypertext Environment(CAI, Prior Know Ledge). *Dissertation Abstracts International* – A51(11): 3621.
- Lardizabal, Amparo S.; others. (1970). *Methods and Principles of Teaching*. Quezon City: Alemar – Phoenix.
- LumKin. (1991). *Introduction to Educational and Measurement*, The Ribisside Press, Cambridge.
- Olarinoye, Rappel Dale. (1978, February). A comparative Study of the Effectiveness of Tree Method of Teaching A Secondary School physic Coerces in Nigerian Secondary School. *Dissertation abstracts international*. 39(2): 4848-A
- Phelps. (1979, July). The Effects of Integrating Sentence – Combining Activities And Guided Reading Procedures on the Reading and Writing Performance of Eighth – Grade Students, “*Dissertation Abstracts International*. 40(1): 179 – A.
- Mark Windschiti; & Helen Buttemer. (2000). *What Should the Inquiry Experience Be for The Learner?*. The American Biology Teacher.
- Norris; & Ennis. (1989). *Social Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winton, Ince.
- Piget J. (1970). *The original of Intelligence in Children*. New York: w.w.Norton. New York: McGraw – Hill Book, Inc.
- Reed. (1999). *Educational Measurement and Evaluation* Harper and Brother Publishers, New York: n.p.
- Ray, Charles Lear. (1978, April). *A Compr*. n.p.
- Schiever, S.W. (1991). *A comprehensive Appoach to Teaching Thinking Massachusetts*. Allyn and Bacon.
- Sund, Robert B.; & Trowbridge, Leslic W. (1974). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Second Edition Publishes by Charles E. Merrill Publishing Company.

- Terrell. (1979, July). A Study of the Integration of English Skills into the Business – Education Curriculum of Public Post – Secondary Schools. *Dissertation Abstracts International*. 40(1): 74 – A.
- Travess, D. Paul; & Revore, Ronald W. (1990). *Foundations of Educations : Becoming a Teacher*. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- UNESCO-UNEP. (1994). *An Environmental Education Curriculum for Secondary Schools*. In the Asian Region Paris: UNESCO.
- Vars, Gordon. (1991, October). Integrating Curriculum in Historical Perspective. *Educational Leadership*. 49(2): 14-15.
- William, Jame Milford. (1981, October). A Comparison Study of Traditional Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United states History. (n.d.). *Dissertation Abstract International*. 42(4): 1605-A.







ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ เพื่อทำปริญญานิพนธ์ด้านต่างๆ ดังนี้ .

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ดิน หิน แร่
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. ผศ. สนธยา ศรีบางพลี | ข้าราชการบำนาญ
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เขตวัฒนา
กรุงเทพมหานคร |
| 2. ผศ. วิไลวรรณ ปิยะปกรณ | อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร |
| 3. รศ. อรทัย บุญช่วย | อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร |
| 4. รศ. สรรพสิริ วันหนูน | อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร |

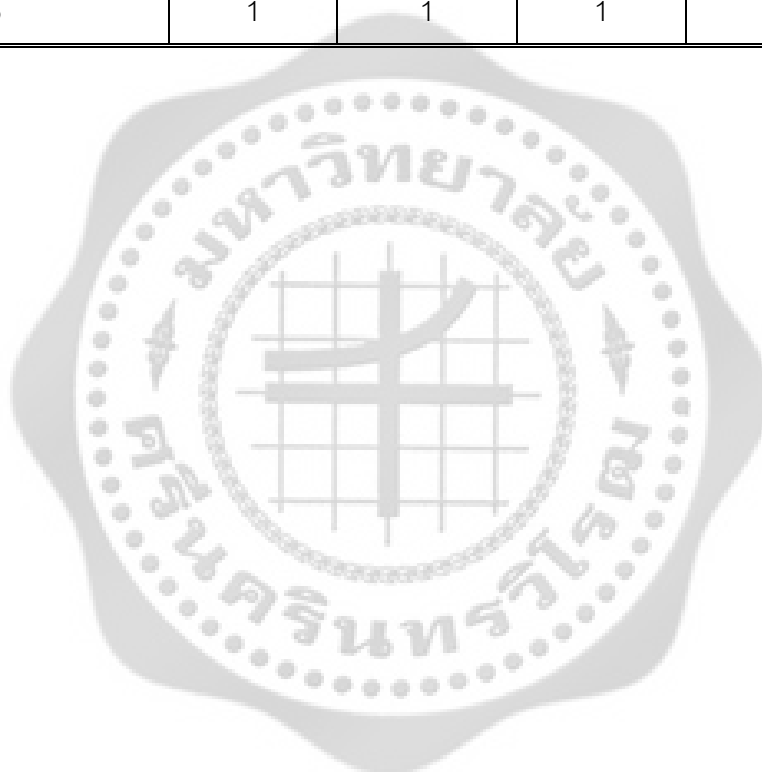


ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

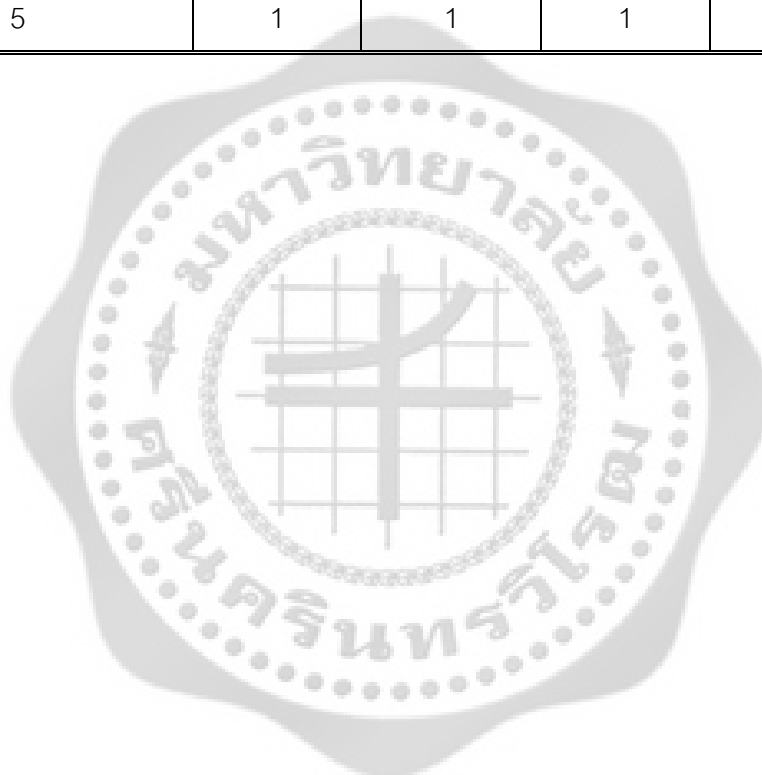
ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง ดิน หิน แร่

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00



ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00



ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง ดิน หิน แร่

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	16	1	0	1	0.67
2	1	1	1	1.00	17	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	18	1	1	1	1.00
4	1	1	0	0.67	19	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	20	1	1	0	0.67
6	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	24	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
11	0	1	1	0.67	26	1	1	1	0.67
12	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	28	1	1	0	0.67
14	1	1	1	1.00	29	1	1	0	0.67
15	1	0	0	0.67	30	0	1	1	0.67

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
เรื่อง ดิน หิน แร่

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	16	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	17	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	18	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	19	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	20	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	24	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	26	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	28	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	29	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	30	1	1	0	0.67

ภาคผนวก ค

- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่
- ตารางผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score
- คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
- คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score

ตาราง 14 ตารางผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ข้อ ที่	ค่าความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
1	0.58	0.16	16	0.71	0.42
2	0.78	0.56	17	0.69	0.38
3	0.69	0.38	18	0.82	0.64
4	0.62	0.24	19	0.84	0.69
5	0.76	0.51	20	0.87	0.73
6	0.78	0.56	21	0.62	0.24
7	0.80	0.60	22	0.82	0.64
8	0.73	0.47	23	0.80	0.60
9	0.71	0.42	24	0.69	0.38
10	0.84	0.69	25	0.69	0.38
11	0.76	0.51	26	0.93	0.87
12	0.64	0.29	27	0.80	0.60
13	0.69	0.38	28	0.67	0.33
14	0.78	0.56	29	0.60	0.20
15	0.84	0.69	30	0.84	0.69

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น} = 0.837$$

ตาราง 15 ตารางผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก ง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
1	0.60	0.20	16	0.51	0.02
2	0.73	0.47	17	0.71	0.42
3	0.58	0.16	18	0.64	0.29
4	0.67	0.33	19	0.78	0.56
5	0.71	0.42	20	0.71	0.42
6	0.76	0.51	21	0.60	0.20
7	0.89	0.78	22	0.64	0.29
8	0.71	0.42	23	0.73	0.47
9	0.53	0.07	24	0.67	0.33
10	0.80	0.60	25	0.71	0.42
11	0.84	0.69	26	0.84	0.69
12	0.78	0.56	27	0.84	0.69
13	0.71	0.42	28	0.67	0.33
14	0.73	0.47	29	0.64	0.29
15	0.51	0.02	30	0.73	0.47

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น} = 0.883$$

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น
1	19	25	6	24	9	13	6
2	16	24	8	25	9	16	7
3	15	23	8	26	16	24	8
4	13	24	11	27	15	23	8
5	13	23	10	28	23	26	3
6	23	25	2	29	15	25	10
7	15	21	6	30	17	24	7
8	13	21	8	31	9	11	2
9	12	16	4	32	20	26	6
10	23	25	2	33	18	24	6
11	14	18	4	34	19	25	6
12	24	29	5	35	12	17	5
13	8	13	5	36	12	16	4
14	18	21	3	37	26	27	1
15	12	17	5	38	14	23	9
16	10	11	1	39	15	21	6
17	15	27	12	40	15	23	8
18	15	23	8	41	19	26	17
19	22	29	7	42	16	22	6
20	14	23	9	43	13	22	9
21	21	26	5	44	13	23	10
22	10	13	3	45	19	22	3
23	12	18	6				

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน
 ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น
1	14	25	11	24	16	23	7
2	13	24	11	25	13	28	15
3	13	24	11	26	13	22	9
4	13	19	6	27	14	22	8
5	24	29	5	28	14	26	12
6	7	17	10	29	13	22	9
7	21	27	6	30	13	20	7
8	15	23	8	31	13	26	13
9	14	13	-1	32	14	21	7
10	14	25	11	33	9	19	10
11	27	28	1	34	14	25	11
12	10	15	5	35	8	13	5
13	8	18	10	36	20	27	7
14	10	21	11	37	11	17	6
15	26	28	2	38	10	20	10
16	16	24	8	39	7	18	11
17	17	23	6	40	9	23	14
18	14	22	8	41	8	16	8
19	12	22	10	42	23	26	3
20	24	28	4	43	12	24	12
21	17	25	8	44	16	24	8
22	15	24	9	45	18	25	7
23	8	14	6				

ตาราง 18 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น
1	18	24	6	24	9	15	6
2	5	21	16	25	10	19	9
3	18	24	6	26	8	17	9
4	12	13	1	27	18	19	1
5	17	20	3	28	15	18	3
6	17	24	7	29	18	17	-1
7	14	15	1	30	5	15	5
8	18	24	6	31	14	20	6
9	15	17	2	32	16	24	8
10	18	20	2	33	12	18	1
11	17	21	2	34	15	21	6
12	12	18	6	35	5	20	15
13	20	20	0	36	9	20	11
14	14	15	1	37	5	19	14
15	21	24	3	38	14	21	7
16	21	24	3	39	14	24	10
17	15	20	5	40	14	16	2
18	20	24	4	41	14	15	1
19	14	17	3	42	18	20	2
20	12	17	5	43	20	24	4
21	17	20	3	44	7	20	13
22	9	21	12	45	20	20	0
23	21	25	4				

ตาราง 19 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่ ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น
1	19	21	2	24	8	15	6
2	14	17	3	25	13	20	1
3	14	15	1	26	10	18	8
4	19	21	2	27	13	17	4
5	11	22	11	28	20	21	1
6	16	17	1	29	14	17	3
7	12	16	4	30	23	24	1
8	14	16	2	31	8	20	6
9	20	21	1	32	24	25	1
10	19	20	1	33	13	16	3
11	14	16	2	34	17	20	2
12	21	21	0	35	13	25	3
13	8	15	2	36	16	15	-1
14	21	22	1	37	24	24	0
15	13	19	0	38	18	20	2
16	14	15	1	39	19	19	0
17	16	20	4	40	20	21	1
18	17	18	1	41	17	19	2
19	19	22	3	42	18	19	1
20	20	20	0	43	19	20	1
21	14	15	1	44	20	20	0
22	14	22	8	45	19	20	1
23	13	16	1				

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถิติ t-test for Independent sample ในรูป Difference Score ซึ่งสูตรมี ดังนี้

$$\text{จากสูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_D^2 = 12.99$$

$$S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{12.99}{45} + \frac{12.99}{45}}$$

$$S_{MD_1-MD_2} = 0.76$$

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{9.73 - 8.80}{0.76}$$

$$t = 1.22$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 1.22

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample ซึ่งสูตรมี ดังนี้

$$\text{จากสูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_D^2 = 12.99$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{12.99}{45} + \frac{12.99}{45}}$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = 0.76$$

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{9.73 - 8.80}{0.76}$$

$$t = 4.14$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 4.14

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample ซึ่งสูตรมีดังนี้

$$\text{จากสูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_D^2 = 12.99$$

$$S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{12.99}{45} + \frac{12.99}{45}}$$

$$S_{MD_1-MD_2} = 0.76$$

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{9.73 - 8.80}{0.76}$$

$$t = 4.14$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 4.14

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถิติ t-test for Independent sample ในรูป Difference Score ซึ่งสูตรมี ดังนี้

จากสูตร
$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง
$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

และ
$$S_D^2 = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

จะได้
$$S_D^2 = \frac{835.90 + 194.40}{40 + 40 - 2}$$

$$S_D^2 = 13.21$$

และ

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{13.21}{40} + \frac{13.21}{40}}$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = 0.81$$

แทนค่าในสูตร

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{7.55 - 3.90}{0.81} ; df = 40 + 40 - 2 = 78$$

$$t = 4.51$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 4.51

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลอง
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample ซึ่งสูตรมี ดังนี้

$$\text{จากสูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_D^2 = 12.99$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{12.99}{45} + \frac{12.99}{45}}$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = 0.76$$

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{9.73 - 8.80}{0.76}$$

$$t = 4.14$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองโดย
ใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 4.14

6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มควบคุม
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample ซึ่งสูตรมี
ดังนี้

$$\text{จากสูตร } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_D^2 = 12.99$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{12.99}{45} + \frac{12.99}{45}}$$


$$S_{MD_1 - MD_2} = 0.76$$

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{9.73 - 8.80}{0.76}$$

$$t = 4.14$$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มควบคุมโดย
ใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 4.14



ภาคผนวก ง

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2/53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน

เวลา 3 คาบ

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. สำรวจ ทดลองและอธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน สมบัติของดิน และกระบวนการเกิดดิน
2. สำรวจ วิเคราะห์และอธิบายการใช้ประโยชน์และการปรับปรุงคุณภาพของดิน

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

ความคิดรวบยอด

ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันตามวัตถุดิบกำเนิดดิน ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ พืชพรรณ สิ่งมีชีวิต และระยะเวลาในการเกิดดิน และตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน ชั้นหน้าตัดดินแต่ละชั้นและแต่ละพื้นที่มีลักษณะ สมบัติ และองค์ประกอบแตกต่างกัน ดินในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติต่างกันตามสภาพของดิน จึงนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน การปรับปรุงคุณภาพดินขึ้นอยู่กับสภาพของดินเพื่อทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์

ทักษะกระบวนการ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูล ทดสอบ และอธิบายการเกิดสมบัติบางประการของดินได้
2. จำแนกประเภทของดินได้
3. สามารถใช้ประโยชน์จากดินในท้องถิ่นได้

สาระการเรียนรู้

1. ดิน
2. ประโยชน์ของดิน
3. การอนุรักษ์ดิน
- 4.

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาเรื่องการเพาะปลูก

แนวคิดหลัก

ปัจจัยหลักในการดำรงชีพของมนุษย์ล้วนได้มาจากดินทั้งสิ้น ดินแต่ละบริเวณมีสมบัติลักษณะของดินจะต่างกันไปตามลักษณะธรณีสิ่งแวดล้อม เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง ดินส่วนมากเป็นดินปนทราย ประกอบด้วยหินทราย หินกรวดมน และหินดินดาน ในที่ราบระหว่างเนินเขาบางแห่งมีชั้นเกลือหินสลับแทรกอยู่ทำให้ดินบริเวณนั้นเป็นดินเค็ม การศึกษาชั้นดินทำให้ทราบว่าดินเกิดจากหินด้วยกระบวนการที่ใช้เวลานานมาก โดยมีน้ำและลมเป็นตัวการสำคัญในการพัดพาดินจากบริเวณหนึ่งไปสู่อีกบริเวณหนึ่ง

เนื้อหาสาระ

ปัจจัยหลักในการดำรงชีพของมนุษย์ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคต่างได้มาจากดินทั้งสิ้น ดินแต่ละบริเวณมีส่วนประกอบ สี รูปทรง และความสามารถในการดูดซับน้ำแตกต่างกัน ดินที่ดีจะมีอิฐมีสมมาก น้ำหนักเบา และซับน้ำได้ดีทำให้เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช ดินทรายมีสมบัติคือ รูปทรงมาก แก๊สและน้ำซึมผ่านง่าย ต่างจากดินเหนียวที่เกาะกันแน่น แก๊สและน้ำซึมผ่านได้ยาก ทำให้พืชขาดออกซิเจน เติบโตช้า โดยทั่วไปดินประกอบด้วยดินเหนียว ทรายแป้ง ทราย เศษหิน สารอินทรีย์ น้ำ และแก๊ส

ธรณีสิ่งแวดล้อมหมายถึงลักษณะรูปร่างของพื้นผิวโลก ลักษณะของดินจะต่างกันไปตามลักษณะธรณีสิ่งแวดล้อม เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง ดินส่วนมากเป็นดินปนทราย ประกอบด้วยหินทราย หินกรวดมน และหินดินดาน ในที่ราบระหว่างเนินเขาบางแห่งมีชั้นเกลือหินสลับแทรกอยู่ทำให้ดินบริเวณนั้นเป็นดินเค็ม

เราสามารถแบ่งชั้นของดินได้เป็น 4 ชั้น ชั้น O คือชั้นบนสุดที่มีอินทรีย์วัตถุอยู่มาก ชั้นที่อยู่ลึกถัดลงไปเรียกว่า ชั้น A เป็นชั้นดินแร่ ถัดลงไปอีกเป็นชั้น B เป็นชั้นสะสมตะกอนและแร่ และชั้นที่ลึกที่สุดคือชั้น C เป็นชั้นการผุพังของหิน การศึกษาชั้นดินทำให้ทราบว่าดินเกิดจากหินด้วยกระบวนการที่ใช้เวลานานมาก โดยมีน้ำและลมเป็นตัวการสำคัญในการพัดพาดินจากบริเวณหนึ่งไปสู่อีกบริเวณหนึ่ง

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ เรื่อง ดิน สื่อ และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำการทดลอง เรื่อง ดิน
3. ทำแบบฝึกหัดในใบงาน เรื่อง ดิน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้

1. ชี้นำ

- 1.1 ให้นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง ธรณีฐาน เวลา 10 นาที
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันเสนอโครงการเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของดิน ยกตัวอย่างลักษณะทั่วไปของดิน ร่วมกันอภิปรายถึงส่วนประกอบของแต่ละชั้นดิน และสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องลักษณะทั่วไปของดิน

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติ

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดินและการสำรวจดินในแนวลึก
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดินและการสำรวจดินในแนวลึก

3. ขั้นอธิบายและสรุป

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดิน และการสำรวจดินในแนวลึก
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - ลักษณะทั่วไปของพื้นผิวดินบริเวณที่ศึกษา เหมือนหรือแตกต่างกับดินในบริเวณใกล้เคียงอย่างไร
 - ธรณีฐานหมายถึงอะไร
 - จากการสำรวจแบ่งดินได้กี่ชั้น และมีเกณฑ์ในการแบ่งเป็นอย่างไร
 - ถ้าพื้นผิวโลกมีสิ่งแวดล้อมต่างกัน เช่น เป็นที่ราบโล่งเชิงเขา กับเขตป่าทึบ จะทำให้ดินที่เกิดขึ้นต่างกันหรือไม่อย่างไร
- 3.5 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดิน และการสำรวจดินในแนวลึก

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของดินไปใช้ประโยชน์

3.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของดิน

4. ชั้นประเมินผล

4.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

4.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน

4.4 ครูให้คะแนนจากสมุดบันทึก รายงานการทดลอง ใบงานและผลงาน

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยผลการสังเกตอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

2. ประเมินผลงานการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยประเมินจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบงานของนักเรียน โดยผลการทำกิจกรรมได้คะแนน 50% ขึ้นไป

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง ดิน
2. ใบงาน เรื่อง ศึกษาลักษณะของดิน
3. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. ห้อยสมุด
- 5.ฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ต
6. http://www.idd.go.th/iddweb_osl/survey_1/data_gr1.htm

บันทึกสรุปผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกหลังสอน

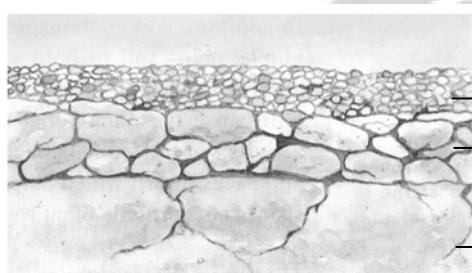
ประเด็นการบันทึก	จุดเด่น	จุดที่ควรปรับปรุง
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
2. การใช้สื่อการเรียนรู้		
3. การประเมินผลการเรียนรู้		
4. การบรรลุผลการเรียนรู้ ของผู้เรียน		
บันทึกเพิ่มเติม		

ลงชื่อ ผู้สอน

ใบความรู้ เรื่อง ดิน

ดิน

ดินจัดเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดตามธรรมชาติ เกิดจากการสลายตัวของหิน และแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นชั้นเล็ก ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ เช่น ใบไม้ ซากพืช ซากสัตว์ เมื่อเกิดการย่อยสลายโดยแมลงและแบคทีเรีย ทำให้ดินมีสีดำ เรียกว่า ฮิวมัส (humus) ซึ่งอุดมไปด้วยแร่ธาตุที่พืชต้องการในการเจริญเติบโต



ชั้นที่ 1

หินที่ผุพังโดยน้ำ
และแสงแดด

หินชั้นล่างสุด

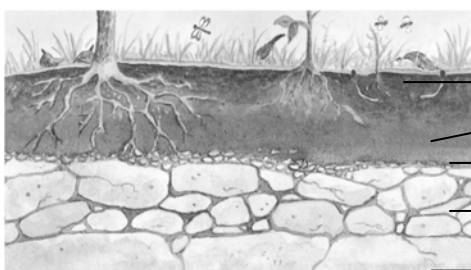


ชั้นที่ 2

ฮิวมัส

หินที่ผุพังและต่อไปจะ
เป็นดินชั้นบน

หินชั้นล่างสุด



ชั้นที่ 3

ฮิวมัส

ดินชั้นบน

หินที่ผุพังและกลายเป็นดินชั้นล่าง
จะเป็นดินชั้นล่าง

หินชั้นล่างสุด

1. กำเนิดดิน

ชั้นที่ 1 การผุพังเป็นสาเหตุทำให้หินแตกเป็นหินก้อนใหญ่ๆ หินชั้นนี้ เมื่อถูกแสงแดดและฝนตกก็จะแตกหักและผุพังเป็นชั้นเล็กๆ ต่อไป

ชั้นที่ 2 พืชเจริญงอกงามตามบริเวณรอยแตกของหิน แมลงเล็กๆ และสัตว์อื่นๆ เข้ามาอาศัยตามบริเวณ รอยแตก เมื่อพืชและสัตว์ตาย จะสลายตัวไปเป็นฮิวมัส

ชั้นที่ 3 สัตว์เล็กๆ ในดินจะเคลื่อนที่ไปมา ทำให้ฮิวมัสผสมกับเศษหินและแร่กลายเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ เรียกว่า ดินชั้นบน

2. ความสำคัญของดิน

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ มีทั้งประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม เช่นการเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ ปัจจัยในการดำรงชีวิต เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค ดินยังเป็นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตมากมายหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย มด ปลวก หนอน หนู กระต่าย เป็นต้น

3. การปรับปรุงคุณภาพของดิน

การปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกมีหลายวิธี ดังนี้

3.1 การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มแร่ธาตุ จุดประสงค์ของการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มเกลือแร่ให้กับดิน แร่ธาตุบางชนิดจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น เกลือแร่ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอื่น ๆ นอกจากนั้นยังเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ในดิน อาจกระทำได้โดยใช้ปุ๋ยพืชสด ใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้จะช่วยให้ดินมีความสามารถอุ้มน้ำได้ดี อากาศแทรกซึมได้สะดวกและลดอัตราการสูญเสียหน้าดิน

3.2 การปรับความเป็นกรด-เบสของดิน ปัจจัยที่เพิ่มความเป็นกรด-เบสของดิน ได้แก่ การนำปุ๋ยของสารอินทรีย์ในดิน การใส่ปุ๋ยเคมีบางชนิด การใส่ปูนขาว โดยทั่วไปเป็นเพราะปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียมที่เกาะอยู่กับเม็ดดินมากน้อยต่างกัน จึงทำให้ดินแต่ละชนิดมีความเป็นกรด-เบสแตกต่างกัน

3.3 การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชหมุนเวียนจะเป็นวิธีการที่ทำให้มีการเพิ่มสารอินทรีย์ในดินเพื่อการเพิ่มคุณภาพของดิน

4. การใช้ประโยชน์จากดิน

ดินสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น การเพาะปลูก ป่าไม้ การเลี้ยงสัตว์ เป็นที่อยู่อาศัย และด้านอุตสาหกรรม การใช้ประโยชน์จากดินจะแตกต่างกันไปตามลักษณะและประเภทของดิน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือในการทำเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น ทำเครื่องปั้นดินเผา และเครื่องเคลือบดินเผา นิยมใช้ดินเหนียวที่มีเนื้อละเอียดเพราะสามารถปั้นเป็นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย เช่น กระจ่าง ปลูกต้นไม้ หม้อ แจกัน ถ้วยชาม และสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ

ดินเหนียวแต่ละบริเวณและพื้นที่จะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ดินเหนียวเกาหลีที่จังหวัดลำปาง จะให้เครื่องปั้นดินเผาเป็นสีขาว ดินเหนียวจากจังหวัดราชบุรีจะให้ป็นสีแดง ดินเหนียวจากอำเภอด่านเกวียน จังหวัดนครราชสีมาให้สีเหลืองหรือสีน้ำตาล เป็นต้น

ใบงานที่ 1

เรื่อง ดิน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายลักษณะของดินได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ปีกเกอร์ขนาดใหญ่ 2 ใบ
2. กระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์
3. พลาสติกดิน
4. แท่งแก้วคน
5. น้ำกลั่น
6. กระดาษขาว
7. ตลับเมตร

วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนช่วยกันขุดดินในบริเวณหนึ่งให้ลึก 20 เซนติเมตร นำดินที่ขุดไปในปีกเกอร์ใบที่ 1 แล้วขุดต่อไปอีก 20 เซนติเมตร แล้วนำดินไปใส่ในปีกเกอร์ที่ 2
2. สังเกตลักษณะดินของทั้งสองปีกเกอร์ โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของดินในปีกเกอร์ ใบที่ 1 และใบที่ 2
3. เทน้ำลงในปีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 2 จนเกือบเต็ม ปิดฝา เขย่าแล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
4. ใช้แท่งแก้วคนแต่ละน้ำในปีกเกอร์ใบที่ 1 แล้วนำไปหยดบนกระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ สังเกตและเทียบสีกับแถบสีแสดงค่า pH
5. ทำซ้ำในข้อ 4 แต่เปลี่ยนจากน้ำในปีกเกอร์ใบที่ 1 เป็นใบที่ 2
6. เทน้ำในปีกเกอร์ทั้งสองใบออก แล้วเทตะกอนลงบนกระดาษขาว
7. สังเกตสิ่งมีชีวิต ลักษณะของกรวดและหินในดินทั้งสองปีกเกอร์บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ดิน	ลักษณะทั่วไป		ค่า pH	สิ่งมีชีวิต	ลักษณะของ ตะกอน
	สีดิน	เนื้อดิน			
บีกเกอร์ใบที่ 1 ความลึก 20 cm					
บีกเกอร์ใบที่ 2 ความลึก 40 cm					

วิเคราะห์ผลการทดลอง.....

.....

สรุปผลการทดลอง.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ดินในบีกเกอร์ทั้งสองใบ มีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

.....

2. เพราะเหตุใดสีของดินบีกเกอร์ทั้งสองจึงแตกต่างกัน จงอธิบาย

.....

3. ดินในบีกเกอร์ทั้งสองมีค่า pH เป็นอย่างไร

.....

4. นักเรียนคิดว่าความเป็นกรด – เบสของดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่
อย่างไร

.....

แบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

กลุ่มที่.....วิชา.....รหัสวิชา.....ระดับชั้น.....

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20)
		4	3	2	1	
1	คณะทำงาน					
2	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่					
3	ขั้นตอนการทำงาน					
4	ตรงเวลา					
5	ความร่วมมือในการทำงาน					
	รวม					

ระดับคุณภาพ

คะแนน 16 – 20 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 11 – 15 หมายถึง ดี

คะแนน 6 – 10 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 5 หมายถึง ปรับปรุง

รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
1. คณะทำงาน	มีประธาน เลขาธิการ ผู้นำ เสนอ ผู้ร่วมงาน	ขาดองค์ประกอบ 1 อย่าง	ขาดองค์ประกอบ 2 อย่าง	ขาดองค์ประกอบ 2 อย่างขึ้นไป
2. ความ รับผิดชอบ ต่อหน้าที่	ทุกคนมีหน้าที่ และความ รับผิดชอบต่อ หน้าที่ของตนเอง	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่ รับผิดชอบ 1 คน	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่ รับผิดชอบ 2 คน	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่ รับผิดชอบ 2 คน ขึ้นไป
3. ขั้นตอน การทำงาน	- คัดเลือกและ เตรียมข้อมูลได้ เหมาะสม - มีการวางแผน การทำงาน - มีการเตรียม วัสดุอุปกรณ์ - มีการปฏิบัติ ตาม แผนและ พัฒนา งาน	ขาด 1 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน	ขาด 2 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน	ขาดมากกว่า 2 ขั้นตอนขึ้นไป
4. เวลา	เสร็จก่อนกำหนด และงานมี คุณภาพ	เสร็จตามกำหนด และงานมี คุณภาพ	เสร็จไม่ทัน กำหนด แต่งาน มีคุณภาพ	เสร็จไม่ทัน กำหนด และงาน ไม่มีคุณภาพ
5. ความร่วมมือ ในการทำงาน	ทุกคนมีส่วนร่วม และให้ความ ร่วมมืออย่าง เต็มที่	80% ของกลุ่มมี ส่วนร่วมและให้ ความร่วมมือ	60% ของกลุ่มมี ส่วนร่วมและให้ ความร่วมมือ	40% ของกลุ่มมี ส่วนร่วมและให้ ความร่วมมือ

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชั้น.....จำนวน.....คน
สังเกตพฤติกรรมตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม					รวม (20)
		ช่วยเหลือ ด้าน กำลัง ความคิด (4)	การ แนะนำ แนวทาง โดยการ พูดในสิ่ง ที่เป็น ประโยชน์ (4)	พยายาม ช่วยเหลือ สมาชิก ในกลุ่ม ไม่นิ่งดู ตาย (4)	ร่วมทุกข์ ร่วมสุข ร่วมกัน แก้ไขปัญหา พยายาม ทำงานให้ สำเร็จ (4)	ส่งงาน หรือ แบบฝึกหัด ได้ตรงตาม กำหนด (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีดังนี้

คะแนน 18 - 20	ดีมาก
คะแนน 14 - 17	ดี
คะแนน 13 - 10	พอใช้
คะแนน 0 - 9	ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2/53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หิน

เวลา 2 คาบ

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6. 1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ทดลองเลียนแบบเพื่ออธิบายกระบวนการเกิด และลักษณะองค์ประกอบของหิน
2. ทดสอบ และสังเกตองค์ประกอบและสมบัติของหิน เพื่อจำแนกประเภทของหิน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๘. ๑ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า เรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้คนอื่นเข้าใจ
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการ เปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

ความคิดรวบยอด

กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาทั้งบนและใต้พื้นผิวโลก ทำให้เกิดหินที่มีลักษณะองค์ประกอบแตกต่างกันทั้งทางด้านกายภาพ และทางเคมี หินแบ่งเป็น หินอัคนี หินแปรและ หินตะกอน หินแต่ละประเภทมีความสัมพันธ์กัน และนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม การก่อสร้างและอื่น ๆ

ทักษะกระบวนการ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ

แนวคิดหลัก

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากหินมาตั้งแต่ยุคโบราณ จนถึงปัจจุบัน สมบัติของหินแบ่งเป็นลักษณะทางกายภาพซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า หรือใช้แว่นขยาย และสมบัติทางเคมีซึ่งทดสอบได้โดยการหยดกรดลงบนหิน การศึกษาสมบัติต่างๆของหินนำไปใช้ประโยชน์ในการจำแนกหิน

เนื้อหาสาระ

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากหินมาตั้งแต่ยุคโบราณ สมัยเริ่มแรกที่มนุษย์อาศัยอยู่ในถ้ำตามธรรมชาติได้นำหินมาแกะเพาะให้มีเหลี่ยมคมเพื่อใช้เป็นอาวุธ เรียกว่า หินกะเพาะ และยังนำหินมาขัดถูกันเพื่อให้เกิดประกายไฟเพื่อการก่อไฟ มนุษย์ในสมัยนั้นจึงถูกเรียกว่า มนุษย์ยุคหิน ในยุคต่อมาจนถึงปัจจุบันมนุษย์ยังคงใช้ประโยชน์จากหินในการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัย ศาสนสถาน เครื่องใช้ และเครื่องประดับต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพของหินได้แก่ สี ความแข็ง เนื้อหิน การเรียงตัวเป็นชั้น และซากดึกดำบรรพ์ในหิน เป็นลักษณะที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าแต่เมื่อใช้แว่นขยายก็จะสามารถสังเกตเห็นละเอียดขึ้น เช่น การจัดเรียงตัวของแร่ที่ประกอบเป็นเนื้อหิน ส่วนสมบัติทางเคมีของหินทดสอบโดยการหยดกรดลงบนหิน หินบางชนิดทำปฏิกิริยากับกรดได้ สมบัติต่างๆเหล่านี้นำไปใช้ในการจำแนกหิน

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ เรื่อง หิน สี และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน เรื่อง หิน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้

1. ชี้นำ

- 1.1 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ เรื่อง หิน เวลา 10 นาที
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะทั่วไปและวิธีการตรวจสอบลักษณะรวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องลักษณะทั่วไปของหิน

2. ขั้นปฏิบัติ

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของหิน
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงลักษณะทั่วไปของหิน

3. ขั้นอธิบายและสรุป

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของหิน
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - ลักษณะทั่วไปของหินเป็นอย่างไร
 - นักเรียนจำแนกหินตามลักษณะที่ตรวจสอบได้เป็นกี่กลุ่ม ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก
 - มีวิธีการใดที่จะใช้ตรวจสอบลักษณะอื่นของหินได้อีก

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของหิน

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหินไปใช้ประโยชน์

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหิน

4. ชั้นประเมินผล

4.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงพอ ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

4.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน

4.4 ครูให้คะแนนจากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก ใบงานและผลงาน

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยผลการสังเกตอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

2. ประเมินผลงานการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยประเมินจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบงานของนักเรียน โดยผลการทำกิจกรรมได้คะแนน 50% ขึ้นไป

วัสดุอุปกรณ์

1. หินในท้องถิ่น

2. แว่นขยาย

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง หิน

2. ห้องสมุด

3. <http://www.environnet.in.th/kids/knowledge.asdx?category=rock>

บันทึกสรุปผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกหลังสอน

ประเด็นการบันทึก	จุดเด่น	จุดที่ควรปรับปรุง
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
2. การใช้สื่อการเรียนรู้		
3. การประเมินผลการเรียนรู้		
4. การบรรลุผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		
บันทึกเพิ่มเติม		

ลงชื่อ

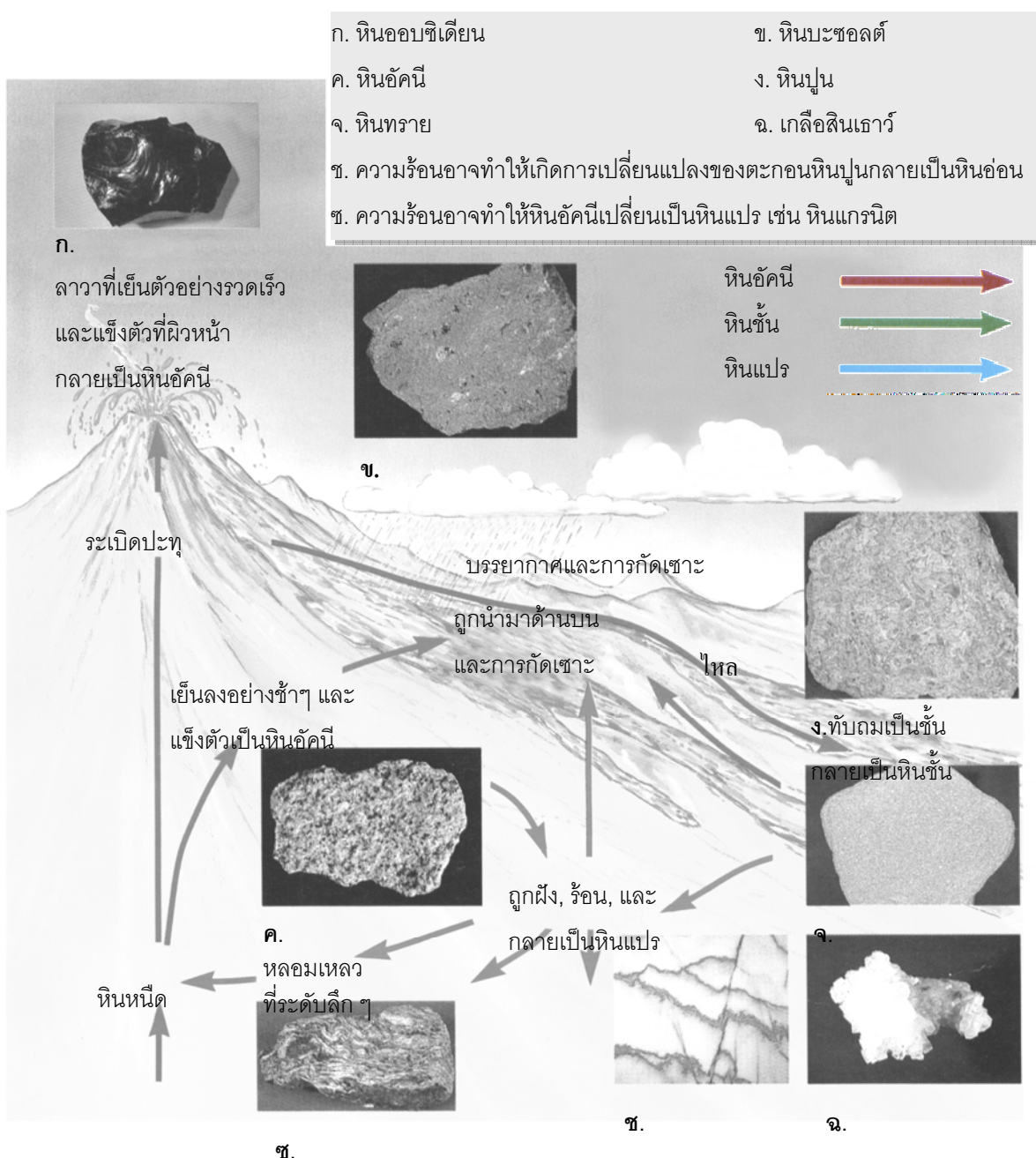
ผู้สอน

ใบความรู้ เรื่อง หิน

หิน

1. ประเภทของหิน

หินประกอบด้วยแร่ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป แบ่งหินออกได้เป็น 3 ชนิด คือ หินอัคนี หินชั้น และ หินแปร การเกิดหินกินเวลายาวนาน ผ่านกระบวนการต่าง ๆ บนผิวโลก และกระบวนการภายในโลก ๆ ของโลก หินต่างชนิดกันจะมีลักษณะความละเอียดของเนื้อหินต่างกันและอาจมีองค์ประกอบของแร่ ต่างกัน



2. สมบัติของหิน

หินเป็นทรัพยากรที่สำคัญชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ผิวถนนแบบลาดยางหรือปูนซีเมนต์จะต้องใช้หินบางชนิดปูอัดแน่นเป็นพื้นก่อน ถ้าเป็นแบบลาดยาง จะใช้ยางมะตอยที่เป็นส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนเชื่อมก้อนหินไว้ด้วยกัน ในการทำถนนผิวถนนจะมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ต้องแข็งแรง เสื่อมสภาพช้า สามารถป้องกันน้ำไม่ให้แทรกไปในถนน และป้องกันการลื่นไถลของรถ เพื่อให้ได้สมบัติที่กล่าวมาจำเป็นต้องเลือกหินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เช่น แร่ในหินควมมีความแข็งเท่ากับ 5 ในหน่วยวัดความแข็ง หินจะต้องไม่มีผิวลื่น มีความหยาบเพื่อความยึดติดของยางมะตอย ต้องไม่ให้น้ำซึมผ่านหินในหน้าฝน และไม่แตกร้าวในหน้าหนาว และหินควมมีสมบัติทนต่อการทำลายของกรด เป็นต้น

3. การใช้ประโยชน์จากหิน

หินต่าง ๆ และแร่ธาตุสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้หลายด้าน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น เชื้อเพลิงธรรมชาติที่สร้างจากหิน สิ่งก่อสร้างที่ทำจากหิน และการใช้หินเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น



ใบงาน เรื่อง หิน

คำสั่ง จงเติมข้อความให้ถูกต้อง

1. จงเติมชนิดของหินให้ถูกต้องตามประโยชน์การใช้งานพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้หินนั้น

จุดประสงค์ที่ใช้	หินที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
1. ประดับอาคาร 2. ทำถนน 3. หินขัด 4. ทำอาวุธ 5. ทำครก		

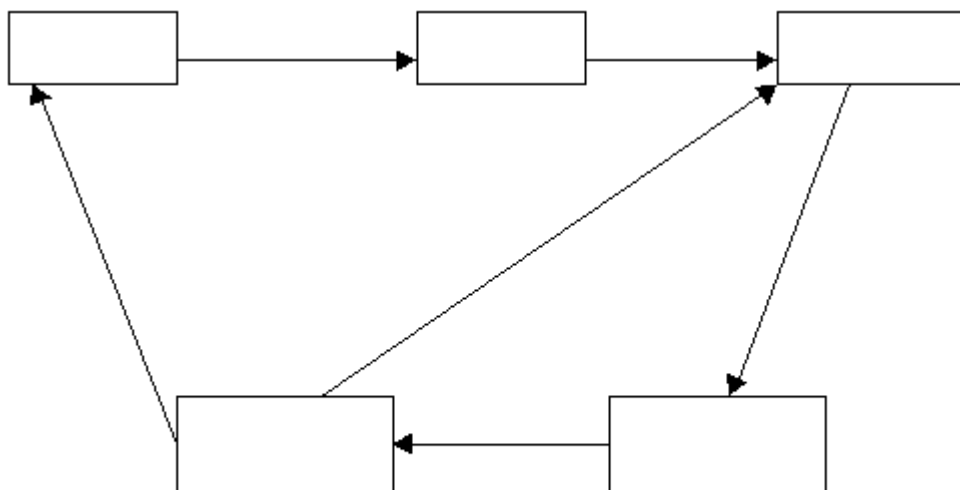
2. จงเติมชื่อของหินตะกอนให้ตรงกับข้อความที่กำหนดให้

ลักษณะของหิน	ชื่อหิน
1. เกิดจากการผุพังของหินอัคนี และมีเหล็กออกไซด์เป็นวัตถุประสาน 2. เป็นหินเนื้อละเอียดประกอบด้วยดินเหนียวเศษหินและแร่ที่มีขนาดเล็กมาก 3. ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต 4. ประกอบด้วยเศษหินและแร่ขนาดใหญ่อยู่ร่วมกับเศษตะกอนเล็กละเอียด 5. ประกอบด้วยทรายที่แข็งมาก 6. เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ 7. มีสีน้ำตาลปนแดงปนอยู่ทั้งก้อน 8. สามารถสกัดเป็นรูปต่างๆได้ 9. คล้ายดินกะทาะเป็นแผ่นได้ง่าย 10. เกิดจากการรวมตัวของโคลน	

3. จงเติมชื่อของหินแปรให้ตรงกับข้อความที่กำหนดให้

ลักษณะของหิน	ชื่อหิน
<ol style="list-style-type: none"> 1. มีแคลเซียมคาร์บอเนตและแร่คัลไซต์เป็นองค์ประกอบ 2. มีการจัดเรียงตัวของผลึกเป็นริ้วขนาน 3. มีความแข็งแกร่งทนทานมาก 4. มีเนื้อแน่นละเอียดหลุดเป็นแผ่นๆได้ง่าย 5. เนื้อหินแวววาว เนื้อบริสุทธิ์สีขาว 6. แข็งแกร่งมาก เมื่อแตกจะเว้าคล้ายก้อนหอย 7. มีแร่สีเขียวปนอยู่มาก เนื้อหยาบผิวรอยแตกขรุขระไม่เรียบ 8. มีแร่ควอร์ตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ 9. มีแร่ไมก้า ดินเหนียวเป็นองค์ประกอบ 10. ทำปฏิกิริยากับกรดได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 	

4. จงเติมวัฏจักรของหินให้สมบูรณ์



แบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

กลุ่มที่.....วิชา.....รหัสวิชา.....ระดับชั้น.....

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20)
		4	3	2	1	
1	คณะทำงาน					
2	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่					
3	ขั้นตอนการทำงาน					
4	ตรงเวลา					
5	ความร่วมมือในการทำงาน					
	รวม					

ระดับคุณภาพ

คะแนน 16 – 20 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 11 – 15 หมายถึง ดี

คะแนน 6 – 10 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 5 หมายถึง ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชั้น.....จำนวน.....คน
สังเกตพฤติกรรมตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม					รวม (20)
		ช่วยเหลือ ด้าน กำลัง ความคิด (4)	การ แนะนำ แนวทาง โดยการ พูดในสิ่ง ที่เป็น ประโยชน์ (4)	พยายาม ช่วยเหลือ สมาชิก ในกลุ่ม ไม่นิ่งดู ตาย (4)	ร่วมทุกข์ ร่วมสุข ร่วมกัน แก้ไขปัญหา พยายาม ทำงานให้ สำเร็จ (4)	ส่งงาน หรือ แบบฝึกหัด ได้ตรงตาม กำหนด (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีดังนี้

คะแนน 18 - 20	ดีมาก
คะแนน 14 - 17	ดี
คะแนน 13 - 10	พอใช้
คะแนน 0 - 9	ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2/53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แร่

เวลา 2 คาบ

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6. 1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ตรวจสอบและอธิบาย ลักษณะทางกายภาพของแร่ และการนำไปใช้ประโยชน์
2. สืบค้นและอธิบายกระบวนการเกิด ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๘. ๑ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้
อื่นเข้าใจ
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

ความคิดรวบยอด

เมื่อสภาวะแวดล้อมธรรมชาติที่อยู่ภายใต้คุณภูมิและความดันที่เหมาะสม ธาตุและสารประกอบจะตกผลึกเป็นแร่ที่มีลักษณะและสมบัติต่างกัน ซึ่งต้องใช้วิธีตรวจสอบสมบัติแต่ละอย่างแตกต่างกันไป แร่ที่สำรวจพบในประเทศไทยมีหลายชนิด แต่ละชนิดตรวจสอบทางกายภาพได้จากรูปผลึก ความถ่วงจำเพาะ ความแข็ง ความวาว แนวแตกเรียบ สีและสีผงของแร่ และนำไปใช้ประโยชน์ต่างกันเช่นใช้ทำเครื่องประดับ ใช้ในด้านอุตสาหกรรม และ ปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน เป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะสมบัติและวิธีการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน

ทักษะกระบวนการ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะ(จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ

แนวคิดหลัก

แร่เป็นธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีสูตรเคมีแน่นอน สถานะเป็นของแข็ง แร่แต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัว สมบัติทางกายภาพของแร่ที่มักถูกนำไปใช้ในกระบวนการและจำแนกแร่ได้แก่ ความแข็ง สี สีผง และความวาว นอกจากนี้ยังอาจจำแนกและสังเกตความแตกต่างของแร่ได้จากรูปผลึก รอยแตก และความถ่วงจำเพาะ เราอาจจำแนกแร่ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ แร่โลหะคือแร่ที่จำเป็นต้องผ่านการถลุงก่อนจึงนำมาใช้ได้ แร่อโลหะ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านการถลุง

เนื้อหาสาระ

แร่เป็นธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีสูตรเคมีแน่นอน สถานะเป็นของแข็ง แร่แต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัว สมบัติทางกายภาพของแร่ที่มักถูกนำไปใช้ในกระบวนการและจำแนกแร่ได้แก่ ความแข็ง สี สีผง และความวาว นอกจากนี้ยังอาจจำแนกและสังเกตความแตกต่างของแร่ได้จากรูปผลึก รอยแตก และความถ่วงจำเพาะ

แร่ส่วนใหญ่มักพบแทรกอยู่ในหินต่างๆ เรียกว่า แร่ประกอบหิน ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากยากแก่การสกัดออกจากเนื้อหิน แต่สามารถใช้จำแนกชนิดของหินได้ เช่น แร่โอลิวีน มักพบในหินภูเขาไฟ หากแร่เกิดในปริมาณมากเป็นสายแร่ จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ แร่จำนวนมากมีลักษณะสวยงาม ใช้เป็นอัญมณี เช่น แร่คาร์เนต แร่ควอตซ์ พลอยตระกูลคอรักันดัม เป็นต้น

แร่ส่วนใหญ่ที่พบบนเปลือกโลกประกอบด้วยธาตุหลัก 8 ธาตุ ได้แก่ ออกซิเจน ซิลิคอน อะลูมิเนียม เหล็ก แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม เราอาจจำแนกแร่ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ แร่โลหะ คือแร่ที่เกิดจากโลหะทำปฏิกิริยากับธาตุอโลหะ การนำไปใช้งานต้องแยกโลหะออกเป็นสารบริสุทธิ์ก่อนด้วยการถลุง เช่น ดีบุก เหล็ก เป็นต้น และอีกประเภทหนึ่งคือ แร่อโลหะ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรง ไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ เช่น แร่ใยหิน รัตนชาติ เป็นต้น

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ เรื่อง แร่ สี และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน เรื่อง แร่

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้

1. ชำนาญ

- 1.1 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เรื่องแหล่งแร่ในประเทศไทย เวลา 10 นาที
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างแร่ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ร่วมกันอภิปรายถึงแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่ รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องแร่

2. ขั้นตอนปฏิบัติ

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

3. ขั้นตอนอธิบายและสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูตั้งคำถามว่า

- แร่ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจอยู่ในบริเวณใดบ้าง
- จงเรียงลำดับความแข็ง ความหนาแน่น และบอกความวาวของแร่ที่ทดสอบ
- แร่ตัวอย่างชนิดใดแข็งที่สุดและชนิดใดอ่อนที่สุด

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับแร่ไปใช้ประโยชน์

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับแร่

4. ขั้นตอนประเมินผล

4.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพูดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

4.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน

4.4 ครูให้คะแนนจากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก ใบงาน และผลงาน

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยผลการสังเกตอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

2. ประเมินผลงานการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยประเมินจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบงานของนักเรียน โดยผลการทำกิจกรรมได้คะแนน 50% ขึ้นไป

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง แร่
2. ใบงาน เรื่อง แร่
3. http://www.dmr.go.th/02_know/min_encyclopedia/minerals.html

บันทึกสรุปผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกหลังสอน

ประเด็นการบันทึก	จุดเด่น	จุดที่ควรปรับปรุง
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
2. การใช้สื่อการเรียนรู้		
3. การประเมินผลการเรียนรู้		
4. การบรรลุผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		
บันทึกเพิ่มเติม		
.....		
.....		

ลงชื่อ ผู้สอน

ใบความรู้ เรื่อง แร่

แร่

แร่ เป็นธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสร้างส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติอื่นๆ ที่แน่นอน จะพบแร่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของเปลือกโลก แร่ส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น สารประกอบพวกออกไซด์ คาร์บอเนต หรือซัลไฟด์ มีเพียงส่วนน้อยที่เกิดเป็นธาตุอิสระ เช่น แร่ทองคำ ทองแดง เงิน เป็นต้น

แร่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. **แร่โลหะ** หมายถึง แร่ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ เช่น ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว อะลูมิเนียม ทอง เงิน แร่ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบอยู่มาก และมีมูลค่าต่อการลงทุน เรียกว่า สินแร่

1.1 สินแร่บ็อกไซต์ เป็นสินแร่ที่ประกอบด้วยโลหะอะลูมิเนียม

1.2 สินแร่กาไลนา เป็นสินแร่ที่ประกอบด้วยโลหะตะกั่ว

1.3 สินแร่ฮีมาไทต์ เป็นสินแร่ที่ประกอบด้วยโลหะเหล็ก

2. **แร่อโลหะ** หมายถึง แร่ที่ไม่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ เช่น ควอตซ์ ยิปซัม ทราวย แก้ว ฟอสเฟต แบไรต์ เหล็กหิน รัตนชาติ แร่อโลหะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรงไม่ต้องนำไปถลุงหรือนำไปแยกธาตุออก ตัวอย่างการนำแร่อโลหะไปใช้ประโยชน์

2.1 แร่ควอตซ์ ใช้เป็นส่วนประกอบของนาฬิกา วิทยุ คอมพิวเตอร์

2.2 แร่รัตนชาติ ใช้เป็นเครื่องประดับ เช่น เพชร ทับทิม ไพลิน บุษราคัม เพทาย มรกต โกเมน

ไพฑูรย์ เป็นต้น

2.3 แร่เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน หินน้ำมัน น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ



ประโยชน์แร่

1. ประโยชน์ทางด้านความมั่นคง และมั่นคงของประเทศ ประเทศที่มีแร่ธาตุต่าง ๆ มากมาย และสามารถนำไปใช้แปรรูปเป็นผลผลิตต่าง ๆ ที่ทำประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น ด้านอาวุธ ด้านอุตสาหกรรม
2. ประโยชน์ด้านความเป็นอยู่ของมนุษย์นำแร่ธาตุต่าง ๆ มาสร้างขึ้นเป็นภาชนะใช้สอย ภาชนะที่ช่วยในการคมนาคม อาคารบ้านเรือน ก๊าซหุงต้ม พลังงานไฟฟ้า
3. ประโยชน์ด้านการสร้างงานแก่ประชาชน ทำให้ประชาชนมีรายได้จากการขุดแร่ ไปจนถึงแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภค

ปัญหาทรัพยากรแร่

1. ปัญหาสิ่งแวดล้อมบริเวณที่ทำเหมืองแร่แล้วทำให้สภาพดินไม่อุดมสมบูรณ์ สกปรกพื้นที่ ขรุขระมีหลุมบ่อมากมายจึงถูกปล่อยทิ้งใช้ประโยชน์ไม่เต็มที่
2. ปัญหาการใช้แร่ธาตุบางประเภทเป็นจำนวนมาก เช่น แร่เหล็กถูกนำมาใช้มากและแพร่หลายที่สุด ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ดีบุก ฯลฯ
3. ปัญหาการใช้แร่ไม่คุ้มค่า ได้แก่ พวกแร่ที่ใช้แล้วยังเหลืออยู่ ยังสามารถนำกลับไปใช้อีก เช่น เหล็ก ส่วนแร่ที่นำไปใช้แล้วหมดไป เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ เราจึงต้องใช้อย่างคุ้มค่า และประหยัด

การทำเหมืองแร่

การอนุรักษ์แร่ธาตุ ดังได้กล่าวมาแล้วถึงทรัพยากรแร่ธาตุในปัจจุบันซึ่งกำลังประสบปัญหา หากไม่มีการป้องกันแก้ไข ดังนั้นการอนุรักษ์แร่ธาตุจึงเป็นมาตรการสำคัญที่จะช่วยได้ดังต่อไปนี้

1. การใช้แร่ธาตุอย่างประหยัด ในการทำเหมืองแร่บางอย่างนั้นบางที่ทรัพยากรแร่ธาตุที่ได้มา อาจมีหลายชนิด ดังนั้นจึงควรพยายามใช้ให้คุ้มค่าทุกชนิด อย่างประหยัด และลดการสูญเสีย
2. การสำรวจแหล่งแร่ ควรมีการเร่งรัดการสำรวจทรัพยากรแร่ธาตุให้ครอบคลุมทั่วประเทศเพื่อประโยชน์ในการวางแผนการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า
3. การใช้แร่ชนิดอื่นทดแทน พยายามหาแร่ธาตุอื่น ๆ มาใช้ทดแทนแร่ที่ใช้กันมาก อาทิการใช้ อลูมิเนียมแทนเหล็ก
4. นำแร่ที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีก เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ควรมีการนำแร่ที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีก อาทิ ภาชนะเครื่องใช้ที่เป็นอลูมิเนียมบางอย่างที่หมดสภาพการใช้ แล้วสามารถนำกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้อีก

ใบงาน เรื่อง แร่

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. แร่รัตนชาติมีสมบัติต่างจากแร่ชนิดอื่นอย่างไร

2. เพชรและทับทิมมีองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติต่างกันอย่างไร

3. แร่หลัก ซึ่งแยกตามองค์ประกอบทางเคมีมีกี่ชนิด อะไรบ้าง _____

มีจำนวน.....ชนิดได้แก่ 1..... 2..... 3.....

4..... 5..... 6.....

4. แร่เศรษฐกิจ ในกลุ่มแร่รัตนชาติพบในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ได้แก่แร่อะไรบ้างบอกมา 3 ชนิด

5. หินแกรนิต ประกอบด้วยแร่กี่ชนิดอะไรบ้าง

6. ให้นักเรียนบอกประโยชน์แร่ มาพอเข้าใจ

7. ให้นักเรียนอธิบายการทำเหมืองแร่ มาพอเข้าใจ

แบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

กลุ่มที่.....วิชา.....รหัสวิชา.....ระดับชั้น.....

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20)
		4	3	2	1	
1	คณะทำงาน					
2	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่					
3	ขั้นตอนการทำงาน					
4	ตรงเวลา					
5	ความร่วมมือในการทำงาน					
	รวม					

ระดับคุณภาพ

คะแนน 16 – 20 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 11 – 15 หมายถึง ดี

คะแนน 6 – 10 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 5 หมายถึง ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชั้น.....จำนวน.....คน
สังเกตพฤติกรรมตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม					รวม (20)
		ช่วยเหลือ ด้าน กำลัง ความคิด (4)	การ แนะนำ แนวทาง โดยการ พูดในสิ่ง ที่เป็น ประโยชน์ (4)	พยายาม ช่วยเหลือ สมาชิก ในกลุ่ม ไม่นิ่งดู ตาย (4)	ร่วมทุกข์ ร่วมสุข ร่วมกัน แก้ไขปัญหา พยายาม ทำงานให้ สำเร็จ (4)	ส่งงาน หรือ แบบฝึกหัด ได้ตรงตาม กำหนด (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีดังนี้

คะแนน 18 - 20	ดีมาก
คะแนน 14 - 17	ดี
คะแนน 13 - 10	พอใช้
คะแนน 0 - 9	ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2/53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ดิน

เวลา 3 คาบ

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. สำรวจ ทดลองและอธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน สมบัติของดิน และกระบวนการเกิดดิน
2. สำรวจวิเคราะห์และอธิบายการใช้ประโยชน์และการปรับปรุงคุณภาพของดิน

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า เรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

ความคิดรวบยอด

ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันตามวัตถุดิบกำเนิดดิน ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ พืชพรรณ สิ่งมีชีวิต และระยะเวลาในการเกิดดิน และตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน ชั้นหน้าตัดดินแต่ละชั้นและแต่ละพื้นที่มีลักษณะ สมบัติ และองค์ประกอบแตกต่างกัน ดินในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติต่างกันตามสภาพของดิน จึงนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน การปรับปรุงคุณภาพดินขึ้นอยู่กับสภาพของดินเพื่อทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์

ทักษะกระบวนการ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูล ทดสอบ และอธิบายการเกิดสมบัติบางประการของดินได้
2. จำแนกประเภทของดินได้
3. สามารถใช้ประโยชน์จากดินในท้องถิ่นได้

สาระการเรียนรู้

1. ดิน
2. ประโยชน์ของดิน
3. การอนุรักษ์ดิน

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาเรื่องการเพาะปลูก

แนวคิดหลัก

ปัจจัยหลักในการดำรงชีพของมนุษย์ล้วนได้มาจากดินทั้งสิ้น ดินแต่ละบริเวณมีสมบัติลักษณะของดินจะต่างกันไปตามลักษณะธรณีสัณฐาน เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง ดินส่วนมากเป็นดินปนทราย ประกอบด้วยหินทราย หินกรวดมน และหินดินดาน ในที่ราบระหว่างเนินเขาบางแห่งมีชั้นเกลือหินสลับแทรกอยู่ทำให้ดินบริเวณนั้นเป็นดินเค็ม การศึกษาชั้นดินทำให้ทราบว่าดินเกิดจากหินด้วยกระบวนการที่ใช้เวลานานมาก โดยมีน้ำและลมเป็นตัวการสำคัญในการพัดพาดินจากบริเวณหนึ่งไปสู่อีกบริเวณหนึ่ง

เนื้อหาสาระ

ปัจจัยหลักในการดำรงชีพของมนุษย์ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคต่างได้มาจากดินทั้งสิ้น ดินแต่ละบริเวณมีส่วนประกอบ สี รูปทรง และความสามารถในการดูดซับน้ำแตกต่างกัน ดินที่ดีจะมีอิฐมีสมมาก น้ำหนักเบา และซับน้ำได้ดีทำให้เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช ดินทรายมีสมบัติคือ รูปทรงมาก แก๊สและน้ำซึมผ่านง่าย ต่างจากดินเหนียวที่เกาะกันแน่น แก๊สและน้ำซึมผ่านได้ยาก ทำให้พืชขาดออกซิเจน เติบโตช้า โดยทั่วไปดินประกอบด้วยดินเหนียว ทรายแป้ง ทราย เศษหิน สารอินทรีย์ น้ำ และแก๊ส

ธรณีสัณฐานหมายถึงลักษณะรูปร่างของพื้นผิวโลก ลักษณะของดินจะต่างกันไปตามลักษณะธรณีสัณฐาน เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง ดินส่วนมากเป็นดินปนทราย ประกอบด้วยหินทราย หินกรวดมน และหินดินดาน ในที่ราบระหว่างเนินเขาบางแห่งมีชั้นเกลือหินสลับแทรกอยู่ทำให้ดินบริเวณนั้นเป็นดินเค็ม

เราสามารถแบ่งชั้นของดินได้เป็น 4 ชั้น ชั้น O คือชั้นบนสุดที่มีอินทรีย์วัตถุอยู่มาก ชั้นที่อยู่ลึกถัดลงไปเรียกว่า ชั้น A เป็นชั้นดินแฉะ ถัดลงไปอีกเป็นชั้น B เป็นชั้นสะสมตะกอนและแฉะ และชั้นที่ลึกที่สุดคือชั้น C เป็นชั้นการผุพังของหิน การศึกษาชั้นดินทำให้ทราบว่าดินเกิดจากหินด้วยกระบวนการที่ใช้เวลานานมาก โดยมีน้ำและลมเป็นตัวการสำคัญในการพัดพาดินจากบริเวณหนึ่งไปสู่อีกบริเวณหนึ่ง

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ เรื่อง ดิน สื่อและแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำการทดลอง เรื่อง ดิน
3. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน เรื่อง ดิน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทดลอง

- 1.1 อธิบายขั้นตอนการทำการทดลอง เรื่อง ดิน
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันเสนอโครงการเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของดิน ยกตัวอย่างลักษณะทั่วไปของดิน ร่วมกันอภิปรายถึงส่วนประกอบของแต่ละชั้นดิน และสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องลักษณะทั่วไปของดิน

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดินและการสำรวจดินในแนวลึก
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดินและการสำรวจดินในแนวลึก

3. ขั้นอภิปรายหลังทดลอง

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดิน และการสำรวจดินในแนวลึก
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - ลักษณะทั่วไปของพื้นผิวดินบริเวณที่ศึกษา เหมือนหรือแตกต่างกับดินในบริเวณใกล้เคียงอย่างไร
 - จากการสำรวจแบ่งดินได้กี่ชั้น และมีเกณฑ์ในการแบ่งเป็นอย่างไร

3.5 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของดิน การศึกษาผิวดิน และการสำรวจดินในแนวลึก

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของดินไปใช้ประโยชน์

3.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของดิน

3.8 ครูให้คะแนนจากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง ใบงานและผลงาน

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยผลการสังเกตอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

2. ประเมินผลงานการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยประเมินจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบงานของนักเรียน โดยผลการทำกิจกรรมได้คะแนน 50% ขึ้นไป

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง ดิน

2. ใบงาน เรื่อง ดิน

3. http://www.idd.go.th/iddweb_osl/survey_1/data_gr1.htm

บันทึกสรุปผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกหลังสอน

ประเด็นการบันทึก	จุดเด่น	จุดที่ควรปรับปรุง
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
2. การใช้สื่อการเรียนรู้		
3. การประเมินผลการเรียนรู้		
4. การบรรลุผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		
บันทึกเพิ่มเติม		
.....		

ลงชื่อ ผู้สอน

ใบงานที่ 1

เรื่อง ดิน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายลักษณะของดินได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้

อุปกรณ์การทดลอง

8. ปีกเกอร์ขนาดใหญ่ 2 ใบ
9. กระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์
10. พลุขุดดิน
11. แท่งแก้วคน
12. น้ำกลั่น
13. กระดาษขาว
14. ตลับเมตร

วิธีการทดลอง

7. ให้นักเรียนช่วยกันขุดดินในบริเวณหนึ่งให้ลึก 20 เซนติเมตร นำดินที่ขุดไปในปีกเกอร์ใบที่ 1 แล้วขุดต่อไปอีก 20 เซนติเมตร แล้วนำดินไปใส่ในปีกเกอร์ที่ 2
8. สังเกตลักษณะดินของทั้งสองปีกเกอร์ โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของดินในปีกเกอร์ ใบที่ 1 และใบที่ 2
9. เทน้ำลงในปีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 2 จนเกือบเต็ม ปิดฝา เขย่าแล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
10. ใช้แท่งแก้วคนตะกอนในปีกเกอร์ใบที่ 1 แล้วนำไปหยดบนกระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ สังเกตและเทียบสีกับแถบสีแสดงค่า pH
11. ทำซ้ำในข้อ 4 แต่เปลี่ยนจากน้ำในปีกเกอร์ใบที่ 1 เป็นใบที่ 2
12. เทน้ำในปีกเกอร์ทั้งสองใบออก แล้วเทตะกอนลงบนกระดาษขาว
7. สังเกตสิ่งมีชีวิต ลักษณะของกรวดและหินในดินทั้งสองปีกเกอร์บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ดิน	ลักษณะทั่วไป		ค่า pH	สิ่งมีชีวิต	ลักษณะของตะกอน
	สีดิน	เนื้อดิน			
บีกเกอร์ใบที่ 1 ความลึก 20 cm					
บีกเกอร์ใบที่ 2 ความลึก 40 cm					

วิเคราะห์ผลการทดลอง.....

.....

สรุปผลการทดลอง.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ดินในบีกเกอร์ทั้งสองใบ มีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

.....

2. เพราะเหตุใดสีของดินบีกเกอร์ทั้งสองจึงแตกต่างกัน จงอธิบาย

.....

3. ดินในบีกเกอร์ทั้งสองมีค่า pH เป็นอย่างไร

.....

4. นักเรียนคิดว่าความเป็นกรด – เบสของดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่
อย่างไร

.....

แบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

กลุ่มที่.....วิชา.....รหัสวิชา.....ระดับชั้น.....

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20)
		4	3	2	1	
1	คณะทำงาน					
2	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่					
3	ขั้นตอนการทำงาน					
4	ตรงเวลา					
5	ความร่วมมือในการทำงาน					
	รวม					

ระดับคุณภาพ

คะแนน 16 – 20 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 11 – 15 หมายถึง ดี

คะแนน 6 – 10 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 5 หมายถึง ปรับปรุง

รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
1. คณะทำงาน	มีประธาน เลขาธิการ ผู้นำ เสนอ ผู้ร่วมงาน	ขาดองค์ประกอบ 1 อย่าง	ขาดองค์ประกอบ 2 อย่าง	ขาดองค์ประกอบ 2 อย่างขึ้นไป
2. ความ รับผิดชอบ ต่อหน้าที่	ทุกคนมีหน้าที่ และความ รับผิดชอบต่อ หน้าที่ของตนเอง	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่ รับผิดชอบ 1 คน	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่ รับผิดชอบ 2 คน	มีผู้มีหน้าที่แต่ไม่ รับผิดชอบ 2 คน ขึ้นไป
3. ขั้นตอน การทำงาน	- คัดเลือกและ เตรียมข้อมูลได้ เหมาะสม - มีการวางแผน การทำงาน - มีการเตรียม วัสดุอุปกรณ์ - มีการปฏิบัติ ตาม แผนและ พัฒนา งาน	ขาด 1 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน	ขาด 2 ขั้นตอน หรือไม่ชัดเจน	ขาดมากกว่า 2 ขั้นตอนขึ้นไป
4. เวลา	เสร็จก่อนกำหนด และงานมี คุณภาพ	เสร็จตามกำหนด และงานมี คุณภาพ	เสร็จไม่ทัน กำหนด แต่งาน มีคุณภาพ	เสร็จไม่ทัน กำหนด และงาน ไม่มีคุณภาพ
5. ความร่วมมือ ในการทำงาน	ทุกคนมีส่วนร่วม และให้ความ ร่วมมืออย่าง เต็มที่	80% ของกลุ่มมี ส่วนร่วมและให้ ความร่วมมือ	60% ของกลุ่มมี ส่วนร่วมและให้ ความร่วมมือ	40% ของกลุ่มมี ส่วนร่วมและให้ ความร่วมมือ

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชั้น.....จำนวน.....คน
สังเกตพฤติกรรมตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม					รวม (20)
		ช่วยเหลือ ด้าน กำลัง ความคิด (4)	การ แนะนำ แนวทาง โดยการ พูดในสิ่ง ที่เป็น ประโยชน์ (4)	พยายาม ช่วยเหลือ สมาชิก ในกลุ่ม ไม่นิ่งดู ตาย (4)	ร่วมทุกข์ ร่วมสุข ร่วมกัน แก้ไขปัญหา พยายาม ทำงานให้ สำเร็จ (4)	ส่งงาน หรือ แบบฝึกหัด ได้ตรงตาม กำหนด (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีดังนี้

คะแนน 18 - 20	ดีมาก
คะแนน 14 - 17	ดี
คะแนน 13 - 10	พอใช้
คะแนน 0 - 9	ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2/53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หิน

เวลา 2 คาบ

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6. 1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ทดลองเลียนแบบเพื่ออธิบายกระบวนการเกิด และลักษณะองค์ประกอบของหิน
2. ทดสอบ และสังเกตองค์ประกอบและสมบัติของหิน เพื่อจำแนกประเภทของหิน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๘. ๑ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า เรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้คนอื่นเข้าใจ
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการ เปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่ เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

ความคิดรวบยอด

กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาทั้งบนและใต้พื้นผิวโลก ทำให้เกิดหินที่มีลักษณะองค์ประกอบแตกต่างกันทั้งทางด้านกายภาพ และทางเคมี หินแบ่งเป็น หินอัคนี หินแปรและ หินตะกอน หินแต่ละประเภทมีความสัมพันธ์กัน และนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม การก่อสร้างและอื่น ๆ

ทักษะกระบวนการ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ

แนวคิดหลัก

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากหินมาตั้งแต่ยุคโบราณ จนถึงปัจจุบัน สมบัติของหินแบ่งเป็นลักษณะทางกายภาพซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า หรือใช้แว่นขยาย และสมบัติทางเคมีซึ่งทดสอบได้ โดยการหยดกรดลงบนหิน การศึกษาสมบัติต่างๆของหินนำไปใช้ประโยชน์ในการจำแนกหิน

เนื้อหาสาระ

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากหินมาตั้งแต่ยุคโบราณ สมัยเริ่มแรกที่มีมนุษย์อาศัยอยู่ในถ้ำตามธรรมชาติได้นำหินมาแกะเกาให้มีเหลี่ยมคมเพื่อใช้เป็นอาวุธ เรียกว่า หินกะเทาะ และยังนำหินมาขัดถูกันเพื่อให้เกิดประกายไฟเพื่อการก่อไฟ มนุษย์ในสมัยนั้นจึงถูกเรียกว่า มนุษย์ยุคหิน ในยุคต่อมาจนถึงปัจจุบันมนุษย์ยังคงใช้ประโยชน์จากหินในการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัย ศาสนสถาน เครื่องใช้ และเครื่องประดับต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพของหินได้แก่ สี ความแข็ง เนื้อหิน การเรียงตัวเป็นชั้น และซากดึกดำบรรพ์ในหิน เป็นลักษณะที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าแต่เมื่อใช้แว่นขยายก็จะสามารถสังเกตได้ละเอียดขึ้น เช่น การจัดเรียงตัวของแร่ที่ประกอบเป็นเนื้อหิน ส่วนสมบัติทางเคมีของหินทดสอบโดยการหยดกรดลงบนหิน หินบางชนิดทำปฏิกิริยากับกรดได้ สมบัติต่างๆเหล่านี้นำไปใช้ในการจำแนกหิน

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ เรื่อง หิน สี และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน เรื่อง หิน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทดลอง

- 1.1 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ เรื่อง หิน เวลา 10 นาที
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะทั่วไปและวิธีการตรวจสอบลักษณะรวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องลักษณะทั่วไปของหิน

2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของหิน
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงลักษณะทั่วไปของหิน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของหิน
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - ลักษณะทั่วไปของหินเป็นอย่างไร
 - นักเรียนจำแนกหินตามลักษณะที่ตรวจสอบได้เป็นกี่กลุ่ม ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาลักษณะทั่วไปของหิน

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหินไปใช้ประโยชน์

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหิน

3.7 ครูให้คะแนนจากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง ใบงานและผลงาน

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยผลการสังเกตอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

2. ประเมินผลงานการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยประเมินจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบงานของนักเรียน โดยผลการทำกิจกรรมได้คะแนน 50% ขึ้นไป

วัสดุอุปกรณ์

1. หินในท้องถิ่น

2. แว่นขยาย

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง หิน

2. ใบงาน เรื่อง หิน

3. <http://www.environnet.in.th/kids/knowledge.asdx?category=rock>

บันทึกสรุปผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกหลังสอน

ประเด็นการบันทึก	จุดเด่น	จุดที่ควรปรับปรุง
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
2. การใช้สื่อการเรียนรู้		
3. การประเมินผลการเรียนรู้		
4. การบรรลุผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		
บันทึกเพิ่มเติม		
.....		

ลงชื่อ ผู้สอน

2. สมบัติของหิน

หินเป็นทรัพยากรที่สำคัญชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ผิวถนนแบบลาดยางหรือปูนซีเมนต์จะต้องใช้หินบางชนิดปูอัดแน่นเป็นพื้นก่อน ถ้าเป็นแบบลาดยาง จะใช้ยางมะตอยที่เป็นส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอนเชื่อมก้อนหินไว้ด้วยกัน ในการทำถนนผิวถนนจะมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ต้องแข็งแรง เสื่อมสภาพช้า สามารถป้องกันน้ำไม่ให้แทรกไปในถนน และป้องกันการลื่นไถลของรถ เพื่อให้ได้สมบัติที่กล่าวมาจำเป็นต้องเลือกหินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เช่น แร่ในหินควมมีความแข็งเท่ากับ 5 ในหน่วยวัดความแข็ง หินจะต้องไม่มีผิวลื่น มีความหยาบเพื่อความยึดติดของยางมะตอย ต้องไม่ให้น้ำซึมผ่านหินในหน้าฝน และไม่แตกร้าวในหน้าหนาว และหินควมมีสมบัติทนต่อการทำลายของกรด เป็นต้น

3. การใช้ประโยชน์จากหิน

หินต่าง ๆ และแร่ธาตุสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้หลายด้าน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น เชื้อเพลิงธรรมชาติที่สร้างจากหิน สิ่งก่อสร้างที่ทำจากหิน และการใช้หินเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น



ใบงาน เรื่อง หิน

คำสั่ง จงเติมข้อความให้ถูกต้อง

1. จงเติมชนิดของหินให้ถูกต้องตามประโยชน์การใช้งานพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้หินนั้น

จุดประสงค์ที่ใช้	หินที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
6. ประดับอาคาร 7. ทำถนน 8. หินขัด 9. ทำอาวุธ 10. ทำครก		

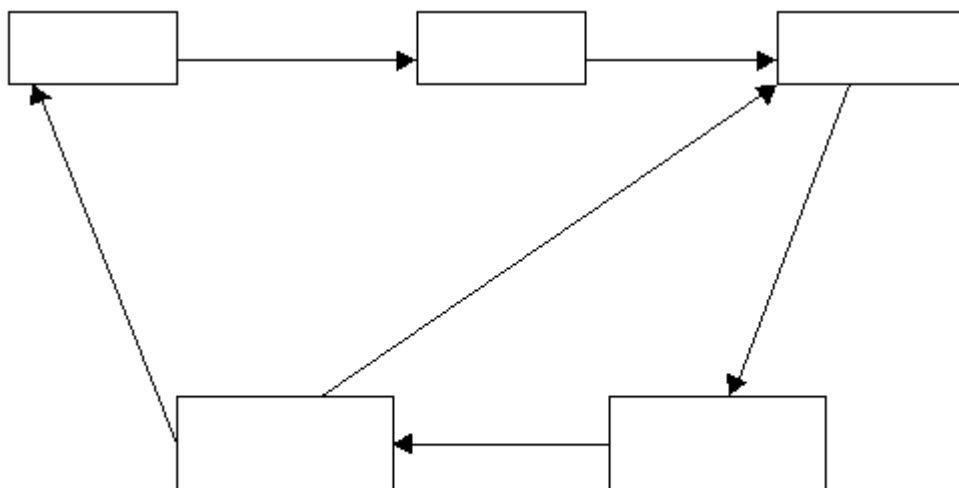
2. จงเติมชื่อของหินตะกอนให้ตรงกับข้อความที่กำหนดให้

ลักษณะของหิน	ชื่อหิน
11. เกิดจากการผุพังของหินอัคนี และมีเหล็กออกไซด์เป็นวัตถุประสาน 12. เป็นหินเนื้อละเอียดประกอบด้วยดินเหนียวเศษหินและแร่ที่มีขนาดเล็กมาก 13. ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต 14. ประกอบด้วยเศษหินและแร่ขนาดใหญ่อยู่ร่วมกับเศษตะกอนเล็กละเอียด 15. ประกอบด้วยทรายที่แข็งมาก 16. เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ 17. มีสีน้ำตาลปนแดงปนอยู่ทั้งก้อน 18. สามารถสกัดเป็นรูปต่างๆได้ 19. คล้ายดินกะทေးเป็นแผ่นได้ง่าย 20. เกิดจากการรวมตัวของโคลน	

3. จงเติมชื่อของหินแปรให้ตรงกับข้อความที่กำหนดให้

ลักษณะของหิน	ชื่อหิน
11. มีแคลเซียมคาร์บอเนตและแร่คัลไซต์เป็นองค์ประกอบ 12. มีการจัดเรียงตัวของผลึกเป็นริ้วขนาน 13. มีความแข็งแกร่งทนทานมาก 14. มีเนื้อแน่นละเอียดหลุดเป็นแผ่นๆได้ง่าย 15. เนื้อหินแวววาว เนื้อบริสุทธิ์สีขาว 16. แข็งแกร่งมาก เมื่อแตกจะเว้าคล้ายก้อนหอย 17. มีแร่สีเขียวปนอยู่มาก เนื้อหยาบผิวรอยแตกขรุขระไม่เรียบ 18. มีแร่ควอร์ตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ 19. มีแร่ไมก้า ดินเหนียวเป็นองค์ประกอบ 20. ทำปฏิกิริยากับกรดได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	

4. จงเติมวัฏจักรของหินให้สมบูรณ์



แบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

กลุ่มที่.....วิชา.....รหัสวิชา.....ระดับชั้น.....

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20)
		4	3	2	1	
1	คณะทำงาน					
2	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่					
3	ขั้นตอนการทำงาน					
4	ตรงเวลา					
5	ความร่วมมือในการทำงาน					
	รวม					

ระดับคุณภาพ

คะแนน 16 – 20 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 11 – 15 หมายถึง ดี

คะแนน 6 – 10 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 5 หมายถึง ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชั้น.....จำนวน.....คน
สังเกตพฤติกรรมตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม					รวม (20)
		ช่วยเหลือ ด้าน กำลัง ความคิด (4)	การ แนะนำ แนวทาง โดยการ พูดในสิ่ง ที่เป็น ประโยชน์ (4)	พยายาม ช่วยเหลือ สมาชิก ในกลุ่ม ไม่นิ่งดู ตาย (4)	ร่วมทุกข์ ร่วมสุข ร่วมกัน แก้ไขปัญหา พยายาม ทำงานให้ สำเร็จ (4)	ส่งงาน หรือ แบบฝึกหัด ได้ตรงตาม กำหนด (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีดังนี้

คะแนน 18 - 20	ดีมาก
คะแนน 14 - 17	ดี
คะแนน 13 - 10	พอใช้
คะแนน 0 - 9	ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2/53

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แร่

เวลา 2 คาบ

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6. 1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ตรวจสอบและอธิบาย ลักษณะทางกายภาพของแร่ และการนำไปใช้ประโยชน์
2. สืบค้นและอธิบายกระบวนการเกิด ลักษณะและสมบัติของปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๘. ๑ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

6. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้คนอื่นเข้าใจ
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือได้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

ความคิดรวบยอด

เมื่อสภาวะแวดล้อมธรรมชาติที่อยู่ภายใต้คุณภูมิและความดันที่เหมาะสม ธาตุและสารประกอบจะตกผลึกเป็นแร่ที่มีลักษณะและสมบัติต่างกัน ซึ่งต้องใช้วิธีตรวจสอบสมบัติแต่ละอย่างแตกต่างกันไป แร่ที่สำรวจพบในประเทศไทยมีหลายชนิด แต่ละชนิดตรวจสอบทางกายภาพได้จากรูปผลึก ความถ่วงจำเพาะ ความแข็ง ความวาว แนวแตกเรียบ สีและสีผงของแร่ และนำไปใช้ประโยชน์ต่างกันเช่นใช้ทำเครื่องประดับ ใช้ในด้านอุตสาหกรรม และปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน เป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะ สมบัติและวิธีการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน

ทักษะกระบวนการ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

คุณลักษณะ(จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ

แนวคิดหลัก

แร่เป็นธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีสูตรเคมีแน่นอน สถานะเป็นของแข็ง แร่แต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัว สมบัติทางกายภาพของแร่ที่มักถูกนำไปใช้ในระบุชนิดและจำแนกแร่ได้แก่ ความแข็ง สี สีผง และความวาว นอกจากนี้ยังอาจจำแนกและสังเกตความแตกต่างของแร่ได้จากรูปผลึก รอยแตก และความถ่วงจำเพาะ เราอาจจำแนกแร่ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ แร่โลหะคือแร่ที่จำเป็นต้องผ่านการถลุงก่อนจึงนำมาใช้ได้ แร่อโลหะ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงไม่ต้องผ่านการถลุง

เนื้อหาสาระ

แร่เป็นธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีสูตรเคมีแน่นอน สถานะเป็นของแข็ง แร่แต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัว สมบัติทางกายภาพของแร่ที่มักถูกนำไปใช้ในระบุชนิดและจำแนกแร่ได้แก่ ความแข็ง สี สีผง และความวาว นอกจากนี้ยังอาจจำแนกและสังเกตความแตกต่างของแร่ได้จากรูปผลึก รอยแตก และความถ่วงจำเพาะ

แร่ส่วนใหญ่มักพบแทรกอยู่ในหินต่างๆ เรียกว่า แร่ประกอบหิน ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากยากแก่การสกัดออกจากเนื้อหิน แต่สามารถใช้จำแนกชนิดของหินได้ เช่น แร่โอลิวีน มักพบในหินภูเขาไฟ หากแร่เกิดในปริมาณมากเป็นสายแร่ จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ แร่จำนวนมากมีผลึกสวยงาม ใช้เป็นอัญมณี เช่น แร่การ์เน็ต แร่ควอตซ์ พลอยตระกูลคอรันดัม เป็นต้น

แร่ส่วนใหญ่ที่พบบนเปลือกโลกประกอบด้วยธาตุหลัก 8 ธาตุ ได้แก่ ออกซิเจน ซิลิคอน อะลูมิเนียม เหล็ก แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม เราอาจจำแนกแร่ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ แร่โลหะ คือแร่ที่เกิดจากโลหะทำปฏิกิริยากับธาตุอโลหะ การนำไปใช้งานต้องแยกโลหะออกเป็นสารบริสุทธิ์ก่อนด้วยการถลุง เช่น ดีบุก เหล็ก เป็นต้น และอีกประเภทหนึ่งคือ แร่อโลหะ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรง ไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ เช่น แร่ใยหิน รัตนชาติ เป็นต้น

ภาระงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ เรื่อง แร่ สี และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน เรื่อง แร่

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทดลอง

- 1.1 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ เรื่อง แหล่งแร่ในประเทศไทย
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างแร่ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ร่วมกันอภิปรายถึงแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่ รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องแร่

2. ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

3. ขั้นตอนอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูตั้งคำถามว่า

- แร่ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจอยู่บริเวณใดบ้าง
- จงเรียงลำดับความแข็ง ความหนาแน่น และบอกความวาวของแร่ที่ทดสอบ
- แร่ตัวอย่างชนิดใดแข็งที่สุดและชนิดใดอ่อนที่สุด

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาแหล่งแร่ ลักษณะทางกายภาพ และประโยชน์ของแร่

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับแร่ไปใช้ประโยชน์

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์ (คิดออกเสียง) (พูดถ่ายทอด)

3.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับแร่

3.8 ครูให้คะแนนจากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง ใบงานและผลงาน

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยผลการสังเกตอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

2. ประเมินผลงานการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยประเมินจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบงานของนักเรียน โดยผลการทำกิจกรรมได้คะแนน 50% ขึ้นไป

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง แร่

2. ใบงาน เรื่อง แร่

3. http://www.dmr.go.th/02_know/min_encyclopedia/minerals.html.

บันทึกสรุปผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกหลังสอน

ประเด็นการบันทึก	จุดเด่น	จุดที่ควรปรับปรุง
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
2. การใช้สื่อการเรียนรู้		
3. การประเมินผลการเรียนรู้		
4. การบรรลุผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		
บันทึกเพิ่มเติม		

ลงชื่อ

ผู้สอน

ใบความรู้ เรื่อง แร่

แร่

แร่ เป็นธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีโครงสร้างส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติอื่นๆ ที่แน่นอน จะพบแร่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของเปลือกโลก แร่ส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น สารประกอบพวกออกไซด์ คาร์บอเนต หรือซัลไฟด์ มีเพียงส่วนน้อยที่เกิดเป็นธาตุอิสระ เช่น แร่ทองคำ ทองแดง เงิน เป็นต้น

แร่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. **แร่โลหะ** หมายถึง แร่ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ เช่น ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว อะลูมิเนียม ทองเงิน แร่ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบอยู่มาก และมีมูลค่าต่อการลงทุน เรียกว่า สินแร่

1.1 สินแร่บ็อกไซต์ เป็นสินแร่ที่ประกอบด้วยโลหะอะลูมิเนียม

1.2 สินแร่กาไลนา เป็นสินแร่ที่ประกอบด้วยโลหะตะกั่ว

1.3 สินแร่ฮีมาไทต์ เป็นสินแร่ที่ประกอบด้วยโลหะเหล็ก

2. **แร่อโลหะ** หมายถึง แร่ที่ไม่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ เช่น ควอตซ์ ยิปซัม ทราวย แก้ว ฟอสเฟต แบไรต์ เหล็กหิน รัตนชาติ แร่อโลหะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรงไม่ต้องนำไปถลุงหรือนำไปแยกธาตุออก ตัวอย่างการนำแร่อโลหะไปใช้ประโยชน์

2.1 แร่ควอตซ์ ใช้เป็นส่วนประกอบของนาฬิกา วิทยุ คอมพิวเตอร์

2.2 แร่รัตนชาติ ใช้เป็นเครื่องประดับ เช่น เพชร ทับทิม ไพลิน บุษราคัม เพทาย มรกต โกเมน

ไพฑูรย์ เป็นต้น

2.3 แร่เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน หินน้ำมัน น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ



ประโยชน์แร่

1. ประโยชน์ทางด้านความมั่นคง และมั่นคงของประเทศ ประเทศที่มีแร่ธาตุต่าง ๆ มากมาย และสามารถนำไปใช้แปรรูปเป็นผลผลิตต่าง ๆ ที่ทำประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น ด้านอาวุธ ด้านอุตสาหกรรม
2. ประโยชน์ด้านความเป็นอยู่ของมนุษย์นำแร่ธาตุต่าง ๆ มาสร้างขึ้นเป็นภาชนะใช้สอย ภาชนะที่ช่วยในการคมนาคม อาคารบ้านเรือน ก๊าซหุงต้ม พลังงานไฟฟ้า
4. ประโยชน์ด้านการสร้างงานแก่ประชาชน ทำให้ประชาชนมีรายได้จากการขุดแร่ ไปจนถึงแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภค

ปัญหาทรัพยากรแร่

1. ปัญหาสิ่งแวดล้อมบริเวณที่ทำเหมืองแร่แล้วทำให้สภาพดินไม่อุดมสมบูรณ์ สกปรกพื้นที่ ขรุขระมีหลุมบ่อมากมายจึงถูกปล่อยทิ้งใช้ประโยชน์ไม่เต็มที่
2. ปัญหาการใช้แร่ธาตุบางประเภทเป็นจำนวนมาก เช่น แร่เหล็กถูกนำมาใช้มากและแพร่หลายที่สุด ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ดีบุก ฯลฯ
3. ปัญหาการใช้แร่ไม่คุ้มค่า ได้แก่ พวกแร่ที่ใช้แล้วยังเหลืออยู่ ยังสามารถนำกลับไปใช้อีก เช่น เหล็ก ส่วนแร่ที่นำไปใช้แล้วหมดไป เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ เราจึงต้องใช้อย่างคุ้มค่า และประหยัด

การทำเหมืองแร่

การอนุรักษ์แร่ธาตุ ดังได้กล่าวมาแล้วถึงทรัพยากรแร่ธาตุในปัจจุบันซึ่งกำลังประสบปัญหา หากไม่มีการป้องกันแก้ไข ดังนั้นการอนุรักษ์แร่ธาตุจึงเป็นมาตรการสำคัญที่จะช่วยได้ดังต่อไปนี้

1. การใช้แร่ธาตุอย่างประหยัด ในการทำเหมืองแร่บางอย่างนั้นบางที่ทรัพยากรแร่ธาตุที่ได้มา อาจมีหลายชนิด ดังนั้นจึงควรพยายามใช้ให้คุ้มค่าทุกชนิด อย่างประหยัด และลดการสูญเสีย
2. การสำรวจแหล่งแร่ ควรมีการเร่งรัดการสำรวจทรัพยากรแร่ธาตุให้ครอบคลุมทั่วประเทศเพื่อประโยชน์ในการวางแผนการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า
3. การใช้แร่ชนิดอื่นทดแทน พยายามหาแร่ธาตุอื่น ๆ มาใช้ทดแทนแร่ที่ใช้กันมาก อาทิการใช้อลูมิเนียมแทนเหล็ก
4. นำแร่ที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีก เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ควรมีการนำแร่ที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีก อาทิ ภาชนะเครื่องใช้ที่เป็นอลูมิเนียมบางอย่างที่หมดสภาพการใช้ แล้วสามารถนำกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้อีก

ใบงาน เรื่อง แร่

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. แร่รัตนชาติมีสมบัติต่างจากแร่ชนิดอื่นอย่างไร

2. เพชรและทับทิมมีองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติต่างกันอย่างไร

3. แร่หลัก ซึ่งแยกตามองค์ประกอบทางเคมีมีกี่ชนิด อะไรบ้าง _____

มีจำนวน.....ชนิดได้แก่ 1..... 2..... 3.....

4..... 5..... 6.....

4. แร่เศรษฐกิจ ในกลุ่มแร่รัตนชาติในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ได้แก่แร่อะไรบ้างบอกมา 3 ชนิด

5. หินแกรนิต ประกอบด้วยแร่กี่ชนิดอะไรบ้าง

6. ให้นักเรียนบอกประโยชน์แร่ มาพอเข้าใจ

7. ให้นักเรียนอธิบายการทำเหมืองแร่ มาพอเข้าใจ

แบบประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่ม

กลุ่มที่.....วิชา.....รหัสวิชา.....ระดับชั้น.....

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20)
		4	3	2	1	
1	คณะทำงาน					
2	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่					
3	ขั้นตอนการทำงาน					
4	ตรงเวลา					
5	ความร่วมมือในการทำงาน					
	รวม					

ระดับคุณภาพ

คะแนน 16 – 20 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 11 – 15 หมายถึง ดี

คะแนน 6 – 10 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 5 หมายถึง ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ชั้น.....จำนวน.....คน
สังเกตพฤติกรรมตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม					รวม (20)
		ช่วยเหลือ ด้าน กำลัง ความคิด (4)	การ แนะนำ แนวทาง โดยการ พูดในสิ่ง ที่เป็น ประโยชน์ (4)	พยายาม ช่วยเหลือ สมาชิก ในกลุ่ม ไม่นิ่งดู ตาย (4)	ร่วมทุกข์ ร่วมสุข ร่วมกัน แก้ไขปัญหา พยายาม ทำงานให้ สำเร็จ (4)	ส่งงาน หรือ แบบฝึกหัด ได้ตรงตาม กำหนด (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีดังนี้

คะแนน 18 - 20	ดีมาก
คะแนน 14 - 17	ดี
คะแนน 13 - 10	พอใช้
คะแนน 0 - 9	ควรปรับปรุง

**แบบทดสอบวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เวลา 60 นาที
เรื่อง ดิน หิน แร่**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดิน หิน แร่
2. ข้อสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ คะแนน 30 คะแนน
3. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ
4. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบโดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งดินออกเป็นดินชั้นบน และดินชั้นล่างคือ (ทักษะกระบวนการ)
 - ก. สีของเนื้อดิน
 - ข. การตกตะกอน
 - ค. ซากพืชซากสัตว์
 - ง. ขนาดของเม็ดดิน
 - จ. ลักษณะของเนื้อดิน
2. ลักษณะของดินชั้นบนกับดินชั้นล่างแตกต่างกันตามข้อใด (ทักษะกระบวนการ)
 - ก. ดินชั้นบนมีฮิวมัสมากกว่า
 - ข. ดินชั้นบนมีความพรุนน้อยกว่า
 - ค. สีของดินชั้นบนจางกว่าสีของดินชั้นล่าง
 - ง. ดินชั้นบนมีขนาดของเม็ดดินเล็กกว่า
 - จ. ดินชั้นล่างมีความพรุนและสีเข้มกว่า

3. เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกดินออกเป็น ดินร่วน ดินเหนียว และดินทราย คือข้อใด
(ทักษะกระบวนการฯ)
- ก. สีของดิน
 - ข. ลักษณะของเนื้อดิน
 - ค. ความพรุนของดิน
 - ง. องค์ประกอบของดิน
 - จ. ความเป็นกรด – เบส ของดิน
4. ถ้าขุดดินในสวนที่ระดับความลึกจากผิวดินไปประมาณ 50 ซม. ดินที่ขุดได้จะมีลักษณะอย่างไร
(ความรู้ – ความจำ)
- ก. เม็ดดินขนาดใหญ่ น้ำและอากาศผ่านได้ดี มีค่า pH ประมาณ 6
 - ข. เม็ดดินมีลักษณะร่วนซุย มีแมลง มด และรากไม้ปนอยู่ มีค่า pH ประมาณ 6.5
 - ค. เม็ดดินขนาดเล็ก ละเอียดเนื้อแน่น สีน้ำตาลอ่อน พบรากไม้เล็กๆ มี pH ประมาณ 7
 - ง. ดินมีสีดำ มีรากไม้ปนเล็กน้อย และแมลงอาศัยในชั้นนี้ได้มีค่า pH ประมาณ 7
 - จ. เม็ดดินขนาดเล็ก มีสีดำ ร่วนซุยมีค่า pH ประมาณ 7.5
5. สิ่งใดเป็นส่วนประกอบหลักของดิน (ความรู้ – ความจำ)
- ก. อนินทรีย์วัตถุ
 - ข. อินทรีย์วัตถุ
 - ค. น้ำ
 - ง. อากาศ
 - จ. ฮิวมัส

6. สิ่งใดที่สลายตัวเป็นฮิวมัส (ความรู้ – ความจำ)
- ก. หินและแร่ธาตุ
 - ข. วัตถุต้นกำเนิดดิน
 - ค. ซากพืช ซากสัตว์
 - ง. จุลินทรีย์
 - จ. ปุ๋ยวิทยาศาสตร์
7. ข้อใดที่ช่วยลดการชะล้างของโรคพืชและป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุในดินอันเนื่องมาจากการปรับปรุงคุณภาพของดิน (การนำไปใช้)
- ก. การปลูกพืชคลุมดิน
 - ข. การปลูกพืชหมุนเวียน
 - ค. การปลูกพืชตามแนวระดับ
 - ง. การปลูกพืชแบบขั้นบันได
 - จ. การปลูกพืชเพื่อเพิ่มสารอินทรีย์ในดิน
8. ดินที่มีค่า pH ในช่วง 4.5-6.5 มีสภาพตรงกับข้อใด (ความรู้ - ความจำ)
- ก. กรดจัด - เบสจัด
 - ข. เบสเล็กน้อย - เบสจัด
 - ค. เบสจัดมาก - เบสเล็กน้อย
 - ง. กรดจัดมาก - กรดเล็กน้อย
 - จ. กรดจัด - กลาง

9. ถ้าดิน x มี pH = 7.5 ดิน y มี pH = 8.0 และดิน Z มี pH = 6.5 ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- ก. ดินทั้งสามชนิดเป็นกรด
 - ข. ดินทั้งสามชนิดเป็นเบส
 - ค. ดิน x และดิน y เป็นเบส ส่วนดิน z เป็นกรด
 - ง. ดิน x และดิน y เป็นกรด ส่วนดิน z เป็นเบส
 - จ. ดิน x เป็นกลาง ส่วนดิน y และดิน z เป็นเบส
10. การแก้ไขดินที่มีค่า pH = 5.5 ซึ่งเหมาะกับการปลูกข้าว เพื่อให้เหมาะสมกับการปลูกฝ้าย มีค่า pH = 6.0-8.0 ต้องใช้วิธีการใดปรับปรุง (การนำไปใช้)
- ก. ผงกำมะถัน
 - ข. แคลเซียมซัลเฟต
 - ค. แอมโมเนียมคลอไรด์
 - ง. แคลเซียมไฮดรอกไซด์
 - จ. แคลเซียมคาร์บอเนต
11. กรณีดินเค็ม แสดงว่าดินมีสารใดมากที่สุด (ความรู้ – ความจำ)
- ก. ผงกำมะถัน
 - ข. โซเดียมคลอไรด์
 - ค. แอมโมเนียมซัลเฟต
 - ง. แคลเซียมไฮดรอกไซด์
 - จ. แคลเซียมคาร์บอเนต

12. พืชโดยทั่วไปเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีสภาพความเป็นกรด – เบสในข้อใด (การนำไปใช้)

- ก. เป็นกลาง
- ข. กรด – เบส เล็กน้อย
- ค. กรดมาก – เบสน้อย
- ง. กรดน้อย – เบสมาก
- จ. กรด – เบส มาก

13. การปลูกพืชคลุมดินเพื่อวัตถุประสงค์อะไร (การนำไปใช้)

- ก. ไม่ให้ดินถูกแสงแดด
- ข. เพิ่มปุ๋ยให้แก่ดิน
- ค. ไม่ให้หน้าดินสึกกร่อน
- ง. ไม่ให้ดินจืด
- จ. เพื่อให้ดินร่วนซุย

14. ปุ๋ยในข้อใดไม่ใช่ปุ๋ยอินทรีย์ (ความรู้ – ความจำ)

- ก. ปุ๋ยคอก
- ข. ปุ๋ยพืชสด
- ค. ปุ๋ยหมัก
- ง. ปุ๋ยวิทยาศาสตร์
- จ. ปุ๋ยหมักชีวภาพ

15. พืชชนิดใดที่เหมาะสมสำหรับปลูกเป็นพืชหมุนเวียน (การนำไปใช้)

- ก. ถั่วเหลือง
- ข. มันสำปะหลัง
- ค. โหระพา
- ง. เผือก
- จ. แตงโม

16. สิ่งใดเมื่อนำไปฝังลงในดินแล้วทำให้ดินเสีย (การนำไปใช้)

- ก. ซากสัตว์ที่ตายแล้ว
- ข. ซากพืชที่เน่าเปื่อย
- ค. เศษอาหาร
- ง. สารเคมี
- จ. เศษวัชพืชที่ทับถมกันเป็นเวลานาน

17. จงพิจารณาข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. ความเป็นกรดของดินเป็นการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์และสารอินทรีย์ที่ปนอยู่ในดิน
- ข. ความเป็นกรดของดินเกิดจากการเติมปุ๋ยขาวลงในดิน
- ค. ความเป็นกรดของดินบางแห่งเกิดจากการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิต
- ง. บริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงความเป็นกรดของดินจะเกิดจากฝนกรด
- จ. ความเป็นกรด – เบส มีผลต่อการละลายแร่ธาตุในดิน

18. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินบริเวณภาคกลางของประเทศไทยมากที่สุด

- (ความรู้ – ความจำ)
- ก. กระแสนลม
 - ข. กระแสน้ำ
 - ค. ความลาดเอียง
 - ง. การเกิดแผ่นดินเลื่อน
 - จ. เกิดจากปฏิกิริยาเคมี

19. ข้อใดไม่ใช่ ปัจจัยที่ทำให้หินประเภทหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปเป็นหินอีกประเภทหนึ่งได้ (ความเข้าใจ)

- ก. การหลอมเหลวและการเย็นตัว
- ข. การสึกกร่อนและการทับถม
- ค. การระเหยและการกลั่นตัว
- ง. การเปลี่ยนแปลงจากความร้อนและความดันภายในโลก
- จ. การสลายตัวและทับถม

20. ในกรณีที่ดินเหนียวเกิดการเย็นตัวอย่างช้าๆ ลักษณะของผลึกในหินอัคนีจะตรงกับข้อใด

(ความรู้ – ความจำ)

- ก. ผลึกมีขนาดใหญ่
- ข. ผลึกมีขนาดเล็กและละเอียด
- ค. ผลึกเป็นรูปของลูกบาศก์เท่าๆ กัน
- ง. ผลึกมีขนาดเล็กและเป็นรูปทรงหกเหลี่ยม
- จ. ไม่มีผลึก เนื้อละเอียดคล้ายแก้ว

21. หินตะกอนบางครั้งเรียกว่าหินชั้น ซึ่งแต่ละชั้นมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อใด

(ทักษะกระบวนการฯ)

- ก. วัตถุประสงค์และช่วงเวลา
- ข. สีและความแข็งของตะกอน
- ค. ช่วงเวลาและปริมาณของตะกอน
- ง. วัตถุประสงค์และปริมาณตะกอน
- จ. ขนาดของตะกอนและสี

22. ข้อใดเรียงลำดับการเกิดหินได้ถูกต้อง (ทักษะกระบวนการฯ)

- ก. หินอัคนี หินตะกอน หินแปร
- ข. หินตะกอน หินแปร หินอัคนี
- ค. หินแปร หินตะกอน หินอัคนี
- ง. หินตะกอน หินอัคนี หินแปร
- จ. หินอัคนี หินชั้น หินตะกอน

23. ฟอสซิล และซากดึกดำบรรพ์พบที่หินชนิดใด (ความรู้ – ความจำ)

- ก. ส่วนของหินที่มีความแข็งน้อยที่สุดพบที่หินอัคนี
- ข. ส่วนของหินที่มีลวดลายสวยงามพบที่หินแปร
- ค. หินที่หลอมละลายด้วยความร้อนสูง พบที่หินอ่อน
- ง. ส่วนของหินที่เป็นรูพรุน พบที่ หินพัมมิส
- จ. ซากพืชหรือซากสัตว์ที่ถูกทับถมเป็นเวลานาน พบที่หินตะกอน

24. เพราะเหตุใดหินอัคนีบางชนิดจึงสามารถลอยน้ำได้ (ความเข้าใจ)

- ก. มีมวลน้อยมาก
- ข. มีความหนาแน่นเท่ากับน้ำ
- ค. เนื้อละเอียดไม่ดูดหรืออมน้ำ
- ง. เนื้อหินมีความพรุน อากาศเข้าไปแทนตัวได้
- จ. มีผลึกขนาดเล็ก

25. ข้อใดที่แสดงว่า แร่ชนิดหนึ่งมีความแข็งมากที่สุด (ทักษะกระบวนการฯ)

- ก. มีขีดขูดเป็นรอยได้
- ข. ตะไบเหล็กขูดเป็นรอยได้
- ค. ขูดแผ่นกระจกเป็นรอยได้
- ง. ลวดทองแดงขูดเป็นรอยได้
- จ. เล็บขูดเป็นรอย

26. บุคคลในข้อใดเลือกหินไปใช้อย่างเหมาะสมที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. น้ำทิพย์ ใช้หินดินดานมาเป็นหินขัดตัว
- ข. น้ำใจ นำหินอบซิเดียนไปทำเป็นหิน
- ค. น้อมจิต ให้ช่างแกะสลักชื่อด้วยหินแกรนิตเพื่อนำไปติดไว้ที่ห้วงจ้อย
- ง. วรชุลี สั่งซื้อโต๊ะหินอ่อนมาใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี
- จ. ธีรพล นำหินปูนมาถมหลังคาบ้าน

27. แร่รัตนชาติ พบมากที่สุดที่จังหวัดใด (ความรู้ – ความจำ)

- ก. เชียงใหม่ เชียงราย ตาก
- ข. จันทบุรี แม่ฮ่องสอน เลย
- ค. กาญจนบุรี จันทบุรี ตราด
- ง. พัทลุง ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี
- จ. ขอนแก่น ประจวบคีรีขันธ์หนองคาย

28. เจาน้ำแรียบซัมมาใช้ทำสิ่งใด (การนำไปใช้)

- ก. ปูนขาว
- ข. ซอล์ก ปูนปลาสเตอร์
- ค. ถลุงเอากำมะถันออกมาใช้
- ง. ถลุงเอาแคลเซียมออกมาใช้
- จ. ใช้เคลือบกระเบื้องและเครื่องปั้นดินเผา

29. ตะกั่วแท่งหนึ่งมีมวล 300 กรัม มีปริมาตร 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีความหนาแน่นสัมพัทธ์เท่าใด

- ก. 7.50
- ข. 12
- ค. 260
- ง. 340
- จ. 0.13

30. กำมะถันมีความหนาแน่น 5 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จงหว่ากำมะถันมีมวลเท่าใด (ทักษะกระบวนการ)

- ก. 0.5 กรัม
- ข. 2 กรัม
- ค. 5 กรัม
- ง. 15 กรัม
- จ. 50 กรัม

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 เวลา 60 นาที
เรื่อง ดิน หิน แร่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดิน หิน แร่
2. ข้อสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ คะแนน 30 คะแนน
3. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ
4. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบโดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

นาข้าวของกำนันแดงปลูกข้าวได้ดี แต่เมื่อนำข้าวไปปลูกที่บ้านของกำนันดำที่อยู่ชายทะเล กลับปลูกไม่เจริญงอกงามเหมือนนาข้าวที่บ้านของกำนันแดง กำนันดำจึงตั้งสมมติฐานว่า ชนิดของดินมีส่วนสำคัญในการปลูกข้าว จึงได้นำดินมาตรวจสอบคุณสมบัติ พบว่าดินที่บ้านของกำนันแดงมีเนื้อดินสีเทา อุ่มน้ำได้ดี แต่เนื้อดินที่บ้านกำนันดำเป็นเม็ดดิน และไม่อุ่มน้ำ

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 1- 4

1. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้
 - ก. ปลูกข้าวไม่เจริญงอกงาม
 - ข. บ้านกำนันดำปลูกข้าวไม่ได้
 - ค. บ้านกำนันดำอยู่ใกล้ทะเล
 - ง. บ้านกำนันแดงมีน้ำมาก
2. สาเหตุของสถานการณ์นี้ คือข้อใด
 - ก. ข้าวปลูกแล้วไม่ขึ้น
 - ข. อุณหภูมิไม่เหมือนกัน
 - ค. พื้นที่ในการปลูกไม่เท่ากัน
 - ง. สภาพดินที่ปลูกแตกต่างกัน

3. นักเรียนคิดว่าควรออกแบบการทดลองแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด

- ก. นำดินมาหาค่าความกรด – เบส
- ข. นำดินแต่ละชนิดมาทดลองปลูกข้าว ในนาทดลอง
- ค. นำข้าวมาตรวจสอบความพร้อมของการงอก
- ง. นำข้าวหลายพันธุ์มาทดลองปลูกในดินชนิดเดียวกัน

4. นักเรียนสามารถอภิปรายผลได้อย่างไร

- ก. ชนิดของพันธุ์ข้าวมีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ข. อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ค. ปริมาณของน้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ง. สภาพของดินมีผลต่อการเจริญเติบโต

ที่บ้านของนางกาญจนามีการปลูกหญ้าแฝกที่ริมคลอง ทำให้ดินไม่ถูกชะล้างลงไป ส่วนที่บ้านของนายธีรพลได้ปลูกพืชคลุมดิน ทำให้พืชที่ปลูกใหม่เจริญงอกงามได้ดี เมื่อนำพืชทั้ง 2 ชนิด ปลูกสลับกัน พบว่าพืชที่ปลูกใหม่เจริญได้ไม่ค่อยดี และดินบางส่วนถูกชะล้างลงไป

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถามข้อ 5-8

5. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่า ปัญหาคือข้อใด

- ก. การชะล้างหน้าดิน
- ข. ดินไม่มีความสมบูรณ์
- ค. ปลูกหญ้าแฝก
- ง. ปลูกพืชคลุมดิน

6. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา คือข้อใด

- ก. ไม่มีต้นไม้ช่วยอุ้มน้ำ
- ข. ไม่มีการบำรุงรักษาดิน
- ค. ปลูกพืชไม่เหมาะกับสถานที่
- ง. ปลูกพืชชนิดเดียวกันตลอด

7. นักเรียนจะแก้ปัญหาดังกล่าว ได้อย่างไรเหมาะสมที่สุด

- ก. ปลูกหญ้าแฝกให้มากขึ้น
- ข. กำจัดวัชพืชในดินสม่ำเสมอ
- ค. ทำฝายกั้นเพื่อชะลอการไหล
- ง. ปลูกพืชให้มีสภาพเหมือนเดิม

8. นักเรียนอภิปรายเหตุการณ์ข้างต้นได้ว่าอย่างไร

- ก. การบำรุงรักษาดินสามารถทำได้หลายวิธี
- ข. การปลูกหญ้าแฝกช่วยชะลอการไหลของน้ำ
- ค. การปลูกพืชคลุมดินช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์
- ง. ดินที่อุดมสมบูรณ์ต้องมีการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี

ครูสมศรีบอกให้นักเรียนชั้น ม.2 ปลูกถั่วเขียวในดินทราย พลอยใส สงสัยว่าทำไมไม่ปลูกถั่วเขียวในดินชนิดอื่น จึงได้นำถั่วเขียวไปลองปลูกในดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน ผลปรากฏว่าถั่วเขียวที่ปลูกกับดินทรายเจริญเติบโตดีที่สุด ร่องลงมากดินร่วน ส่วนในดินเหนียวนั้นถั่วเขียวไม่ขึ้น

9. ปัญหาของการปลูกถั่วเขียว ในการทดลองนี้คือข้อใด

- ก. ถั่วเขียวเจริญเติบโตได้ไม่เท่ากัน
- ข. ดินทรายปลูกถั่วเขียวได้ดี
- ค. ดินที่ใช้ปลูกถั่วเขียวไม่เหมือนกัน
- ง. ถั่วเขียวต้องการน้ำมากเป็นพิเศษ

10. สาเหตุของปัญหานี้ คือข้อใด

- ก. ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน
- ข. ความสามารถในการงอก
- ค. สภาพของดินที่ใช้ปลูกพืช
- ง. การเจริญเติบโตของถั่วเขียว

11. นักเรียนสามารถบอกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไร

- ก. ทดลองซ้ำ โดยการใช้พืชชนิดอื่น
- ข. กำหนดปริมาณการให้น้ำของถั่วเขียว
- ค. นำถั่วเขียวไปปลูกในวัสดุที่น้ำซึมได้ดี
- ง. ตรวจสอบลักษณะการงอกของถั่วเขียว

12. นักเรียนอธิบายการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร

- ก. พืชทุกชนิดชอบน้ำเหมือนถั่วเขียว
- ข. ดินเหนียวอุ้มน้ำได้ดี เหมาะแก่การปลูกพืช
- ค. สภาพของดินทำให้พืชมีการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน
- ง. ปริมาณของน้ำที่มากทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี

นายณัฐพลปลูกดอกไม้ 2 แปลง คือ ดอกกุหลาบ และดาวเรือง โดยนายณัฐพลพรวนดินแปลงกุหลาบเสมอ และรดน้ำต้นไม้ทั้งสองแปลงทุกวัน เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าแปลงกุหลาบที่นายณัฐพลมักพรวนดินนั้นเจริญเติบโตได้ดี ออกดอกสวยงาม ส่วนดาวเรืองไม่ค่อยเจริญเติบโต นายณัฐพลจึงคิดว่า การพรวนดินมีส่วนในการเจริญเติบโตของต้นไม้

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 13-16

13. ข้อใดคือปัญหาของนายณัฐพล

- ก. ไม่ได้พรวนดิน
- ข. ไม่ได้มีการรดน้ำต้นไม้
- ค. ต้นไม้เจริญเติบโตไม่เท่ากัน
- ง. ดินที่ไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโต

14. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ของนายณัฐพลคือข้อใด

- ก. ไม่มีการบำรุงดูแลรักษาดิน
- ข. ต้นไม้ไม่ได้รับแสงแดดที่พอเหมาะ
- ค. ชนิดของดินที่เหมาะสมแก่การปลูกพืช
- ง. ธาตุอาหารในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

15. เมื่อนายณัฐพลแก้ปัญหาดังกล่าวผลที่ออกมาจะเป็นอย่างไร

- ก. พีชเจริญเติบโตได้เท่าเดิม
- ข. พีชมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น
- ค. พีชมีการออกดอกและใบมากขึ้น
- ง. พีชเริ่มมีใบสีเหลือง และร่วงหล่น

16. ผลการแก้ปัญหาหนายคึกฤทธิ์ สามารถอภิปรายได้ว่าอย่างไร

- ก. พีชสามารถเจริญเติบโตได้ด้วยตนเอง
- ข. พีชต้องการการดูแลเอาใจใส่ เป็นพิเศษ
- ค. การพรวนดินช่วยให้พีชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น
- ง. การรดน้ำต้นไม้ ช่วยให้พีชออกดอกได้มากขึ้น

ปวีณาได้เก็บตัวอย่างหินมา 5 ลักษณะ ที่มีขนาดไม่เท่ากัน เมื่อนำมาชั่งน้ำหนักพบว่าหินแต่ละก้อนมีน้ำหนักเท่ากัน ทำให้ปวีณาสงสัยว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จึงนำมาหาปริมาตรโดยวิธีการแทนที่ของน้ำ พบว่าหินแต่ละก้อนมีปริมาตรไม่เท่ากัน และเมื่อคำนวณหาค่าความหนาแน่นของหินปรากฏว่าหินที่มีปริมาตรมาก มีความหนาแน่นน้อย แต่หินที่มีปริมาตรน้อยกลับมีความหนาแน่นมาก

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 17-19

17. ปัญหาที่ปวีณาได้ศึกษาคือข้อใด

- ก. ขนาดของหินเท่ากัน น้ำหนักของหินเท่ากัน
- ข. ขนาดของหินเท่ากัน ปริมาตรของหินไม่เท่ากัน
- ค. ขนาดของหินไม่เท่ากัน น้ำหนักของหินเท่ากัน
- ง. ขนาดของหินไม่เท่ากัน ปริมาตรของหินเท่ากัน

18. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นสาเหตุจากข้อ 17

- ก. ได้เก็บตัวอย่างหินมา 5 ลักษณะ
- ข. ค่าความหนาแน่นที่แตกต่างกัน
- ค. ได้เรียนเรื่องดินและหินในห้องเรียน
- ง. ความสงสัยเมื่อได้พบหินที่แตกต่างกัน

19. จากการทดลองนักเรียนสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ปริมาตรของหินขึ้นอยู่กับขนาดของหิน
- ข. ขนาดและปริมาตรขึ้นอยู่กับมวลของหิน
- ค. ความหนาแน่นของหินขึ้นอยู่กับมวลและปริมาตร
- ง. ความหนาแน่นของหินขึ้นอยู่กับปริมาตรและขนาดของหิน

บ้านของนางคุณดาวปลูกอ้อยริมแม่น้ำโขง จ.หนองคาย ทุกปีเมื่อมีการวัดเนื้อที่จาก
ทางการ พบว่าที่บริเวณนี้ลดลงเฉพาะเนื้อที่บริเวณใกล้ฝั่งแม่น้ำโขงจะถูกกัดเซาะมากที่สุด

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้จงตอบคำถาม ข้อ 20-23

20. ปัญหาของสถานการณ์บ้านของนางคุณดาวนี้คือข้อใด

- ก. น้ำมีปริมาณมากขึ้น
- ข. แม่น้ำเปลี่ยนทางเดิน
- ค. เนื้อที่ของบ้านนี้ลดลง
- ง. บ้านอยู่ใกล้แม่น้ำมากเกินไป

21. สาเหตุสำคัญของข้อ 20 คือข้อใด

- ก. น้ำกัดเซาะดิน
- ข. แม่น้ำตื้นเขินขึ้น
- ค. ฝนไม่ตกทำให้น้ำลดลง
- ง. มีการกักเก็บน้ำที่ต้นน้ำ

22. นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาให้กับนางคุณดาวอย่างไร

- ก. ขนดินมาถมตลิ่งเพิ่ม
- ข. ไม่ให้มีการกักเก็บน้ำ
- ค. ปลูกหญ้าแฝกริมตลิ่ง
- ง. ปลูกป่าทดแทนป่าเดิม

ในช่วงโมงเรียน ครูวาสนานำบัตรความรู้เกี่ยวกับเรื่องหินอัคนี หินตะกอน หินแปร และนำบัตรหินตัวอย่างมาให้ให้นักเรียนดู 9 บัตร และให้นักเรียนจำแนกบัตรทั้ง 9 ร่วมกับอภิปรายปัญหาที่เกิดจากการนำหินมาใช้

24. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้
- ก. แหล่งหินในประเทศไทย
 - ข. ปัญหาจากการนำหินมาใช้
 - ค. มีการนำหินมาใช้ประโยชน์
 - ง. การจำแนกประเภทของหิน
25. จากการตั้งปัญหา นักเรียนคิดว่าสาเหตุมาจากข้อใด ?
- ก. มีการนำหินมาใช้อย่างไม่ถูกวิธี
 - ข. การใช้ประโยชน์ของหินแตกต่างกัน
 - ค. หินในบัตรมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน
 - ง. แหล่งหินที่อยู่ในบัตรเป็นคนละสถานที่
26. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างไร ?
- ก. ใช้สารเคมีในการตรวจสอบชนิดของแร่ที่อยู่ภายในหิน
 - ข. ดูลักษณะสีเนื้อของหินก่อน ค่อยดูองค์ประกอบอื่น และแหล่งที่พบ
 - ค. เปรียบเทียบลักษณะของหินในบัตรให้ตรงกับลักษณะที่กำหนดมาให้
 - ง. ดูประโยชน์ของหิน แหล่งที่พบหินชนิดนั้นเป็นเกณฑ์ในการจำแนกหิน
27. นักเรียนสามารถอภิปรายได้ว่าอย่างไร ?
- ก. แหล่งหินในประเทศไทย มักอยู่ทางตอนใต้ของประเทศ
 - ข. แหล่งที่พบหินและประโยชน์ของหิน สามารถนำมาจำแนกหินได้
 - ค. ลักษณะสีของเนื้อของหิน เป็นองค์ประกอบอันดับแรกสุดที่ต้องดูก่อน
 - ง. หินจำแนกได้ 3 ประเภทได้ แก่หินอัคนี หินตะกอน หินแปร

ระหว่างการศึกษาเรื่องลักษณะของหิน จิตตากรผลอทำกรดเกลือเจือจางลงบนหินปูน และเกิดฟองแก๊สขึ้น เขาสงสัยจึงลองหยดบนหินชนิดอื่นๆ บ้าง ปรากฏว่าไม่มีฟองแก๊ส เขาคิดว่าทั้งหินเหมือนกัน

28. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา คือข้อใด

- ก. ฟองแก๊สไม่เกิดขึ้น
- ข. หินไม่เปลี่ยนแปลง
- ค. หยดกรดบนหินปูน
- ง. การหยดกรดบนหินชนิดอื่น

29. นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาได้อย่างไร

- ก. นำหินหลายชนิดมาทดลอง
- ข. ทำการทดลองใหม่หลายๆ ครั้ง
- ค. นำกรดอื่นมาทดลองกับหินปูน
- ง. นำสารละลายเกลือแกงมาทดสอบ

30. จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่าอย่างไร

- ก. หินปูนทำปฏิกิริยากับกรด
- ข. หินไม่ทำปฏิกิริยากับกรด
- ค. หินทุกชนิดทำปฏิกิริยากับกรด
- ง. ฟองแก๊สเกิดเองตามธรรมชาติ



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาวที่สริน สมนวนตา
 วันเดือนปีเกิด 7 มกราคม พ.ศ. 2528
 สถานที่เกิด อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 91 หมู่ 9 ซอยโนนเจริญ
 ถนนเพชรบูรณ์ – นายม ตำบลซอนไพร
 อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาตอนปลาย
 จาก โรงเรียนเพชรพิทยาคม
 อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2549 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยาประยุกต์)
 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2551 หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
 แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2554 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
 กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์)
 จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร