

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง
เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาคุษบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ธันวาคม 2559

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง
เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ธันวาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6:โลกและการเปลี่ยนแปลง
เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุษฎบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ธันวาคม 2559

ภูรินทร์ แดงน้อย. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: อาจารย์ ดร.ชนินันท์ พุกษ์ประมุข, รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโคก, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรณ์ วงษ์น้อย.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายคือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นี้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโนทัศน์ 2) ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ 3) ขั้นจัดโครงสร้างและขยายความรู้ 4) ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน 5) ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล และ 6) ขั้นสรุป ประเมินค่า และนำเสนอผลงาน เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเนื้อหาเรื่อง บรรยากาศ และ ลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ และลมฟ้าอากาศ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติการทดสอบค่าทีที่กรณีก่อนและหลังเรียนไม่เป็นอิสระจากกัน การทดสอบค่าทีของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม และคะแนนจุดตัด

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น มีค่าความสอดคล้องของกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ กับประเด็นที่กำหนด ระหว่าง 0.80-1.00 ในทุกหัวข้อการประเมิน และมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในระดับมาก นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับมาก

DELVELOPMENT OF SCIENCE LEARNING MODEL ON STRAND 6: CHANGE PROCESSES
OF THE EARTH TO PROMOTE SCIENTIFIC CONCEPTS
AND SCIENTIFIC PROBLEM – SOLVING ABILITIES FOR
MATHAYOMSUKSA I STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
December 2016

Phoorin Thaengnoi. (2016). *Development of Science Learning Model on Strand 6:*

Change Processes of the Earth to Promote Scientific Concepts and Scientific Problem - Solving Abilities for Mathayomsuksa I Students. Dissertation, Ed.D.

(Science Education). Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University.

Advisor Committee: Dr. Chaninan Pruekpramool, Assoc. Prof. Dr. Nason Phonphok, Assoc. Prof. Dr. Somson Wongyounoi.

The purposes of this research were: 1) to develop the science learning model on Strand 6: Change Processes of the Earth, to promote scientific concepts and scientific problem-solving abilities among grade seven students; and 2) to study the effects of the science learning model. The science learning model was composed of six steps; 1) Engagement and Concept Presentation 2) Explanation and Concept Checking 3) Knowledge Organization and Elaboration 4) Problem Awareness and Writing Hypothesis 5) Investigating and Analyzing Data and 6) Making Conclusive Presentations and Evaluations. The science learning model on "Atmosphere and weather of Strand 6: Change Processes of the Earth" for seventh grade students.

The sample group used in this research were thirty students who were studying in grade seven in the 2015 academic year in a school in Chai Nat province, Thailand, using purposive sampling. The research tools included; lesson plans, problem-solving abilities test, learning achievement tests, and attitude toward science test. The collected data were analyzed using mean values, standard deviation, a t – test for dependent samples, one sample t-test, and a cutting score.

The results found that the Index of Item Objective Congruence of this science learning model part was varied in the range between 0.80 – 1.00 for all of the topics checked and it was suitable for use at a high rating. The students had the scientific concepts, problem-solving abilities and the students' learning achievement after learning higher than before at a significant level of .05, and significantly higher than the cutting score significantly at .05 and the students had better attitudes toward science after learning than before learning significantly at .05, and significantly higher than cutting score at .05 and, while the attitudes of the students toward science were highly rated.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริม
มโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ

ภูรินทร์ แดงน้อย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลักประธาน

(อาจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิตภาณุ พิมพทอง)

.....ที่ปรึกษาร่วมกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ณสรวิทย์ ผลโกศ)

(อาจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข)

.....ที่ปรึกษาร่วมกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมสรวิทย์ วงษ์อยู่น้อย)

(รองศาสตราจารย์ ดร. ณสรวิทย์ ผลโกศ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมสรวิทย์ วงษ์อยู่น้อย)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)



งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ สาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้มน้าวและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้กำลังใจอย่างดียิ่ง จากอาจารย์ ดร.ชนินท์ พงษ์ประมุข อาจารย์ที่ปรึกษาหลักปริญญานิพนธ์ อีกทั้งได้รับคำปรึกษา และคำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโคก และรองศาสตราจารย์ ดร.สมสรบุญกั วังษ์อยู่น้อย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำในการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีคุณภาพ

กราบขอบพระคุณนางกัสมพร บัวภิบาล ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนเทศบาลบ้านกล้วย ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดี ขอขอบคุณคณะครูและขอชื่นชมนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนางสาวกฤษณา โลหการก ที่ให้กำลังใจ แลกเปลี่ยนแนวคิด และปรึกษาหารือ ในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จด้วยกัน ขอขอบคุณเพื่อนนิสิต และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ชาย ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจเสมอมาจนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ภูรินทร์ แดงน้อย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามของการวิจัย.....	7
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	7
ความสำคัญของการวิจัยและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
สมมติฐานในการวิจัย.....	12
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้.....	14
ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	14
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	14
การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	18
แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์.....	22
ความหมายของมโนทัศน์.....	22
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์.....	22
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างมโนทัศน์.....	24
การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	29
แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	34
แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	36

สารบัญ(ต่อ)

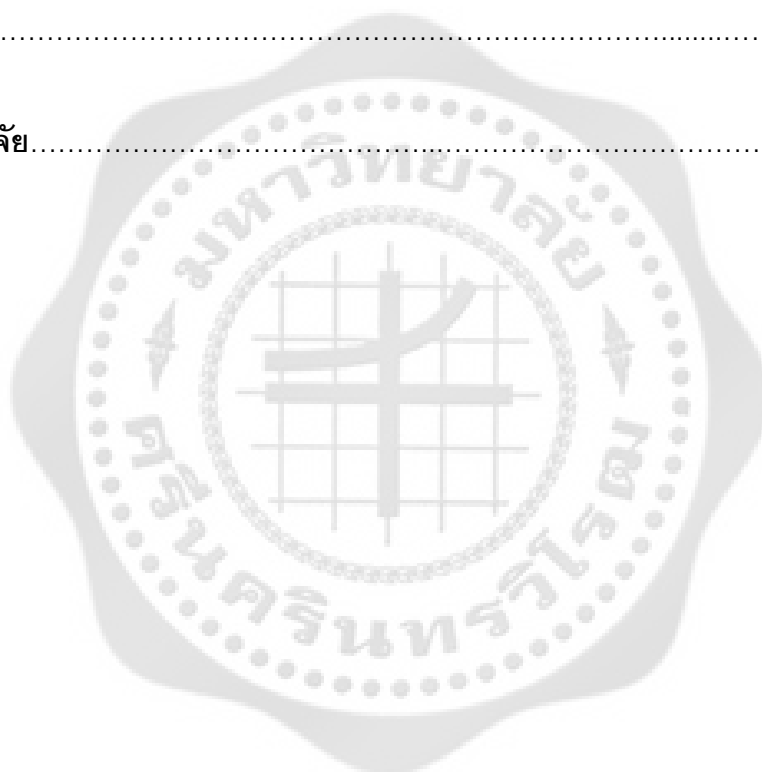
บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	36
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	37
แนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ.....	45
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	46
การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	53
การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	67
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	69
ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	69
การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	70
คะแนนจุดตัด.....	71
ความหมายและแนวคิดของคะแนนจุดตัด.....	71
วิธีกำหนดคะแนนจุดตัด.....	72
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	76
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	76
การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	76
ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	77
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	90
ศึกษานำร่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น.....	90
นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง.....	91

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
ประเมิน และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น.....	93
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	94
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์และความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	99
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนานโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและ การเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	102
ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	113
ตอนที่ 4 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	116
ตอนที่ 5 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ผลการพัฒนานโน้ตศน์ทาง วิทยาศาสตร์.....	120
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	124
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	124
สมมติฐานของการวิจัย.....	124
วิธีดำเนินการวิจัย.....	125
สรุปผลการวิจัย.....	126
อภิปรายผลการวิจัย.....	128

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
ข้อเสนอแนะ.....	136
บรรณานุกรม.....	138
ภาคผนวก.....	148
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	215



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สรุปองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	16
2 ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกันของนักการศึกษา.....	17
3 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	30
4 ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	31
5 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	54
6 ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	55
7 บทบาทของครูและนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	81
8 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	88
9 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว.....	91
10 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	103
11 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	105
12 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	106
13 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	108

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	109
15 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6.....	111
16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียนโดยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน.....	112
17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด โดยการทดสอบค่าที่แบบการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม.....	113
18 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์.....	115
19 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่าง ไม่เป็นอิสระต่อกัน.....	115
20 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที่แบบการทดสอบค่าเฉลี่ยของ กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม.....	116
21 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์.....	118
22 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระ ต่อกัน.....	119

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
23 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที่แบบการทดสอบค่าเฉลี่ยของ กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม.....	119
24 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียนโดยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน.....	120
25 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียน.....	121
26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	152
27 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	154
28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ...	156
29 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	168
30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	180
31 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	182
32 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	184

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	11
2 ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหา กับเจตคติ กระบวนการ และเนื้อหา.....	37
3 การเปรียบเทียบลำดับขั้นการเรียนรู้ของบรูเนอร์และกาเย.....	44
4 การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	59
5 แนวทางที่ช่วยเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	60
6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์.....	64
7 การกำหนดคะแนนจุดตัดซึ่งแบ่งผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่ม.....	72
8 คะแนนพยากรณ์ที่ได้จากการกำหนดคะแนนจุดตัด.....	73
9 ขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	77
10 กรอบแนวคิดทฤษฎี.....	80
11 จุดตัดของคะแนนโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	103
12 จุดตัดของคะแนนโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	104
13 จุดตัดของคะแนนโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	106
14 จุดตัดของคะแนนโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	107
15 จุดตัดของคะแนนโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	109

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
16 จุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6.....	110
17 จุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน.....	114
18 จุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	117
19 นักเรียนทำการทดลองเกี่ยวกับความชื้นในอากาศ.....	213
20 นักเรียนช่วยกันเขียนแผนผังมโนทัศน์.....	213
21 ตัวอย่างผลงานนักเรียนอากาศ.....	214



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกในปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก เป็นยุคที่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเป็นสังคมแห่งข่าวสาร ผู้คนในสังคมต้องสามารถเรียนรู้ข่าวสาร วิเคราะห์ข่าวสารและรู้จักที่จะเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลเหล่านั้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างชาญฉลาด (สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์. 2545: 1) จึงจะสามารถอยู่รอดได้ในสังคมที่เต็มไปด้วยความเปลี่ยนแปลงและปัญหา ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิต ซึ่งต้องอาศัยสติปัญญา ความคิด ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมเป็นพื้นฐานเพื่อแก้ปัญหา ให้บรรลุตามจุดหมายที่ต้องการ บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างฉับไวและเหมาะสม จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมที่วุ่นวายได้อย่างเข้มแข็ง มั่นคง เป็นผู้ที่ได้รับการยอมรับและได้รับความเชื่อถือจากสังคม และเมื่อคนเหล่านี้ได้มีโอกาสทำหน้าที่เป็นผู้นำกลุ่มหรือเป็นผู้ทำหน้าที่คอยประสานงานในเรื่องต่าง ๆ ก็จะสามารถดำเนินงานนั้นได้สำเร็จตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยกล่าวได้ว่า เยาวชนคือกลุ่มคนที่เติบโตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้น ทั้งยังต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสังคมปัจจุบันในทุก ๆ ด้าน รวมไปถึงด้านการเรียนรู้ในชั้นเรียนซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวของกลุ่มเยาวชนมากที่สุด ดังนั้นการฝึกฝนเยาวชนให้สามารถคิด แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ถูกต้องและเหมาะสมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2552: 142; สุคนธ์ สิ้นธพานนท์; และคณะ. 2554: 150) ซึ่งการฝึกฝนให้เยาวชนมีความสามารถในการแก้ปัญหาควรเริ่มต้นจากปัญหาที่สอดคล้องกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ผ่านวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นหนึ่งทางเลือกที่ดีที่จะนำเยาวชนไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ตอบรับกับการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของสังคมโลกสมัยใหม่ซึ่งถือเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาการคิด มีทักษะในการค้นหาความรู้ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท. 2554: 92) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ที่เหมาะสมในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อค้นหาคำตอบและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ (Meng; & Doran. 1993: 69) ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจาก

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องอาศัยองค์ความรู้ที่ซับซ้อน (Chi; & Glaser. 2012: online; Micheline; & Robert. 2012: Online) ดังนั้นก่อนที่นักเรียนเรียนรู้ไปถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น นักเรียนควรต้องมีทักษะทางปัญญาขั้นต้นมาก่อนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Gagné; & Briggs. 1974: 121) เช่น การจำแนกแยกแยะ การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างกฎจากความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ หรือมโนทัศน์ใหม่ กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเบล (Ausubel. 1963: 77; Goodwin; & Klausmeier. 1975: 226; Gagné. 1985: 55; วิชัย วงษ์ใหญ่. 2537: 178; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 111)

นอกจากนี้ บรูเนอร์ (Jerome Bruner) นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดได้ให้แนวคิดที่ว่าแก่นของวิชาเรื่องหนึ่ง ๆ นั้น สามารถสอนให้นักเรียนเกิดความรู้ได้ทุกช่วงวัยโดยให้ความลึกซึ้งแตกต่างกันตามความสามารถของนักเรียน ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นมโนทัศน์ผนวกกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีบทบาทโดยตรง (Active Role) ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของ สสวท. (สุนีย์ คล้ายนิล. 2555: 5) ทั้งนี้ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นพื้นฐานสำคัญในการจำแนกและประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (Meng; & Doran, 1993: 69; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545: 88; พงศ์ศักดิ์ สังขปัญญา. 2556: ออนไลน์)

จากข้อมูลของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) ซึ่งได้ดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการศึกษาไทยในเวทีสากล พ.ศ. 2553 โดยใช้ดัชนีของสถาบันเพื่อพัฒนาการจัดการหรือ International Institute for Management Development (IMD) เป็นกรอบหลักในการวิเคราะห์ โดยในปี 2553 IMD จัดอันดับประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกรวม 58 ประเทศ ด้านความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติ พบว่า โดยภาพรวมความสามารถในการแข่งขันในระดับนานาชาติของประเทศไทยอยู่ในอันดับ 26 นอกจากนั้นในปี พ.ศ. 2552 (ธงทอง จันทรางศุ. 2553: ออนไลน์, สุทธศรี วงศ์สมาน. 2554: ออนไลน์) โครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นโครงการขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ได้สำรวจสถานภาพการศึกษาของประเทศในกลุ่มสมาชิกทั้งหมด 30 ประเทศ รวมทั้งประเทศที่ไม่ได้เป็นสมาชิกจำนวน 27 ประเทศ ซึ่งในจำนวนนี้มีประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ขอเข้าร่วมโครงการ ผลการสำรวจระดับการรู้ด้านต่าง ๆ ของนักเรียนไทยในกลุ่มอายุ 15 ปี ประจำปี ค.ศ. 2009 ใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ และด้านการอ่าน พบว่า จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 6,225 คน มีเพียงร้อยละ 40 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำข้อสอบได้คะแนน ซึ่งรวมทั้งได้คะแนนเต็มและได้คะแนนบางส่วน แต่อีกร้อยละ 60

ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบไม่ได้ ซึ่งรวมถึงตอบผิดและไม่ตอบ เมื่อพิจารณาในด้านคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศกลุ่ม OECD โดยถ้าเปรียบเทียบเป็นอันดับจาก 65 ประเทศ ผลการประเมินโดยแยกรายละเอียดตามสาระต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ของไทย จัดอยู่ในอันดับระหว่าง 47-49 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในรายละเอียดยังพบอีกว่า นักเรียนไทยร้อยละ 42.8 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยนักเรียนที่มีความรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมีเพียงร้อยละ 0.6 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น (สสวท. 2553: 64; 2554: 193) เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ย PISA ตามสังกัดของโรงเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีคะแนนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 9) ยิ่งไปกว่านั้น จากการที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ซึ่งโครงการนี้มีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทำการประเมินต่อเนื่องทุก 4 ปี เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมิน TIMSS ปี ค.ศ. 2007 กับปี ค.ศ. 2011 ของประเทศไทยในภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยลดลง 20 คะแนน จาก 471 คะแนน ในปี ค.ศ. 2007 เหลือ 451 คะแนน ในปี ค.ศ. 2011 และยังคงต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศที่เข้ารับการประเมินซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 500 คะแนน เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ย TIMSS ตามสังกัด พบว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีคะแนนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีคะแนนเฉลี่ยของ ปี ค.ศ. 2011 ลดลงจากปี ค.ศ. 2007 ถึง 51 คะแนน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 13) จากข้อมูลดังกล่าวสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาจึงมีความเห็นว่าคุณภาพของโรงเรียนมีความเหลื่อมล้ำกันตามสังกัดและพื้นที่ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 14)

ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 10 กล่าวถึงสิทธิทางการศึกษาของบุคคลว่า บุคคลมีสิทธิและโอกาสเสมอกันในการรับการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่าสิบสองปีที่รัฐต้องจัดให้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพโดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย และในมาตรา 22 เกี่ยวกับการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ดังนั้นไม่ว่านักเรียนจะเรียนในโรงเรียนสังกัดใดควรได้รับการพัฒนาตามศักยภาพอย่างเท่าเทียมกัน แต่จากผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์แยกตามสังกัดชี้ให้เห็นว่า โรงเรียนในสังกัดองค์กร

ปกครองส่วนท้องถิ่นมีคะแนนต่ำกว่าโรงเรียนในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงมีความจำเป็นต้องเร่งพัฒนาเยาวชนกลุ่มนี้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเยาวชนที่จะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 – 2559) ระบุว่าเด็กวัยเรียนของไทยในปัจจุบันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 และต่ำกว่ามาตรฐาน (สำนักนายกรัฐมนตรี. 2555: 39) แสดงให้เห็นว่าเด็กไทยยังมีทักษะทางปัญญาด้านไม่เพียงพอสำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (สรวงมณต์ สิทธิสมาน. 2555: ออนไลน์) ซึ่งสอดคล้องกับผลการจัดการประชุมเรื่องการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552 – 2561) ใน 4 ภูมิภาคเพื่อให้ทราบปัญหาการศึกษาในประเทศไทยของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาไทยตามมติคณะรัฐมนตรีที่มีมติเห็นชอบต่อข้อเสนอของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่าประเทศไทยต้องเร่งแก้ไขปัญหาการศึกษาหลายด้าน โดยเฉพาะการขาดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน และการไม่ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนของผู้สอน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 6)

การเรียนการสอนปัจจุบันมุ่งเน้นให้นักเรียนผ่านการสอบไปที่ละขั้นเพื่อบรรลุเป้าหมายสูงสุดคือสอบเข้ามหาวิทยาลัย (ไทยโพสต์. 2556: ออนไลน์) นักเรียนจึงไม่สนใจปัญหาหรือสิ่งอื่นใดนอกจากคะแนนสอบเท่านั้น เป็นเหตุให้นักเรียนขาดทักษะในการวางแผนการทำงาน คิดไม่เป็น และไม่พยายามคิด (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2543: 55; สมบัติ การจนรักพงศ์. 2545: 2) นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนในห้องเรียนไปสู่การแก้ไขปัญหาหรือการแก้ไขสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้เนื่องจากลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับมุ่งเน้นให้นักเรียนจำมากกว่าเข้าใจและขาดการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนจึงไม่ทราบว่าปัญหาคืออะไรและจะดำเนินการแก้ไขปัญหายังไง (Halliburton Associates. 2013: Online) เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ ได้ตั้งข้อสังเกตว่าเด็กไทยสามารถฟังบรรยายได้ตลอดภาคเรียนโดยไม่มีคำถามแม้แต่ข้อเดียวซึ่งแตกต่างจากเด็กต่างชาติที่มักใช้เหตุผลมาอภิปรายประเด็นต่าง ๆ กับผู้สอน สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าคนไทยยังขาดทักษะการคิด (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2543: 54-55) ซึ่งส่งผลให้เกิดการแก้ปัญหาผิดวิธี เช่น กรณีอุทกภัยครั้งใหญ่ในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ออกมาเตือนว่าเป็นปีที่มีปรากฏการณ์ลานินญา (La Nina) ต้องเร่งลดระดับน้ำในเขื่อน เพื่อรื้อรับมรสุม ซึ่งหากผู้เกี่ยวข้องได้คิดแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลตามสภาพความจริงและความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้วนั้นอาจช่วยให้ปัญหาทุเลาเบาบางลงได้ (เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2556: 15) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียน “คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” (สุนีย์ คล้ายนิล. 2555: 8)

ซึ่งการพัฒนาความสามารถในด้านใด ๆ ก็ตามให้แก่แก่นักเรียนนั้น ต้องคำนึงถึงพัฒนาการของตามช่วงวัยของนักเรียนเป็นสำคัญ เพียเจต์ (Piaget) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านการคิดของเด็ก ซึ่งมีพัฒนาการตามช่วงวัยเป็นลำดับขั้น โดยเด็กในวัย 11-15 ปี (Klausmeier; & Goodwin. 1975: 138) เป็นวัยที่สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างดี สอดคล้องกับแฮนนาฟอร์ด (Hannaford. 1995) ที่พบว่าสมองสามารถแก้ปัญหาง่าย ๆ และเป็นรูปธรรมได้ตั้งแต่อายุ 1-2 ปี และสมองทั้งสองซีกจะเจริญเต็มที่เมื่ออายุ 11-13 ปี ในด้านการทำงานของสมอง ฮิกคิน (Hickin. 2008: 23-24) ได้กล่าวถึงการค้นพบของ โรเจอร์ สปอร์รี่ และ โรเบิร์ต ออร์สไตส์ จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียว่า สมองของมนุษย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ สมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา ซึ่งสมองแต่ละซีกมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกายที่แตกต่างกัน โดยสมองซีกซ้าย (Left Hemisphere) ควบคุมการทำงานเกี่ยวกับภาษา อักษร การพูด การวิเคราะห์ การแยกแยะ การลำดับเหตุการณ์ และความคิดเชิงตรรกะ ส่วนสมองซีกขวา (Right Hemisphere) ควบคุมการทำงานเกี่ยวกับการสังเคราะห์ การสร้างสรรค์ จินตนาการ และอารมณ์ ความรู้สึก (Polhemus; Danchak; & Swan. 2004. Online; การเรียนรู้แบบ 4MAT. 2553: ออนไลน์; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2546: 11; กิตติชัย สุทธิโนบล. 2546: 2) สมองทั้งสองซีกควรทำงานไปพร้อม ๆ กันอย่างมีความสมดุล เนื่องจากจะส่งผลให้เจ้าของสมองมีความเฉลียวฉลาดและสามารถเป็นยอดอัจฉริยะได้ (มานพ ถนอมศรี. 2549: 9) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ จึงควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกต การคิด และลงมือปฏิบัติ ได้ใช้สมองทั้งสองด้านอย่างสมดุล ในลักษณะของการนำหลักการทฤษฎี รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยควรเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนทราบว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวและไม่เกิดความเบื่อหน่าย เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน ได้ลงมือคิด ปฏิบัติและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จอห์น แบเรลล์ (John Barell) ได้พัฒนาแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ สำหรับช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเมื่อนำไปใช้ร่วมกับสถานการณ์จำลองปัญหา (The Problem Scenario) ปรากฏว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ค้นคว้า เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติและทำงานร่วมกัน (Barell. 2011: 183) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งได้นำศิลปะและวิธีการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนวิทยาศาสตร์เป็นไปด้วยความสนุกสนาน ทำให้นักเรียนมีความสุขและเกิดแรงเสริมในการศึกษาค้นคว้า รวมทั้งช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาไปทั้งสองด้านพร้อม ๆ กัน เช่น การใช้เรื่องเล่า (Narrative) ใช้การ์ตูนวิทยาศาสตร์ (Science Comics) และการเชื่อมโยงเนื้อหาชีวิตประจำวัน (Correlate with Everyday Life) ซึ่งผลวิจัยปรากฏว่านักเรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Wu; & Foos. 2010: 3-7; Tatalovic. 2009: 1; Kallir; &

Kallir-Meyrav. 2011: Online; Sahin; & Cepni. 2011. 25) ทั้งนี้สอดคล้องกับธรรมชาติของเด็กที่ชอบเล่นไม่ว่าจะเป็นประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษาก็ตาม (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2529: 18) และสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ที่ว่าสมองจะสามารถจดจำเหตุการณ์ที่ประทับใจหรือมีความสุขได้มากกว่าสถานการณ์ที่ถูกบังคับให้ทำ (รวีช ตาแก้ว. 2553: 8; มานพ ธนอมศรี. 2549: 98; สันติพงษ์ ปิตุภักดี. 2554: 48; สิริอร วิชชาวุธ. 2554: 261) ซึ่งจะส่งผลให้เด็กเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อีกด้วย โดยบุคคลจะมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้นั้นย่อมเกิดจากการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์หรือรับรู้สิ่งต่าง ๆ แล้วเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ซึ่งในด้านการจัดการเรียนรู้ถือว่าครูมีอิทธิพลอย่างยิ่งที่จะทำให้นักเรียนชอบหรือไม่ชอบวิชานั้น ๆ (บัญชา ธนบุญสมบัติ. 2548: 9) ถ้าผู้สอนมีวิธีการสอนที่สนุกน่าติดตาม มีวิธีการอธิบายให้ถึงแก่น มีกิจกรรมเสริมที่ให้นักเรียนประทับใจ นักเรียนก็จะเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น

หลักสูตรการศึกษาทั้งในประเทศไทยและในอีกหลายประเทศทั่วโลกจัดให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับโลกและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ เพื่อให้ประชากรของประเทศมีความรู้ความเข้าใจและสามารถดำรงชีวิตในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติได้ เนื่องจากสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดวิถีชีวิตของมนุษย์รวมถึงวัฒนธรรมและอารยธรรมต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มมีมนุษย์ถือกำเนิดขึ้นมาบนโลกนี้ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศยังมีความสัมพันธ์ที่ลึกซึ้งต่อทุกชีวิตบนโลก ปัจจุบันทั่วโลกหันมาให้ความสนใจกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากจนกลายเป็นค่านิยมสากลในยุคโลกาภิวัตน์ (วิจิตร ศรีสอาน. 2539: 128) โดยลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศถือเป็นหัวข้อสำคัญของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช. 2555: 16) ทำให้เราเข้าใจสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคือวิทยาศาสตร์ เอิร์น มาช นักฟิสิกส์และนักปรัชญาชาวอเมริกัน ได้กล่าวไว้ว่า “หากมนุษย์ปราศจากความรู้และความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เราก็คงกลายเป็นคนแปลกหน้าและสิ่งแปลกปลอมของโลกที่แวดล้อมเราอยู่ไม่ว่าจะอยู่ในยุคอุตสาหกรรมหรืออยู่ท่ามกลางธรรมชาติก็ตาม” (สุทธิดา จำรัส. 2555: ออนไลน์) แต่ปัจจุบันพบว่ายังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องของลมฟ้าอากาศในหลายประเด็น เช่น ไอน้ำจะถูกเก็บโดยอากาศ อากาศชั้นหนักรกว่าอากาศแห้ง ความเร็วลมสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศโดยความเร็วลมสูงหมายถึงอากาศเย็นและความเร็วลมต่ำหมายถึงอากาศอุ่น โอโซนเป็นสิ่งที่ไม่ดี ฟ้าจะไม่ผ่าซ้ำที่เดิมสองครั้ง เป็นต้น (Donaher. 2007: Online; Wetze. 2008: Online; Fries-Gaither. 2011: Online;บัญชา ธนบุญสมบัติ. 2553: 121) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้นักเรียนในโรงเรียนขยายโอกาสสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาทมากกว่า 9 ปี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ และมีปัญหาด้านการตั้งสมมติฐาน รวมทั้งการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ ทั้งที่นักเรียน

สามารถทำคะแนน ONET (Ordinary National Education Test) ได้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับโรงเรียนในสังกัดกรมการปกครองส่วนท้องถิ่นของจังหวัดชัยนาท และมีคะแนนค่อนข้างดีเมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรียนมัธยมในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานศึกษาธิการภาค 2, 2552) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ เช่น เมฆมีสถานะเป็นไอ อากาศเย็นหนักกว่าอากาศแห้ง ฟ้าจะไม่ผ่าซ้ำที่เดิมสองครั้ง เป็นต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขยายโอกาสสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท จ.ชัยนาท โดยนำแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ การ์ตูนวิทยาศาสตร์เรื่องเล่า และกิจกรรมการทดลองมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ รวมทั้งให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในห้องเรียนไปสู่ชีวิตประจำวันด้วยการแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐานจากสถานการณ์ที่กำหนด

คำถามของการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีรูปแบบเป็นอย่างไร
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะมีประสิทธิผลในด้านการจัดการเรียนรู้มากหรือน้อยเพียงใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในด้าน

2.1 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts)

2.2ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Problem - Solving Abilities)

2.3ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิชาวิทยาศาสตร์

2.4เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัยและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตสึนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง
2. ส่งเสริมโน้ตสึนทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1ให้สูงขึ้น
3. ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภาคกลาง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง สังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตสึนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ในด้าน

- 2.1 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

1. บรรยากาศ (12 ชั่วโมง)
 - 1.1 ชั้นบรรยากาศ
 - 1.2 ผลของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อบรรยากาศ
 - 1.3 องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ
 - 1.3.1 อุณหภูมิอากาศ
 - 1.3.2 ความดันอากาศ
 - 1.3.3 ลม
 - 1.3.4 ความชื้นอากาศ
 - 1.3.5 เมฆและฝน
2. ลมฟ้าอากาศ (8 ชั่วโมง)
 - 2.1 พายุฟ้าคะนอง
 - 2.2 พายุหมุนเขตร้อน
 - 2.3 มรสุม
 - 2.4 การพยากรณ์อากาศ
 - 2.5 เอลนีโญ-ลานีญา
 - 2.6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศของโลก
 - 2.7 มลพิษทางอากาศ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอมนทัศน์ (engagement and concept presentation) 2) ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมนทัศน์ (explanation and concept checking) 3) ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ (knowledge organization and elaboration) 4) ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (problem awareness and writing hypothesis) 5) ขั้น

สืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (investigating and analyzing data) 6) ขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า (making conclusive presentations and evaluations)

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่เกิดจากการจัดระบบความคิด เมื่อได้รับสิ่งเร้าซึ่งอาจเป็นได้ทั้ง ข้อมูล วัตถุ และเหตุการณ์ โดยการจัดกลุ่มตามคุณสมบัติหรือ ลักษณะร่วมบางอย่างจากพื้นฐานการรับรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งนั้น วัดได้จากการ เขียนแผนผังมโนทัศน์ การตีความโนทัศน์ และการทำนายผลของเหตุการณ์ที่กำหนด โดยวัดจาก แบบฝึกหัดซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบบฝึกหัดทั้งหมดเป็น แบบอัตนัย คะแนนเต็มแต่ละแบบฝึกหัด 10 คะแนน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา โดยวัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยในแบบวัดแต่ละฉบับประกอบด้วย

3.1 ข้อคำถามปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนจำนวน 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ รวมคำถามย่อยทั้งหมด 20 ข้อ

3.2 ข้อคำถามอัตนัย ซึ่งกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนจำนวน 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ รวมคำถามย่อยทั้งหมด 10 ข้อ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้สาระวิชา วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ของนักเรียน วัดได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบวัดทางการศึกษาแห่งชาติขั้น พื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O - NET) โดยแบบวัดเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน คลอบคลุมเนื้อหาเรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ประกอบด้วย 4 ด้าน

4.1 ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้วทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวคิด กฎและ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก การ ขยายความและการแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์

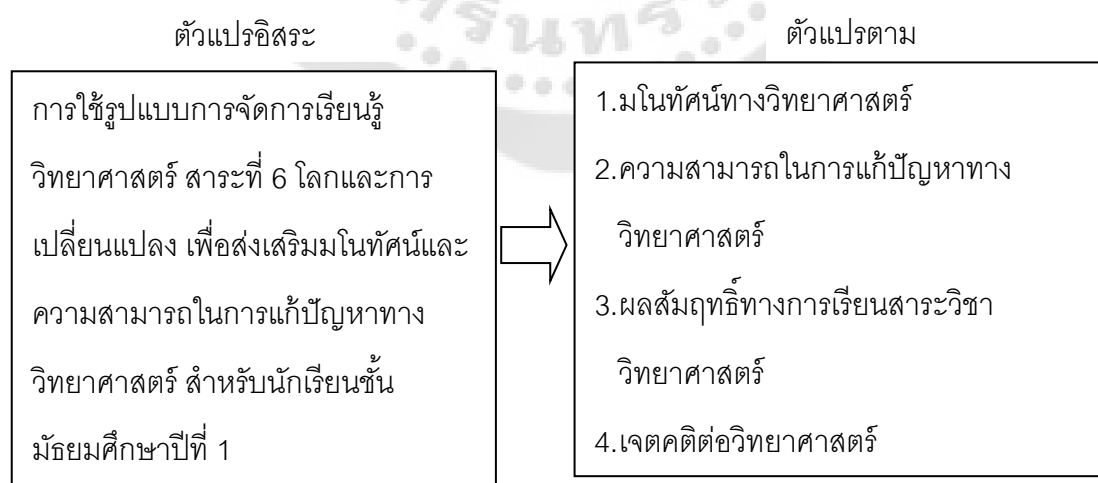
4.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการ ค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมาแล้ว

4.4 ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ออกเป็นส่วนประกอบย่อย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยนั้นได้

5. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes towards Science) หมายถึง ความรู้สึก ความเชื่อ ค่านิยม ของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมของนักเรียน ทั้งก่อนและหลังจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น วัดจากองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านกิจกรรม และ 3) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้ เกิดจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงทฤษฎีการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่าการที่นักเรียนจะเป็นผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ได้นั้นนักเรียนต้องมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องก่อน จึงจะสามารถนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นหลักการสำหรับการใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐานได้ ซึ่งแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทั้งส่วนที่เป็นความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิผลโดยพิจารณาจาก

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีมีโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด
 2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด
 3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด
- เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และอยู่ในระดับมาก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย โดยนำเสนอหัวข้อตามลำดับต่อไปนี้

1. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้
 - 1.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 1.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 1.3 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์
 - 2.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
3. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 แนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ
 - 3.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.5 การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.6 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 4.2 การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
5. คะแนนจุดตัด
 - 5.1 ความหมายและแนวคิดของคะแนนจุดตัด

5.2 วิธีกำหนดคะแนนจุดตัด

1. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้

1.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้หลายความหมาย โดยเมื่อพิจารณาในรายละเอียดของความหมาย พบว่ามีทั้งส่วนที่สอดคล้องกัน และแตกต่างกันในรายละเอียดบางจุด ดังนี้ จอยส์ และ วิล (Joyce; & Weil. 1972: 3) ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่า หมายถึงรูปแบบหรือแผนการสอนที่สามารถนำไปใช้ในการสอนเพื่อปรับปรุงหลักสูตรหรือรายวิชาที่สอน และนำไปใช้เพื่อคัดเลือกเนื้อหาที่จะนำมาสอน ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติการสอนของครู สอดคล้องกับ เมคเกอร์ (Maker. 1982: 1) ที่ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่า เป็นกรอบแนวคิดทางโครงสร้างที่ช่วยชี้แนะแนวทางในการพัฒนากิจกรรมและการจัดการสภาพแวดล้อมทางการศึกษา และความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของทิสนา แชมมณี (ทิสนา แชมมณี. 2554: 222-223) ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ ทั้งนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องเป็นไปตามหลักปรัชญาหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ (ทิสนา แชมมณี. 2554: 222-223) หรือมาจากการสังเกตธรรมชาติของนักเรียน เช่น การเรียนรู้ แรงจูงใจ และสติปัญญา ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก และจากธรรมชาติหรือผลของการใช้วิธีการสอนนั้น ๆ (Maker. 1982: 1) และอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้าไปช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ หรือมาตรฐานที่ได้รับการตัดสินใจว่ามีความเหมาะสม กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนหรือกรอบแนวคิดที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี แนวคิด ความเชื่อ หรือการสังเกตธรรมชาติของนักเรียน (Maker. 1982: 1; ทิสนา แชมมณี. 2554: 222-223) โดยในลำดับขั้นตอนหรือในกระบวนการนั้นจะใช้วิธีการหรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ เพื่อช่วยในการพัฒนาจัดการเรียนการสอน (Joyce; & Weil. 1972: 3) ให้เป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ

1.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

จอยส์ วิล และ คลูวิน (Weil; Joyce; & Kluwin. 1978: 2) กล่าวว่าหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คือการกล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎี ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

- 1) จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หรือความคาดหวังที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2) เนื้อหา และกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้

3) กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ เป็นขั้นตอนในการปฏิบัติเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้

4) การวัดและการประเมิน เพื่อดูประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้

เอเรนดส์ (Arends. 1997: 7) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

- 1) หลักการของทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 3) วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 4) สิ่งแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ

ทิสนา เขมมณี (ทิสนา เขมมณี. 2554: 221-222) กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1) มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการสอนนั้น ๆ

2) มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3) มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

4) มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ทั้งนี้รูปแบบการเรียนรู้ต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ สามารถทำนายผลได้และมีศักยภาพในการสร้างความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ได้

จากแนวทางที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ไว้ สามารถนำมาพิจารณาหาองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 สรุปองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษา	องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้					
	จุดประสงค์/ ผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง	ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิด/ สมมติฐาน	เนื้อหา/ กิจกรรม	ขั้นตอน/ กระบวนการ	การวัด/การ ประเมินผล	สิ่งแวดล้อม ในการ จัดการเรียนรู้
จอยส์ วิล และ คลูวิน (Joyce; Weil; & Kluwin:1978)	✓		✓	✓	✓	
เอเรนดส์ (Arends: 1997)	✓	✓		✓		✓
ทิสนา แชมมณี (2554)	✓	✓		✓	✓	
สรุป องค์ประกอบ ของรูปแบบการ จัดการเรียนรู้	✓	✓		✓	✓	

จากตาราง 1 พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน มีองค์ประกอบที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกันมากที่สุด 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดประสงค์/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2) ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิด/ สมมติฐาน 3) ขั้นตอน/กระบวนการ และ 4) การวัด/การประเมินผล ซึ่งแจกแจงรายละเอียดได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกันของนักการศึกษา

นักการศึกษา	องค์ประกอบ	องค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน
วีล และ คลูวิน (Weil; Joyce; & Kluwin. 1978)	จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หรือความคาดหวังที่ต้องการจะเกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
เอเรนดส์ (Arends. 1997)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	
ทิสนา แชมมณี (ทิสนา แชมมณี. 2554)	มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ	
เอเรนดส์ (Arends. 1997)	หลักการของทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้	
ทิสนา แชมมณี (ทิสนา แชมมณี. 2554)	มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ	
วีล และ คลูวิน (Weil; Joyce; & Kluwin. 1978)	กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการเป็นขั้นตอนในการปฏิบัติเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้	ขั้นตอน/ กระบวนการ
เอเรนดส์ (Arends. 1997)	วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	

ตาราง 2 (ต่อ)

นักการศึกษา	องค์ประกอบ	องค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน
ทิสนา แชมมณี (ทิสนา แชมมณี. 2554)	มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด	ขั้นตอน/ กระบวนการ
วีล และ คลูวิน (Weil; Joyce; & Kluwin. 1978)	การวัดและการประเมิน เพื่อดูประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้	การวัด/ การประเมินผล
ทิสนา แชมมณี (ทิสนา แชมมณี. 2554)	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ สามารถทำนายผลได้ และมีศักยภาพในการสร้างความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ได้	

จากตาราง 2 เมื่อวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกันของนักการศึกษาทั้ง 4 ท่านแล้ว สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- 1) จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2) ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 3) ขั้นตอนหรือกระบวนการในการจัดการเรียนรู้
- 4) การวัดและการประเมินผล

1.3 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

คำว่า “พัฒนา” หมายถึง การสร้างหรือการจัดทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมาใหม่ หรือการปรับปรุงแก้ไขสิ่งเก่า ๆ หรือสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้นจนเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้น การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

จึงหมายถึง การสร้าง การจัดทำ หรือการปรับปรุง แก้ไข ระบบการเรียนการสอนที่ได้ออกแบบไว้ให้ดีขึ้น (สุคนธ์ ภูริเวทย์. 2546: 152)

กาเย่ และ บริกส์ (Gagné; & Briggs. 1974: 212-228) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ 12 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นวิเคราะห์และแยกแยะความจำเป็น ทั้งในส่วนของหลักสูตร จุดมุ่งหมาย ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ ความเปลี่ยนแปลงของสังคม
- 2) การกำหนดจุดมุ่งหมายและจุดประสงค์ เริ่มตั้งแต่เหตุผลที่ทำการวิเคราะห์ ขั้นต่อมาคือการบรรยายจุดมุ่งหมายและจุดประสงค์ของระบบการจัดการเรียนรู้ว่ามีสิ่งใดที่ต้องดำเนินการเป็นกรณีเฉพาะ และระดับของจุดมุ่งหมายและจุดประสงค์ที่ต้องการกำหนด
- 3) การระบุทางเลือก โดยนำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยแก้ปัญหา หรือนำเสนอทางเลือกใหม่ของสิ่งแวดล้อมในการเรียน เช่น การเรียนแบบกลุ่มเล็กกับกลุ่มใหญ่ การเรียนแบบบรรยายกับการเรียนเฉพาะบุคคล การเรียนแบบยึดปัญหาเป็นศูนย์กลางกับการเรียนแบบยึดเนื้อหาเป็นศูนย์กลาง เป็นต้น
- 4) การออกแบบส่วนประกอบในระบบ เป็นการลงความเห็นจากสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ การตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะจำเป็นในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น วิธีการในการเรียนรู้ ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ การเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือเรียนรู้แบบกลุ่ม ลักษณะของกิจกรรมในการนำเข้าสู่บทเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ เป็นต้น
- 5) การวิเคราะห์ เกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องการ ข้อมูลที่มีอยู่ และข้อจำกัด ในขั้นตอนนี้เราทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดและควรไปในทิศทางใด
- 6) การกำจัดหรือปรับปรุงข้อจำกัด ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อาจมีข้อจำกัดหลายด้าน เช่น ข้อจำกัดของทรัพยากร ความล่าช้าที่จะทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในการเรียนรู้ ผู้ออกแบบจึงควรมีวิธีการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของตนเองให้สามารถหลุดพ้นจากข้อจำกัดเหล่านั้นให้ได้มากที่สุด
- 7) การเลือกหรือการพัฒนาเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผู้ออกแบบควรเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้โดยอาศัยข้อจำกัดต่าง ๆ มาช่วยในการตัดสินใจเลือก
- 8) ออกแบบขั้นตอนการประเมินนักเรียน การออกแบบการประเมินสมรรถนะของนักเรียนนั้นมีหลายแบบ ทั้งนี้ก็เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์และมีความสามารถเพียงพอที่จะเรียนรู้ในหัวข้อต่อไป เพื่อให้ทราบจุดบกพร่องของวิธีการสอนที่ใช้ เพื่อให้

ทราบว่าควรจะปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไร และทำที่สุดเพื่อประเมินระบบการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้น

9) การทดลองภาคสนาม เป็นการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย เพื่อสังเกตและเก็บข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการประเมินค่าระบบการจัดการเรียนรู้เมื่อนำมาใช้ในสถานการณ์จริง เพื่อนำไปพัฒนาให้ดีขึ้น

10) การแก้ไข การปรับปรุงใหม่ และการประเมินค่า ผู้ออกแบบจะทราบว่าต้องปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากข้อมูลย้อนกลับ และข้อเสนอแนะจากผู้สอน จำนวนนักเรียนที่ผ่านจุดประสงค์ ซึ่งโดยมาตรฐานต้องผ่านร้อยละ 90 เมื่อสอนด้วยผู้สอนที่สอนอยู่ตามปกติ

11) การประเมินเพื่อตัดสินผล เป็นการประเมินระบบการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดหลังจากที่นักเรียนได้เรียนแล้ว

12) การติดตั้งในระบบ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากผ่านการประเมินเรียบร้อยแล้ว ระบบการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบจะถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอนโดยทั่วไป

จอห์นสัน และ โฟ (Johnson; & Foa. 1989. 21-26) กล่าวว่าในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นจะตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐาน 4 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์ความต้องการ 2) ออกแบบวิธีการ 3) การลงมือทำเพื่อให้เป็นผลสำเร็จ 4) ประเมินวิธีการนั้น โดยความแตกต่างของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะอยู่ที่ลักษณะของรูปแบบในขั้นตอนสุดท้าย และการจะได้มาซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการนิยามปัญหาต่าง ๆ อย่างละเอียดเท่าที่จะทำได้ เพื่อช่วยให้บุคคลอื่นเข้าใจ ใช้แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ และสิ่งอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2) การออกแบบ (Design) เป็นการสร้างรูปแบบให้เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ จากจุดประสงค์ เนื้อหา คำอธิบายรายวิชา ออกแบบขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้พร้อมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำกิจกรรม

3) การพัฒนา (Development) ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต้องพัฒนาอย่างน้อย 4 อย่าง ได้แก่ 1) นิยามของแต่ละหัวข้อซึ่งรวมถึงการนิยามมโนทัศน์ ข้อเท็จจริง หลักการและระบุคำศัพท์ย่อยที่ต้องใช้ 2) ตัวอย่างประกอบของแต่ละนิยาม 3) วิธีการปฏิบัติในแต่ละหัวข้อ และ 4) พัฒนาสิ่งอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น ใจความสรุป การส่งผ่าน หลักหรือเทคนิคช่วยจำ

4) การทดลองใช้ (Pilot Test) รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มนักเรียนกลุ่มย่อย

5) การปรับปรุงแก้ไข (Revision) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6) การผลิต (Production) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

- 7) การทำซ้ำ (Duplication) สำหรับการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย
 - 8) การทำให้เกิดผลสำเร็จ (Implementation) โดยผู้ที่นำไปใช้รายอื่น ๆ ซึ่งต้องศึกษาหลักการและวิธีการให้เข้าใจเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
 - 9) การดูแลรักษา (Maintenance) เพื่อให้สามารถใช้ได้เมื่อมีความต้องการ
- ทิสนา แชมมณี (ทิสนา แชมมณี. 2545: 44) ได้เสนอแนวคิดของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังนี้
- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน
 - 2) ศึกษาหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ และเพื่อให้เห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ
 - 3) ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยในการหาองค์ประกอบที่สำคัญ และช่วยให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง
 - 4) กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่จะช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ และความละเอียดรอบคอบ
 - 5) นำองค์ประกอบต่าง ๆ มาจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและการดำเนินการในขั้นต่อไป โดยทุกกระบวนการจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
 - 6) จัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ โดยพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุ องค์ประกอบใดเป็นผล และเกี่ยวข้องต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อน สิ่งใดควรมาทีหลัง หรือสิ่งใดควรจะดำเนินการแบบคู่ขนาน ซึ่งต้องใช้เวลามากในขั้นตอนนี้
 - 7) สร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโดยใช้แผนผัง
 - 8) ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น
 - 9) ประเมินผลว่าได้ผลใกล้เคียงกับจุดมุ่งหมายมากน้อยเพียงใด
 - 10) ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยนำผลการทดลองใช้มาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น
- จะเห็นได้ว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน มีหลักการหรือทฤษฎีรองรับ และอาศัยประสบการณ์ ความรอบคอบ และความคิดสร้างสรรค์ในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ รวมถึงก่อนนำไปใช้จริงต้องมีการทดสอบคุณภาพและปรับปรุงเพื่อให้มั่นใจว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากที่สุด

2. แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์

2.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์ ตรงกับคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า Conceptus หรือ Concipere (Conceive) หมายถึงการคิดถึง หรือจินตนาการถึงบางสิ่ง เมื่อนำมาใช้ในภาษาไทย อาจใช้คำว่า สังกัป หรือความคิดรวบยอด (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2549: 3) นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ (Concept) ไม่แตกต่างกันมากนักโดย แอทกินสัน (Atkinson. 1983: 258) กล่าวว่าเป็นการสร้างกรอบของความคิด ในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ด้วยกฎเกณฑ์บางอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของมโนทัศน์ตามแนวคิดของกาเย่และฮัลส์ (Gagné. 1985: 113; Hulse; Egeth; & Deese. 1987: 214) โดยมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความเข้าใจ และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา (Klausmeier; & Ripple. 1971: 430; Klausmeier; & Goodwin. 1975: 269) นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเปรียบเสมือนเครื่องมือทางสมองที่ทำให้เข้าใจลักษณะของโลกและสังคม ทำให้สามารถสื่อสารกันได้ง่ายและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ (De cecco; & Crawford. 1968: 288; Klausmier. 1985: 275) สเติร์น (Stern. 1985: 233) ยังอธิบายว่ามโนทัศน์เป็นลักษณะที่เป็นตัวแทนของการย่อทางสมองจากการสะสมสิ่งเร้าที่มีลักษณะและคุณสมบัติร่วมกัน โดยสิ่งเร้านั้นอาจเป็นได้ทั้งวัตถุ ข้อมูล หรือเหตุการณ์ (De cecco; & Crawford. 1968: 288; Gagné. 1985: 113) ทั้งนี้มโนทัศน์เป็นการจัดระบบประสบการณ์และความรู้เพื่อลดความซับซ้อนในการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ของมนุษย์ (สุมาลี จันทรชลอ. 2553: 32; อ้างอิงจาก Hudgins. 1977. The Learning and Thinking: A Primer for Teachers. pp. 109) เมื่อพิจารณาในแง่ของวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concepts) หมายถึง การจัดระบบของความคิดเพื่อจัดประเภท หรือจำแนก สิ่งเร้าซึ่งอาจเป็นวัตถุ ข้อมูล หรือเหตุการณ์ โดยอาศัยกฎเกณฑ์บางอย่าง (Baine. 1982: 246; Layng. 2013: Online; Watt; & Van Den Berg. 1995: 12) เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถใช้แก้ปัญหาได้ (Klausmeier; & Goodwin. 1975: 269) เช่น เมื่อกล่าวถึงสถานะของสารทั้ง 3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ผู้ที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสถานะของสาร ต้องสามารถอธิบายได้ว่า แต่ละสถานะมีคุณลักษณะเด่นอย่างไร และแตกต่างจากสถานะอื่นอย่างไร พร้อมทั้งสามารถยกตัวอย่างได้ (Watt; & Van Den Berg. 1995: 12)

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ทฤษฎี ดังนี้

2.3.1 ทฤษฎีการสร้างมโนทัศน์จากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Associative theory) ทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนหลักการที่ว่าความซับซ้อนของสิ่งเร้าเกิดจากความเชื่อมโยงของวัตถุ เงื่อนไขของสิ่งเร้าที่ประกอบกันจะสัมพันธ์กับเงื่อนไขการตอบสนอง ดังนั้นความซับซ้อนจึงเป็นเพียงความแตกต่างในรายละเอียดเท่านั้น (Hulse; Egeth; & Deese. 1987: 227) ฮูล (Hull. 1920) ได้ทำการทดลองเสนอสิ่งเร้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกันกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน ผลการทดลองปรากฏว่าเกิดการเรียนรู้ที่ละเล็กละน้อยโดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าเก่าและสิ่งเร้าใหม่ ซึ่งคล้ายกับแนวคิดของสเติร์น (Stern. 1985: 236) ซึ่งอธิบายว่าความคล้ายคลึงที่ไปสัมพันธ์กันกับข้อมูลที่เก็บสะสมไว้ในความจำจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้เบื้องต้น

2.3.2 ทฤษฎีการสร้างมโนทัศน์จากการตรวจสอบสมมติฐาน (Hypothesis-testing theory) ทฤษฎีนี้มีแนวคิดพื้นฐานมาจากข้อตกลงที่ว่านักเรียนเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้และเป็นผู้กำหนดรูปแบบของสมมติฐานเพื่อทำการตรวจสอบและประเมิน โดยสมมติฐานที่กำหนดขึ้นนั้นจะเปลี่ยนไปจนกว่าจะมีการยอมรับเมื่อได้เกิดการแก้ปัญหาแล้ว (Hulse; Egeth; & Deese. 1987: 227) ซึ่งบรูเนอร์และคณะ (Bruner; Goodwin; & Austin. 1956) ได้ทดลองสร้างมโนทัศน์จากภาพวงกลมสี่เหลี่ยมและกากบาท ซึ่งมีจำนวนและสีต่าง ๆ กันในกรอบสี่เหลี่ยมและได้อธิบายวิธีการตรวจสอบ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ตรวจสอบโดยพิจารณาจากสมมติฐานที่เป็นไปได้ทั้งหมดและพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาเพื่อหาความสัมพันธ์ (Conservative focusing) และแบบที่ 2 การตรวจสอบสมมติฐานจากตัวอย่างในทางบวก โดยสนใจลักษณะต่าง ๆ ครั้งละ 2-3 ลักษณะ (Focus gambling) ผลปรากฏว่าแบบแรกนักเรียนได้รับข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างเป็นระบบแต่ความคิดเกิดได้ค่อนข้างช้าจึงเหมาะกับความคิดง่าย ๆ ที่มีความสัมพันธ์ลักษณะเดียว (Single attribute) ส่วนแบบที่สองนักเรียนใช้เวลาน้อยแต่อาจไม่แน่ใจว่าอะไรเป็นลักษณะของสาเหตุ เนื่องจากมีตัวแปรหลายชนิด

2.3.3 ทฤษฎีการกำหนดโครงสร้างมโนทัศน์จากการใช้ตัวอย่าง (Prototype theory) รอสช์ (Rosch; & Mervis. 1975) ได้เสนอแนวคิดที่ว่าทฤษฎีทั้งสอง คือ ทฤษฎีการสร้างมโนทัศน์จากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ และทฤษฎีการสร้างมโนทัศน์จากการตรวจสอบสมมติฐาน ไม่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์ การอธิบายโดยอาศัยความจำจะทำให้ความเข้าใจถูกจำกัดและเป็นความสัมพันธ์แบบง่าย ๆ ที่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน เช่น มโนทัศน์ที่ได้จากการทำการทดลองที่ให้ผลอย่างชัดเจนตามทฤษฎี แต่โดยธรรมชาติแล้วมโนทัศน์บางอย่างก็ไม่สามารถกำหนดให้เฉพาะเจาะจงได้โดยง่ายและอาจประกอบด้วยการเชื่อมโยงหลายมิติ ไม่เป็นอิสระต่อกัน จึงไม่อาจอธิบายได้ชัดเจน รอสช์ให้ความสำคัญกับ “รากฐานเดิม (Prototype)” (Rosch. 1973: 112) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญในการเรียนรู้ โดยรอสช์และมาร์วิส ได้ทำการศึกษาตัวอย่างของวัตถุจำนวน 20 ชิ้น จำนวน 6 ประเภทซึ่งมีความซับซ้อนต่าง ๆ กัน โดยให้นักเรียนประเมินค่าความมีรากฐานเดียวกันของวัตถุแต่ละชิ้น แล้วให้

จัดกลุ่ม เช่น กำหนดเก้าอี้บน มาให้นักเรียนศึกษา แล้วจัดประเภทว่า เก้าอี้บนควรจัดอยู่ในกลุ่มของเก้าอี้ หรือเตียงนอน โดยสิ่งแรกที่นักเรียนต้องพิจารณา คือ มโนทัศน์ของเก้าอี้ และ มโนทัศน์ของเตียงนอน จากนั้นจึงพิจารณาเก้าอี้บนว่ามีคุณลักษณะสอดคล้องกับเก้าอี้หรือเตียงนอนมากกว่า ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละคนมีการจัดกลุ่มแตกต่างกัน โดยนักเรียนบางคนจัดให้เก้าอี้บนอยู่ในกลุ่มเดียวกับเก้าอี้เนื่องจากลักษณะของเก้าอี้บนคล้ายกับเก้าอี้มากกว่าเตียงนอน นักเรียนบางคนจัดเก้าอี้บนไว้กับเตียงนอนเนื่องจากเมื่อปรับพนักเก้าอี้แล้วมีลักษณะคล้ายเตียงนอนมากกว่าเก้าอี้ และนักเรียนจำนวนน้อยมากที่แยกกลุ่มของเก้าอี้บนออกมาโดยไม่รวมกลุ่มกับเก้าอี้หรือเตียงนอน เนื่องจากมีลักษณะก้ำกึ่งไม่สามารถจัดรวมไว้กับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้ เป็นต้น จากการทดลองโดยใช้ตัวอย่างของวัตถุทั้ง 20 ชิ้น ผลการทดลองสรุปว่า คนจะสรุปลักษณะหรือแบ่งประเภทของสิ่งที่ได้พบตามรากฐานเดิมของตนเองแม้ว่าสิ่งที่ได้พบใหม่จะแตกต่างไปจากสิ่งที่เคยพบมาก่อนก็ตาม (Hulse; Egeth; & Deese. 1987: 236; Stern. 1985: 271)

2.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้มีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.4.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างมโนทัศน์ของบรูเนอร์ (Bruner's Concept Attainment Model)

บรูเนอร์ และคณะได้วิจัยกระบวนการคิดของมนุษย์และเชื่อว่า กระบวนการจัดประเภท (The process of categorizing) เป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยนักเรียนในการสร้างความเข้าใจและสร้างมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน โดยกระบวนการจัดประเภทจะใช้คุณลักษณะ (Attributes) เป็นเกณฑ์ในการจัดสิ่งเร้าออกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1.1 การก่อรูปมโนทัศน์ (The act of concept formation) คือ การค้นหาการแยกแยะและการจัดประเภท ซึ่งเป็นกิจกรรมแรกที้นำไปสู่การเรียนรู้มโนทัศน์

2.4.1.2 การรู้มโนทัศน์ (The act of concept attainment) เป็นกิจกรรมที่เกิดหลังจากได้สร้างมโนทัศน์แล้ว นั่นคือนักเรียนสามารถบอกได้ว่ามโนทัศน์ของสิ่งนั้นคืออะไร ยกตัวอย่างมโนทัศน์และบอกลักษณะพื้นฐานและคุณลักษณะของมโนทัศน์ได้

นอกจากนี้บรูเนอร์ยังเน้นยุทธวิธีการคิด (Thinking strategies) ซึ่งเป็นวิธีการที่จะทำให้รู้มโนทัศน์ ดังนี้

- ยุทธวิธีการคิดแบบเลือก (Selection thinking strategies) ผู้สอนจะไม่ระบุเงื่อนไขหรือแยกตัวอย่างมโนทัศน์ นักเรียนจะต้องจัดตัวอย่างของมโนทัศน์ด้วยตัวเองยุทธวิธีการคิด

แบบรับ (Reception thinking strategies) ผู้สอนจะระบุเงื่อนไข หรือแยกตัวอย่างไว้ให้ชัดเจนแล้ว นักเรียนเพียงตอบตามเงื่อนไขที่ผู้สอนระบุ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างมโนทัศน์ของ บรูเนอร์ ผู้วิจัยพบว่าในแต่ละขั้นตอนมีการเปิดกว้างให้สามารถกำหนดกิจกรรมได้ค่อนข้างเป็นอิสระ แต่ในกรณีที่ครูผู้สอนไม่เชี่ยวชาญจะทำให้กำหนดกิจกรรมได้ยาก นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ใน โรงเรียนส่วนใหญ่เป็นเงื่อนไขการเรียนรู้แบบรับ แต่สำหรับการดำรงชีวิตจริงนั้นจะเป็นเงื่อนไขการเรียนรู้ แบบเลือก จึงอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนทัศน์ได้เมื่อเผชิญสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างมโนทัศน์ของจอยส์และวีล (Concept Attainment Model)

จอยส์ และวีล (Joyce; & Weil. 1996: 173) ได้นำแนวความคิดการสร้างมโนทัศน์ของ บรูเนอร์และยุทธวิธีการคิดมาใช้สอนนักเรียน แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.2.1 ขั้นเสนอข้อมูลและระบุชื่อมโนทัศน์ ในขั้นนี้ผู้สอนจะเสนอตัวอย่าง มโนทัศน์ทั้งทางบวกและทางลบ (Positive instance and negative instance) แก่นักเรียนพร้อมทั้ง กำกับคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เอาไว้ด้วย เมื่อนักเรียนเห็นตัวอย่างทั้งสองประเภทแล้ว นักเรียนจะ เปรียบเทียบคุณลักษณะ (Attribute) แล้วกำหนดสมมติฐานในใจ พร้อมทั้งทดสอบสมมติฐาน เพื่อสรุป นิยามของมโนทัศน์จากคุณลักษณะของตัวอย่างที่ใช้

2.4.2.2 ขั้นทดสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ นักเรียนระบุตัวอย่างที่ผู้สอน เสนอเพิ่มเติมว่าตัวอย่างใดใช่ และตัวอย่างใดไม่ใช่ จากนั้นนักเรียนบอกสมมติฐานระบุชื่อมโนทัศน์ ทบทวนนิยามและคุณลักษณะของมโนทัศน์จากตัวอย่างอีกครั้ง แล้วยกตัวอย่างเพิ่มเติมทั้งทางบวก และทางลบ จากนั้นผู้สอนให้นักเรียนทบทวนหรือยืนยันสมมติฐาน ชื่อของมโนทัศน์และคำนิยาม มโนทัศน์ ตอนท้ายจึงให้นักเรียนนำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์

2.4.2.3 ขั้นอภิปรายวิธีการคิด นักเรียนบรรยายวิธีการคิดของตนเอง แล้ว ร่วมกันอภิปรายสมมติฐานและคุณลักษณะของมโนทัศน์ ชนิด และจำนวนสมมติฐานที่ใช้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างมโนทัศน์ของจอยส์ และวีล ผู้วิจัยพบว่า แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดค่อนข้างชัดเจน ครูผู้สอนสามารถกำหนดกิจกรรมใน การจัดการเรียนรู้ได้ง่ายแม้จะไม่เชี่ยวชาญนัก และสามารถทราบยุทธวิธีการคิดของนักเรียนจากการ ชักถามและการอภิปรายวิธีการคิด นอกจากนี้ในขั้นอภิปรายความคิดจะทำให้นักเรียนทราบแนวทาง ในการคิดที่หลากหลาย เกิดการเปรียบเทียบในแต่ละขั้นตอนและรู้จักเปลี่ยนแปลงวิธีคิดเมื่อคิดไม่ตรง กับสมมติฐาน แต่การจัดการเรียนรู้อย่างนี้ยังไม่มีเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ต่าง ๆ ใน ชีวิตประจำวัน นักเรียนจึงอาจไม่สามารถนำมโนทัศน์ไปใช้ได้เมื่อต้องเผชิญสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การนำเสนอโน้ตบุ๊กว่างล่วงหน้า (Advance Organizer)

การนำเสนอโน้ตบุ๊กว่างล่วงหน้า เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ อย่างมีความหมายโดยการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่จะได้เรียนรู้ใหม่ โดยจอยซ์ และวีลส์ (Joyce; & Weil. 1996: 66) ได้พัฒนารูปแบบตามแนวคิดของออสเบล (Ausubel) ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ จะมีความหมายเมื่อสิ่งที่เรียนรู้มีความเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน

แนวทางการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การจัดเตรียมมโนทัศน์กว้าง

มโนทัศน์กว้างที่จัดเตรียมนำเสนอ นั้นไม่ใช่มโนทัศน์ของเรื่องที่จะสอนแต่เป็นมโนทัศน์ที่สูงกว่าและมีลักษณะเป็นนามธรรมมากกว่าสิ่งที่จะสอน หรือกล่าวได้ว่าเป็นการให้นักเรียนดู ภาพรวมที่จะสอน ไม่ใช่การทบทวนความรู้เดิมหรือการซักถามประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ จะเรียน

ขั้นที่ 2 การนำเสนอโน้ตบุ๊กกว้าง

- ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- ผู้สอนนำเสนอโน้ตบุ๊กกว้าง ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การบรรยายสั้น ๆ การแสดงแผนผังมโนทัศน์ ยกตัวอย่าง หรือใช้การเปรียบเทียบ

ขั้นที่ 3 การนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน

ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาต่อให้นักเรียนด้วยวิธีต่าง ๆ ตามปกติ แต่ในการนำเสนอควร กล่าวเชื่อมโยงหรือกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่กำลังเรียนรู้กับมโนทัศน์ที่ให้ไว้ล่วงหน้าเป็นระยะ

ขั้นที่ 4 การจัดโครงสร้างความรู้

- ผู้สอนส่งเสริมกระบวนการจัดโครงสร้างความรู้ของนักเรียนด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น
- อธิบายภาพรวมของเรื่องที่เรียน
 - สรุปลักษณะสำคัญของเรื่อง
 - บอกหรือเขียนคำจำกัดความที่กะทัดรัด ชัดเจน
 - บอกความแตกต่างของสาระในแง่มุมต่าง ๆ
 - อธิบายว่าเนื้อหาที่เรียนสนับสนุนหรือส่งเสริมมโนทัศน์กว้างที่ให้ไว้ล่วงหน้าไปอย่างไร

- อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาใหม่กับมโนทัศน์กว้างที่ให้ไว้ล่วงหน้า
- ยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากสิ่งที่เรียน
- อธิบายแก่นสำคัญของสาระที่เรียนโดยใช้คำพูดของตนเอง

- วิเคราะห์สาระในแง่มุมต่าง ๆ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอโมทัศน์กว้างล่วงหน้า ผู้วิจัยพบว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการสร้างมโนทัศน์ทำให้นักเรียนเข้าใจดียิ่งขึ้น ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดเชื่อมโยง และมีความคงทนในการเรียนรู้ แต่ครูผู้สอนต้องมีความเข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งซึ่งจะทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีวิธีการที่หลากหลายในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์

2.4.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้ (Learning cycle method)

คาร์พลัส (Karplus. 1967) ได้นำวงจรการเรียนรู้มาพัฒนาเป็นวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อใช้สำหรับโปรแกรมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้ที่ใช้การสังเกตและประสบการณ์ของนักเรียนเป็นพื้นฐาน โดยดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของเพียเจต์ ซึ่งลอว์สัน (Lawson. 1995) ได้อธิบายลักษณะของวงจรการเรียนรู้ว่ามีลักษณะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของวงจรการสร้างความรู้นักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยการศึกษาสำรวจ (Exploration) ปรากฏการณ์ใหม่ ๆ การสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์ (Concept introduction) และการนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้ (Concept application) เพื่อตีความและศึกษาปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับประสบการณ์ที่กำลังศึกษา ดังนั้น มาร์ติน และคณะ (Martin; et al., 1994) จึงได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.4.4.1 ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) ในขั้นนี้จะเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนมีหน้าที่แนะนำ เตรียมกิจกรรมและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะการคิด รวมทั้งคอยดูแลให้ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปได้ด้วยดี ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง

2.4.4.2 ขบวนการอธิบาย (Explanation) นักเรียนปรับโครงสร้างทางความคิด โดยผู้สอนทำหน้าที่แนะแนวทางและจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เหมาะสม ผู้สอนอาจซักถามหรือแนะนำคำที่เรียกใช้มโนทัศน์นั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลได้

2.4.4.3 ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion) เป็นขั้นที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และส่งเสริมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ นักเรียนจัดและรวบรวมประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับแล้วเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเพื่อนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ ซึ่งผู้สอนอาจจะเสนอตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์เพิ่มเติมให้กับนักเรียน ขั้นตอนนี้สามารถเชื่อมโยงไปสู่ขั้นการศึกษาสำรวจในบทเรียนต่อไป

2.4.4.4 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้สามารถทำได้ทุกขั้นตอนของการเรียน ผู้สอนควรกำหนดสิ่งต่างๆ ได้แก่ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วิธีประเมินผลการปฏิบัติงาน และคำถามต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่า เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสนใจการเรียนมากขึ้น และได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและนักเรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้สามารถเรียนรู้ในทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย แต่ครูผู้สอนต้องเตรียมการทุกอย่างให้พร้อม เช่น สื่อ อุปกรณ์ คำถาม แบบประเมิน มิฉะนั้นจะทำให้การเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนี้ครูผู้สอนต้องมีความสามารถในการแนะนำคำที่ใช้ในการอธิบายในทัศน์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเลือกใช้คำถามที่เหมาะสมกับนักเรียน ในขณะที่นักเรียนต้องมีทักษะทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดจึงจะทำให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.5 วิธีสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle, 5Es)

นักศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียน มีขั้นตอนดังนี้

2.4.5.1 การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ มีจุดประสงค์เพื่อทำให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน โดยกิจกรรมนั้นควรเชื่อมโยงกับประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และเป็นกิจกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น จะทำให้นักเรียนสนใจที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม

2.4.5.2 การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะ โดยการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหา นักเรียนจะได้ฝึกการสังเกต จำแนกตัวแปร และตั้งคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้น

2.4.5.3 การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้อธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยกันสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่ได้โดยเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

2.4.5.4 การขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนยืนยันความเข้าใจหรือขยายความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยผู้สอนควรให้ประสบการณ์ใหม่แก่นักเรียนหรือชี้แนะให้นักเรียนนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4.5.5 การประเมิน (Evaluate) ขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความเข้าใจของตนเอง ทั้งจากการประเมินจากตัวนักเรียนเองและผู้สอน จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยพบว่า เป็นวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนานักเรียนให้ฝึกคิด ฝึกการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และฝึกเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ในทศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่ครูผู้สอนต้องมีความสามารถในการเลือกสถานการณ์และใช้คำถามที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และนักเรียนต้องมีทักษะการคิดและทักษะทางวิทยาศาสตร์จึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้

จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 รูปแบบ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาขั้นตอนที่มีความคล้ายคลึงกัน ก่อนทำการสังเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

2.5 การสังเคราะห์รูปแบบเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ ดัง

ตาราง 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ขั้นตอน						
	ขั้นจัดเตรียมมโนทัศน์	ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอ มโนทัศน์	ขั้นการนำเสนอเนื้อหา	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมโนทัศน์	ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้	ขั้นประเมินผล
Concept Attainment Model (Bruner. 1982)		✓				✓	
Concept Attainment Model (Weil; & Joyce. 1978)		✓			✓	✓	
Advance Organizer (Weil; & Joyce. 1978)	✓	✓	✓			✓	
Inquiry Cycle: 5Es (Bybee. 2006)		✓		✓	✓	✓	✓
Learning Cycle Method: LCM (Martin et.al. 1994)				✓	✓	✓	✓
ผู้วิจัย		✓			✓	✓	

จากตาราง 3 เมื่อวิเคราะห์รายละเอียดขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบพบว่า มี 3 ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันจากนักการศึกษาทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอ มโนทัศน์ ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ และ ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ มีรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบ	ขั้นตอนของรูปแบบฯ	ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน
The Process of Categorizing (Bruner. 1982)	การก่อรูปมโนทัศน์	ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอ มโนทัศน์
Concept Attainment Model (Weil; & Joyce. 1978)	ขั้นเสนอข้อมูลและระบุชื่อ มโนทัศน์	
Advance Organizer (Weil; & Joyce. 1978)	การนำเสนอ มโนทัศน์กว้าง	
Inquiry Cycle: 5Es (Bybee. 2006)	การสร้างความสนใจ	
Concept Attainment Model (Weil; & Joyce. 1978)	ขั้นทดสอบความถูกต้องของมโน มโนทัศน์	ขั้นอธิบายและทดสอบความ ถูกต้องของมโนทัศน์
Inquiry Cycle: 5Es (Bybee. 2006)	การอธิบาย	
Learning Cycle Method: LCM (Martin et.al. 1994)	ขั้นการอธิบาย	
The Process of Categorizing (Bruner. 1982)	การรู้มโนทัศน์	ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และ ขยายความรู้
Concept Attainment Model (Weil; & Joyce. 1978)	ขั้นอธิบายวิธีการคิด	
Advance Organizer (Weil; & Joyce. 1978)	การจัดโครงสร้างความรู้	

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบ	ขั้นตอนของรูปแบบฯ	ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน
Inquiry Cycle: 5Es (Bybee. 2006)	การขยายความรู้	ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และ ขยายความรู้
Learning Cycle Method: LCM (Martin et.al. 1994)	ขั้นขยายมโนทัศน์	

จากตาราง 4 จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณารายละเอียดของขั้นตอนที่มีร่วมกันของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอมนทัศน์ เป็นขั้นสร้างความสนใจให้กับนักเรียนโดยการนำเสนอมนทัศน์ที่มีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม หรือเป็นกิจกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต
- 2) ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องอธิบายคุณลักษณะ หรือนิยามของสิ่งนั้น รวมทั้งสามารถยกตัวอย่างมนทัศน์ได้
- 3) ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ เป็นขั้นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อนำมนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้

2.6 แนวทางการวัดมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มินท์ซีส แวนเดอร์ซี และ โนแวก (Mintzes, Joel J.; Wandersee, James H.; & Novak, Joseph D. 2000: 346) ได้เสนอวิธีการประเมินความเข้าใจในมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีแนวทางหลักอยู่ 3 วิธี ดังนี้

2.6.1 การประเมินโดยการแก้ปัญหา (Assessment as problem-solving) เป็นการประเมินความเข้าใจและทักษะของนักเรียน เนื่องจากต้องใช้ความคิดและองค์ความรู้ในการแก้ปัญหา

2.6.2 การประเมินโดยใช้แผนผังมนทัศน์ (Assessment as concept mapping) เป็นการประเมินความเข้าใจในทฤษฎีและพื้นฐานการวิจัย (Research base) โดยการอธิบายมนทัศน์ในรูปแบบของความสัมพันธ์กับมนทัศน์อื่น ๆ

2.6.3 การประเมินโดยการทำนาย (Assessment as rediction) เป็นการประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Misconceptions) หรือไม่ โดยการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น

นอกจากนี้ คีออกซ์ และ เนเลอร์ (Keogh; & Naylor. 2012: Online) ได้เสนอแนวคิดในการประเมินความเข้าใจคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้การ์ตูนมโนทัศน์ (Concept cartoons) ซึ่งเป็นภาพวาดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยตัวละครในภาพจะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นแล้วให้นักเรียนเลือกว่าเห็นด้วยกับแนวคิดของตัวละครใดในภาพ เพราะเหตุใด และหากไม่เห็นด้วยกับแนวคิดเหล่านั้นเลย นักเรียนก็สามารถระบุแนวคิดของตนเองพร้อมบอกเหตุผล ทำให้ผู้สอนทราบได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่ และคลาดเคลื่อนอย่างไร

อับราฮัม และคณะ (Akgun. 2009: 29; citing Abraham; Williamson; & Westbrook. 1994. *A Cross-age Study of the Understanding of Five Concepts*. pp. 147-165) แบ่งความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของคนทั่วไปออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

- มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Sound Understanding: SU) คำตอบทั้งหมดมีความถูกต้อง สมบูรณ์ สมเหตุสมผล
- มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) คำตอบอย่างน้อยหนึ่งส่วนมีความถูกต้องแต่ไม่ทั้งหมด
- มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะอย่าง (Specific Misconceptions: SM) คำตอบไม่สมเหตุสมผล หรือมีข้อมูลไม่ถูกต้อง
- มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง (No Understanding: NU) คำตอบไม่เกี่ยวข้อง ไม่ตรงประเด็น กำกวม ยากต่อการทำความเข้าใจ

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงประเมินความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม โดยวัดจากการเขียนแผนผังมโนทัศน์ การเลือกคำตอบจากการ์ตูนมโนทัศน์ และการทำนายผลของเหตุการณ์ที่กำหนด โดยในการสร้างการ์ตูนมโนทัศน์ จะใช้ตัวเลือกในการตอบคำถามเป็น 4 ตัวเลือก ตามจำนวนแบบของความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ มโนทัศน์คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยในประเทศ

แสงเดือน เจริญฉิม (2552) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การสำรวจความรู้เดิม 2) การสร้างความสนใจ 3) การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน 4) การตรวจสอบมโนทัศน์ 5) การนำมโนทัศน์ไปใช้ 6) การประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2552 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 80 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ .50 และมีประสิทธิภาพ 80.37/81.04 และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนฟิสิกส์มีความเห็นว่ามีเหมาะสมสามารถนำไปใช้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

กตัญญูดา ขอบชื่น (2555) ได้ศึกษาผลการใช้การสอนเพื่อพัฒนามโนคติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดสังเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน โดยใช้แนวคิดของออซูเบล และใช้รูปแบบการสอนแบบการนำเสนอในมโนทัศน์กว้างล่วงหน้าของจอยซ์และวีลส์ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนเพื่อพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความสามารถในการคิดสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธีรา วงศ์ขลิท (2557) ได้ศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น(5E) ร่วมกับกลวิธีการจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผังกราฟิก นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน 44 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของนักเรียนหลังเรียนมีความแตกต่างกับก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนร้อยละ 52.40 และมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

5 ชั้น (5E) ร่วมกับกลวิธีการจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผังกราฟิกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

ดาลาคอสตา และคณะ (Dalacosta; et al. 2009) ได้พัฒนาภาพยนตร์การ์ตูน (Animation cartoons) เพื่อสอนวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบกับการสอนโดยวิธีทั่วไปในชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นประถมศึกษา อายุ 10-11 ปี ในเมืองเอเธน ประเทศกรีซ จำนวน 179 คน โดยผู้วิจัยใช้ การ์ตูนมโนทัศน์ ทดสอบนักเรียนว่ามีมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องของ ขนาด น้ำหนัก มวล ปริมาตร และความหนาแน่น อย่างไร จากนั้นจึงให้นักเรียนเรียนด้วยภาพยนตร์การ์ตูนที่พัฒนาขึ้น หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบนักเรียนอีกครั้ง พบว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องของ ขนาด น้ำหนัก มวล และ ปริมาตร ดีขึ้น และนักเรียนที่เรียนด้วยภาพยนตร์การ์ตูนมีความเข้าใจมโนทัศน์สูงกว่าวิธีการสอนแบบ ปกติ โดยนักเรียนที่อายุ 11 ปี สามารถเข้าใจมโนทัศน์ที่สอนได้ดีกว่านักเรียนที่อายุ 10 ปี ซึ่งสอดคล้อง กับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และการการสอนด้วยภาพ (Learning-by-viewing) จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่องที่สอนได้ดีขึ้น

วู และ ฟุสส์ (Wu; & Foos. 2010) ได้พัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีให้สนุกเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การนำเสนออย่างเป็นกันเองด้วยสื่อต่างๆ เช่น ภาพนิ่ง วิดีทัศน์ 2) ใช้ การอุปมาด้วยภาพ ทั้งการใช้ภาพการ์ตูน และกราฟ 3) เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เนื่องจากนักเรียน รู้สึกว่าวิชาเคมียากต่อการทำความเข้าใจ และเป็นวิชาที่น่าเบื่อ แต่หลังจากได้เรียนด้วยวิธีการนี้แล้ว ผลปรากฏว่านักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น โดยในวิชาเคมีอินทรีย์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 ในการ สอบวัดมาตรฐานของสมาคมเคมีอเมริกัน ซึ่งคะแนนสูงที่สุดคือร้อยละ 69 (ค่าเฉลี่ยร้อยละ 50) และใน วิชาชีวเคมีนักเรียนมีคะแนนสอบสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานเพิ่มขึ้นเป็น 37 คน จาก 60 คน (จาก เดิม นักเรียน 60 คน จะมีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน 35 คน)

บรีสซี และ เมทิน (Brischi; & Metin. 2010) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง ดิน ในวิชา วิทยาศาสตร์ โดยนำการ์ตูนมโนทัศน์ มาประยุกต์ใช้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศตุรกี หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้สื่อที่พัฒนาขึ้นแล้ว นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องดิน และตระหนักได้ว่าตนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนอย่างไร อย่างไรก็ตามสื่อที่พัฒนาขึ้นนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสื่อการ เรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่านั้น ดังนั้นในอนาคต จะมีการทำวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเดิมโดยการทำสื่อการเรียนรู้สำหรับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

เอวีเรคลี ไอนेल และ บาลิม (Evrekli; Inel; & Balim. 2011) ได้ศึกษาผลการใช้การตูนมโนทัศน์ กับการใช้แผนผังทางปัญญา (Mind maps) ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุและความร้อน (Matter and heat) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจ เจตคติ และทักษะการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศตุรกี ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม มีแรงจูงใจ เจตคติ และทักษะในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม แต่เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมดระหว่างสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการตูนมโนทัศน์ และแผนผังทางปัญญาให้ผลไม่แตกต่างกัน

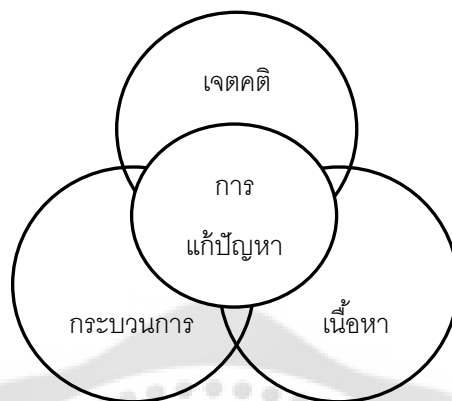
การพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีการ เช่น การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างมโนทัศน์ การใช้ภาพยนตร์การ์ตูน การ์ตูนมโนทัศน์ แผนผังทางปัญญา การการสอนด้วยภาพ รวมถึงการใช้สื่อการเรียนอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการศึกษา ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

3. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ชี และ เกลเซอร์ (Chi; & Glaser. 1985: 4) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความฉลาดด้านหนึ่งของมนุษย์ที่อาศัยองค์ความรู้ที่ซับซ้อนมาใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อเราได้รับรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ ผู้คน และสิ่งต่าง ๆ ในโลก จะเกิดการจัดโครงสร้างทางสติปัญญาเกิดเป็นความรู้ ประกอบด้วยความเข้าใจ รูปแบบในใจ ความมั่นใจ และความเชื่อ ซึ่งส่งผลต่อลักษณะและวิธีการแก้ปัญหาของบุคคลเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับแนวคิดของกาเย่ (Gagné. 1970: 63) ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา คือ การนำหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป มาผสมผสานกัน จนเกิดเป็นความสามารถที่เรียกว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งนี้การได้มาซึ่งหลักการต้องอาศัยการเรียนรู้มโนทัศน์ต่าง ๆ เป็นพื้นฐาน สำหรับวิธีการนำหลักการหรือองค์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น กูด (Good. 1973: 518) มีแนวคิดว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ การแก้ปัญหา สอดคล้องกับฝ่ายการศึกษามลรัฐนิวยอร์ก (New York State Education Department. 1985) หรือ NYSED ซึ่งได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าต้องอาศัยการวางแผน การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล จุดประสงค์เพื่อค้นหาและอธิบาย

ปรากฏการณ์และสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ หรือกล่าวอย่างง่ายว่า การแก้ปัญหาเป็นการประยุกต์ใช้โมทัศน์ที่เหมาะสมและกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน (science – based) ทั้งนี้ต้องอาศัยเจตคติเป็นส่วนประกอบด้วย (Meng; & Doran, 1993: 69) ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับเจตคติ กระบวนการ และเนื้อหา

ที่มา : Meng Elizabeth; & Doran Rodney L. (1993). *Improving Instruction and Learning Through Evaluation Elementary School Science*. p.70.

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะอาศัยความรู้ในด้านเนื้อหาหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังต้องอาศัยเจตคติและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ คือความสามารถของบุคคลในการใช้โมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ความคิด ประสพการณ์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์เป็นทั้งการเรียนรู้ การคิด และกระบวนการ ดังนั้นจึงสัมพันธ์กับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล และทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ สามารถสรุปได้ดังนี้

3.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Klausmeier; & Goodwin.

1975: 138)

เพียเจต์เชื่อว่าคนเราทุกคนพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด สำหรับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาจะประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 อย่าง คือ การซึมซาบหรือดูดซึม และการปรับโครงสร้างทางปัญญาซึ่งเพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

3.2.1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี เด็กจะใช้พฤติกรรมที่ติดตัวมาแต่กำเนิด เช่น การดูดนม และพยายามปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ทำพฤติกรรมซ้ำ ๆ เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงรอบตัว สามารถเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่โดยไม่จำเป็นต้องเห็นตัวอย่างจริง ๆ แต่อาศัยจากความจำ เริ่มทดลองพฤติกรรมแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) และเริ่มที่จะแก้ปัญหาง่าย ๆ ได้

3.2.1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง เป็นขั้นตอนที่เด็กเริ่มใช้ภาษา สามารถเรียนรู้สัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้ แต่เด็กยังไม่สามารถเปรียบเทียบสิ่งของมากนัก ความสั้นความยาว ได้อย่างแท้จริง และไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

3.2.1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี ซึ่งมีพัฒนาการอย่างรวดเร็ว สามารถสร้างภาพความคิดในใจ แบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลาย ๆ อย่าง อ้างอิงด้วยเหตุผลและคิดย้อนกลับได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ มากขึ้น

3.2.1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้เป็นขั้นพัฒนาการสูงสุด เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สามารถค้นหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ในการที่ตั้งสมมติฐาน ทฤษฎี และพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมรวมทั้งสามารถแก้ปัญหาได้อย่างดีจนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่

จากรายละเอียดข้างต้น จะเห็นได้ว่าเด็กในช่วงอายุ 11-15 ปี ซึ่งได้แก่นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นช่วงอายุที่มีความสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากสามารถคิดและพิจารณาสิ่งที่เป็นนามธรรม และสามารถคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้โมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

3.2.2 ทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner. 1963: 1) บรูเนอร์เป็นนักจิตวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาต่อจากเพียเจต์ โดยเชื่อว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้

สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) โดยการนำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

3.2.2.1 การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

3.2.2.2 การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของนักเรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

3.2.2.3 การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้

3.2.2.4 แรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3.2.2.5 การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้นักเรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Discovery Learning)

โดยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้ของมนุษย์ออกเป็น 3 ขั้น

- 1) ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) คือขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดี การเรียนรู้เกิดจากการกระทำ
- 2) ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถสร้างภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้
- 3) ขั้นเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

จากรายละเอียดข้างต้น จะเห็นได้ว่ามนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง และการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่มนุษย์สามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ซึ่งมีแนวคิดว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ดังนั้นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้กระบวนการค้นพบด้วยตนเองซึ่งจะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

3.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (Ausubel. 1963: 77)

ออสซูเบลได้นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเนื้อหาหรือเรื่องราวใหม่ที่นักเรียนได้เรียนรู้สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของนักเรียน ในขณะเดียวกันถ้านักเรียนพยายามจำความรู้ใหม่โดยไม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมจะเป็นเพียงการเรียนรู้แบบท่องจำเท่านั้น โดยออสซูเบลเชื่อว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

3.2.3.1 ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุผลและมีผลต่อเนื่องกับความรู้เดิมของนักเรียน

3.2.3.2 โครงสร้างความรู้เดิมของนักเรียนต้องสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

3.2.3.3 นักเรียนต้องสนใจ และมีเจตนาที่แน่วแน่ในการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งหากนักเรียนมีลักษณะเป็นไปตามเงื่อนไขเพียง 2 ข้อแรก ก็อาจทำให้เกิดการเรียนรู้แบบท่องจำเท่านั้น

ออสซูเบลเชื่อว่าเนื้อหาของวิชาต่าง ๆ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักและมโนทัศน์รอง โดยมโนทัศน์หลักจะครอบคลุมมโนทัศน์ที่อยู่รองลงไป ดังนั้นครูผู้สอนควรถ่ายทอดเนื้อหาให้กับนักเรียนในลักษณะของการให้มโนทัศน์หลักก่อน จากนั้นจึงให้มโนทัศน์รองลงไปหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าควรถ่ายทอดมโนทัศน์ที่กว้างที่สุดให้กับนักเรียนก่อนจากนั้นจึงค่อย ๆ ถ่ายทอดมโนทัศน์ที่แคบลงตามลำดับอย่างต่อเนื่องให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ วิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ที่มีความหมายและมีความคงทนในการเรียนรู้

การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามแนวคิดของออสซูเบลนั้น ประกอบด้วยแนวทาง ดังนี้

- 1) เนื้อหาหรือเรื่องที่สอนต้องสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของนักเรียน และมีความหมายเชิงเหตุผลหรือมีความต่อเนื่องกับความรู้เดิมของนักเรียน
- 2) หลักการหรือมโนทัศน์ที่จะนำไปใช้สอนต้องมีการจัดระบบให้สัมพันธ์กันอย่างชัดเจน และเป็นมโนทัศน์ที่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้
- 3) ครูผู้สอนต้องมีความสนใจ และมีเจตนามุ่งมั่นที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
- 4) วิธีการสอนแบบชี้แนะให้ค้นพบ ให้โอกาสนักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

จากรายละเอียดข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายกับนักเรียนจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ ข้อมูลใหม่ หรือมโนทัศน์ใหม่ กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ เมื่อนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้กับโครงสร้างทางปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ นักเรียน

จะสามารถเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้ นอกจากนี้หากครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองก็จะทำให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมได้ดีขึ้น ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของกาเย ซึ่งเชื่อว่าความสามารถในการแก้ปัญหา คือ การนำหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป มาผสมผสานกัน จนเกิดเป็นความสามารถที่เรียกว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งนี้การได้มาซึ่งหลักการต้องอาศัยการเรียนรู้มโนทัศน์ต่าง ๆ เป็นพื้นฐาน และสอดคล้องกับนักการศึกษาหลายท่านที่มีแนวคิดว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

3.2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย (Gagné; & Briggs. 1974: 121)

กาเยมีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ว่า ควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการ และในการจัดการเรียนรู้ควรเรียงลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งกาเยได้จัดประเภทของการเรียนรู้ตามลำดับจากง่ายไปหายากไว้ 8 ประเภท ดังนี้

3.2.4.1 การเรียนรู้สัญญาณ (Signal learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นไปอย่างอัตโนมัติ อยู่นอกเหนืออำนาจของจิตใจ การเรียนรู้เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสิ่งเร้าเดิม เป็นลักษณะของการเรียนรู้แบบการวางเงื่อนไขของพาฟลอฟ (Conditioned Response)

3.2.4.2 การเรียนรู้สิ่งเร้า-การตอบสนอง (Stimulus-response learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมเองได้จึงต่างจากแบบแรก นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมเมื่อได้รับแรงเสริม เป็นลักษณะการเรียนรู้แบบทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Connectionism theory) และการเรียนรู้แบบวางเงื่อนไข (Operant conditioning) ของสกินเนอร์

3.2.4.3 การเรียนรู้เชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง (Chaining learning) เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำและการเคลื่อนไหว

3.2.4.4 การเชื่อมโยงทางภาษา (Verbal association) เป็นการเรียนรู้คล้ายกับการเรียนรู้แบบต่อเนื่องแต่เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ภาษา

3.2.4.5 การเรียนรู้ความแตกต่าง (Discrimination learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะความแตกต่างตามลักษณะของวัตถุ

3.2.4.6 การเรียนรู้โน้ตส์ (Concept learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีความเหมือนหรือแตกต่างกัน โดยสามารถระบุลักษณะที่มีร่วมกันหรือแตกต่างกันได้ พร้อมทั้งสามารถขยายความรู้ไปยังสิ่งอื่นที่ไม่เคยเห็นมาก่อนได้

3.2.4.7 การเรียนรู้กฎ (Rule learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงมโนทัศน์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป แล้วตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้นเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้

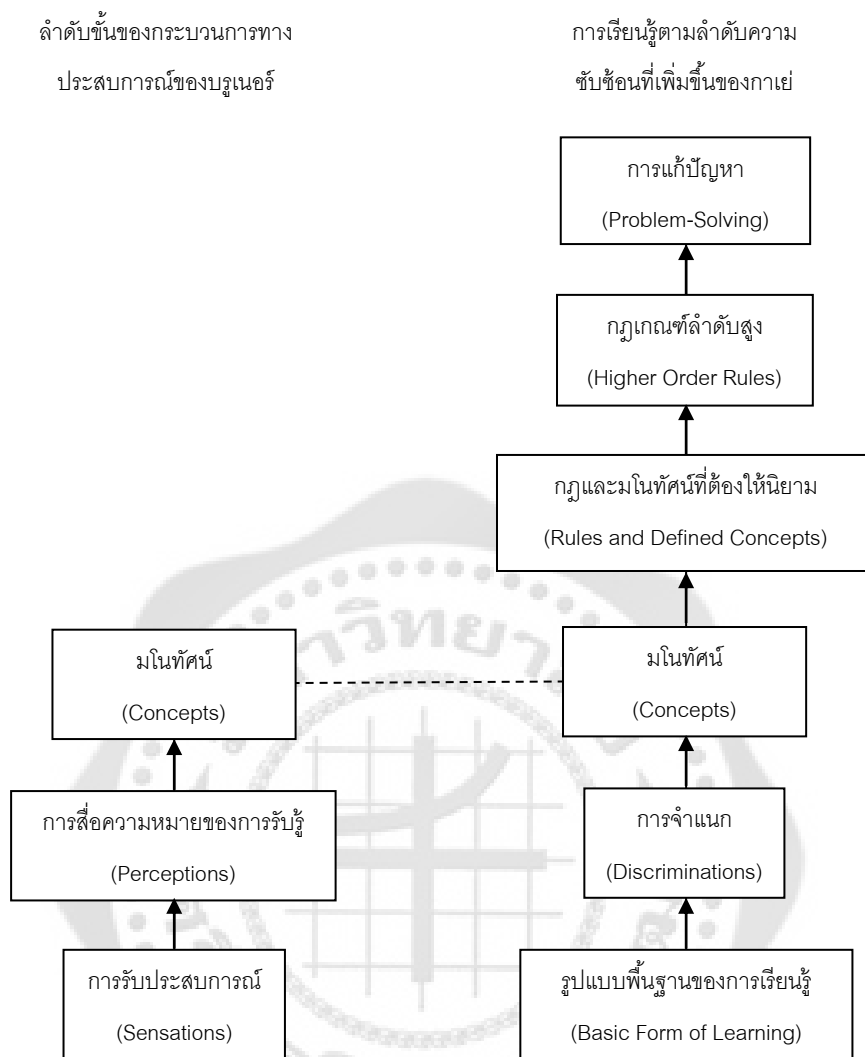
3.2.4.8 การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem-solving) เป็นการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา โดยนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ เป็นกระบวนการที่เกิดภายในตัวนักเรียน

กาแบ่งสมรรถภาพการเรียนรู้ของมนุษย์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

- 1) สมรรถภาพในการเรียนรู้สารสนเทศทางถ้อยคำ (Verbal information) เป็นความสามารถในการเรียนรู้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยความจำและความสามารถระลึกได้
- 2) ทักษะเชาว์ปัญญา (Intellectual skills) หรือทักษะทางสติปัญญา เป็นความสามารถในการใช้สมองคิดหาเหตุผล ใช้ข้อมูล ประสพการณ์ ความรู้ ความคิด ตั้งแต่การเรียนรู้ขั้นพื้นฐานไปสู่ทักษะที่ยากขึ้น ทักษะทางเชาว์ปัญญาที่ควรได้รับการฝึก คือ ความสามารถในการจำแนก (Discrimination) ความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์เป็นรูปธรรม (Concrete concept) ความสามารถในการให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ (Defined concept) ความสามารถในการเข้าใจกฎและใช้กฎ (Rule) และความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-solving)
- 3) ยุทธศาสตร์ในการคิด (Cognitive strategies) เป็นความสามารถของกระบวนการทำงานภายในสมองของมนุษย์ ผู้ที่มียุทธศาสตร์ในการคิดสูง จะมีเทคนิคในการดึงความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมออกมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดี
- 4) ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills) เป็นความสามารถในการใช้อวัยวะของร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ผู้ที่มีทักษะการเคลื่อนไหวที่ดี จะมีพฤติกรรมที่รวดเร็ว คล่องแคล่ว
- 5) เจตคติ (Attitudes) เป็นความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจของบุคคลในการที่จะเลือกทำหรือไม่ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากรายละเอียดข้างต้นจะเห็นได้ว่า การเรียนรู้โน้ตส์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรม การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นก่อน เมื่อมีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ใหม่กับมโนทัศน์เดิม นักเรียนจึงจะสามารถเรียนรู้กฎ เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจกฎต่าง ๆ แล้ว จึงจะสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่า พื้นฐานของการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้มาจากการเรียนรู้ และการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม หรือการจัดโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน บรูโน (Bruno. 1980: 261) มีแนวคิดที่ว่า ทักษะการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้น โดย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การสัมผัสรับประสบการณ์ (Sensations) การสื่อความหมายของการรับรู้ (Perceptions) และการเกิดความคิดรวบยอด (Concepts) ในขณะที่กาเย่ (Gagné. 1985: 55) ได้จัดลำดับการเรียนรู้ตามความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้น โดยขั้นตอนก่อนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบพื้นฐานของการรับรู้ (Basic form of learning) ได้แก่ การเรียนรู้สัญญาณ (Signal learning), การเรียนรู้สิ่งเร้า-การตอบสนอง (Stimulus-response learning), การเรียนรู้เชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง (Chaining learning), การเชื่อมโยงทางภาษา (Verbal association) และ การเรียนรู้ความแตกต่าง (Discrimination learning) และหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์แล้วนักเรียนจะต้องเรียนรู้กฎ (Rule learning) โดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์ขึ้นไปมาสร้างเป็นองค์ความรู้ จึงจะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem-solving) ได้ เมื่อเปรียบเทียบลำดับการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบรูเนอร์ และกาเย่ จะพบความสัมพันธ์ของขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การเปรียบเทียบลำดับขั้นการเรียนรู้ของบรูเนอร์และกาเย่

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นได้ว่าขั้นตอนรูปแบบพื้นฐานของการเรียนรู้ของกาเย่ ได้แก่ การเรียนรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ต่าง ๆ ความรู้ความเข้าใจในการใช้ภาษา และความรู้ด้านอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น สัมพันธ์กับขั้นตอนการรับประสบการณ์ของบรูเนอร์ซึ่งได้แก่สิ่งเร้าต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ อาจเป็นเนื้อหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้คิดหรืออภิปราย จากนั้นในขั้นตอนต่อไป คือ นักเรียนจะสื่อความหมายของการรับรู้ด้วยการอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการจำแนกของกาเย่ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งที่รับรู้ได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่ขั้นตอนต่อไปคือ การสร้างมโนทัศน์ เป็นการจัดกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยคุณสมบัติร่วม รวมทั้งการอธิบายคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ และบอกได้ว่าสิ่งนั้นแตกต่างจากสิ่งอื่นอย่างไร หลังจากเกิดมโนทัศน์แล้ว กาเย่มีแนวคิดที่ว่า ลำดับขั้นการเรียนรู้ยังควรมี

ต่อไป ไม่ได้หยุดนิ่งหรือจบลงเพียงเท่านี้ ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างกฎและมโนทัศน์ที่ต้องให้นิยาม ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์ขึ้นไป มีการกำหนดกฎเกณฑ์ขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการสรุป อ้างอิง หรือสนองตอบต่อสิ่งเร้าที่ไม่ซับซ้อน เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น นักเรียนจะเกิดการเชื่อมโยงมโนทัศน์เหล่านั้นกับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ และสร้างกฎต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เป็นลักษณะของ ขั้นตอนการสร้างกฎเกณฑ์ลำดับสูง ซึ่งเป็นการนำกฎหลาย ๆ ข้อ มาประมวลเข้าด้วยกันจนเกิดเป็น องค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนที่สามารถใช้องค์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

3.3 แนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ

ในศตวรรษที่ 21 เราต้องเผชิญหน้ากับปัญหาใหม่ที่ซับซ้อนทั้งภายในและภายนอกประเทศ ดังนั้นการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงเน้นการเตรียมนักเรียนให้เป็นนักแก้ปัญหา (Barell. 2011: 177) ซึ่งในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ตามที่มุ่งหวังนั้น เครื่องมือที่ ช่วยจัดระบบความคิดเพื่อเป็นแนวทางในการสืบค้นถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) มีการนำกลยุทธ์ K-W-L (Barell. 2013: online) มาใช้เพื่อนำให้นักเรียนได้นึกถึงความรู้เดิม (Prior Knowledge) ก่อนทำการสืบค้นต่อไป โดย K คือ อะไรที่ฉันรู้ (What do I know?) W คือ อะไรที่ฉันต้องการจะรู้ (What I want to learn?) และ L คือ ฉัน ได้เรียนรู้อะไร (What did I learn?) ซึ่งต่อมาจอห์น แบเรลล์ได้พัฒนาเป็น KWHLAQ (Barell. 2011: 181) เพื่อให้เป็นเครื่องมือที่ช่วยจัดระบบความคิดที่มีความละเอียดและสมบูรณ์มากขึ้น ดังนี้

K: อะไรที่เราคิดว่าเราารู้ (Know) แล้ว

W: อะไรที่เราต้องการ (Want) และจำเป็นต้องหาข้อมูล

H: เราจะทำอย่างไร (How) เพื่อหาคำตอบ และเข้าถึงแหล่งข้อมูล

L: เรากำลังเรียนรู้อะไร (Learning) ในแต่ละวัน และได้เรียนรู้อะไรเมื่อการค้นคว้าสิ้นสุดลง

A: เราจะประยุกต์ใช้ (Apply) ผลลัพธ์จากการค้นคว้าในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

Q: อะไรคือคำถาม (Question) ใหม่ในตอนนี เราจะติดตามคำถามนั้นอย่างไรในบทเรียน

ถัดไป

เซอวิล ฮีอบเปอร์ อดีตครูชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในเมืองพารามัส รัฐนิวยอร์กชี้ ได้เสนอการ นำแนวทางการสืบค้นอย่างมีโครงสร้างซึ่งรู้จักกันในชื่อ KWHLAQ มาใช้ในชั้นเรียน โดยเซอวิลใช้ สถานการณ์จำลองปัญหา (The Problem Scenario) แล้วให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ยกตัวอย่าง เช่น

สิ่งมีชีวิตใต้ท้องทะเล (Ocean Life)

คุณมีหน้าที่หาวิธีหยุดยั้งความเสื่อมโทรมทางทะเลเพื่อที่สัตว์หรือพืชที่คุณเลือกศึกษาจะสามารถคงอยู่เป็นส่วนหนึ่งของโลกใต้ทะเล คุณจะต้องหาหนทางที่แสดงให้เห็นว่า วิธีอนุรักษ์ทะเลของคุณไม่เพียงแค่มุ่งครองสปีชีส์ที่คุณเลือก แต่ยังช่วยรักษาสีงมีชีวิตและไม่มีชีวิตอื่น ๆ ที่ต้องพึ่งสปีชีส์นั้น และสปีชีส์นั้นต้องพึ่งพาอาศัยกัน

สถานการณ์นี้สามารถใช้ได้กับวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตในทะเล นิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อม ในประโยคแรกนักเรียนต้องระบุปัญหาหลักและคิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยอาจเริ่มศึกษาจากสภาพท้องทะเลในปัจจุบัน จากนั้นในประโยคที่สองนักเรียนจะต้องนำเสนอข้อมูลซึ่งแสดงความเข้าใจในเรื่องการพึ่งพาอาศัยกันของสิ่งมีชีวิต (Interdependent) โดยนักเรียนจะสืบค้นข้อมูลจากแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ

ผลจากการใช้สถานการณ์จำลองปัญหาควบคู่กับแนวทางการสืบค้นของเซอร์ลิต พบว่านักเรียนได้ทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ไม่นั่งรอรับความรู้เพื่อทำข้อสอบ มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ค้นคว้า รู้จักประยุกต์ความรู้ และรู้จักตั้งคำถามต่อไปเกี่ยวกับอนาคตซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาต่อจากความสนใจใคร่รู้ของตนเอง

เมื่อพิจารณาแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ จากรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า เป็นแนวทางการสืบค้นที่ช่วยจัดระบบความคิดของนักเรียนในการใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา น้อย หรือได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีบรรยายเป็นส่วนใหญ่ เมื่อครูผู้สอนปรับเปลี่ยนวิธีการสอน จะทำให้ใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานมาก เนื่องจากนักเรียนไม่ทราบว่าควรเริ่มต้นคิดอย่างไร และควรมีลำดับขั้นตอนในการคิดอย่างไร ดังนั้นการใช้คำถามจากแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ เป็นแนวทางในการคิดและสืบค้นของนักเรียน จะช่วยลดเวลาในการทำกิจกรรมได้ และช่วยให้นักเรียนจะมีกระบวนการในการสืบค้นที่เป็นระบบมากยิ่งขึ้น

3.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีวิธีการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษาหลายท่านที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.4.1 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem-Solving Method)

จอห์น ดิวอี้ (Dewey. 1910: 150) เป็นผู้คิดวิธีการจัดการเรียนรู้ขึ้น โดยยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น (Ausubel. 1968: 541) มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1.1 ขั้นตั้งปัญหา ซึ่งควรเป็นปัญหาของนักเรียน หรือทำให้นักเรียนเกิดปัญหา โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น

- การถามนำเข้าสู่ปัญหา
- การเล่าประสบการณ์ของผู้สอนหรือนักเรียน
- ใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ในชุมชนตั้งเป็นปัญหา
- จัดสถานการณ์ในห้องเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหา

3.4.1.2 ขั้นตั้งสมมติฐานและวางแผนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

- การวิเคราะห์ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ
- ให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนะและเลือกกิจกรรมในการศึกษาและแก้ปัญหา

โดยอาจใช้วิธีการทดลอง การไปศึกษานอกสถานที่ การค้นคว้าในห้องสมุด

- นักเรียนแต่ละกลุ่มรับผิดชอบปัญหาแต่ละข้อที่ตั้งไว้

3.4.1.3 ขั้นการทดลองและเก็บข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรม เช่น ทำการทดลอง ศึกษา ค้นคว้า เพื่อแก้ปัญหาโดยมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

3.4.1.4 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการศึกษา ค้นคว้า หรือผลการทดลองนั้น ๆ

3.4.1.5 ขั้นสรุปผล นักเรียนและผู้สอนสรุปว่าวิธีใดใช้แก้ปัญหาได้ดีที่สุด เพราะเหตุใด ความรู้ที่ช่วยกันสรุปออกมาเป็นผลจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนซึ่งสามารถสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาพบว่า วิธีสอนนี้ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหาวิธีการที่ถูกต้องในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะในชีวิตประจำวัน และช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนในห้องกับชีวิตประจำวันได้ แต่ปัญหานั้นนำมาเสนอให้นักเรียน ต้องสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน จึงทำให้การสอนเกิดประสิทธิภาพ

3.4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการแก้ปัญหามีขั้นตอน มีเหตุผล อารมณ์ ใจเที่ยง (2547: 153) ได้แบ่งขั้นตอนการสอนโดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.4.2.1 ขั้นเตรียม ผู้สอนศึกษาแผนการสอน เนื้อหา และจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้อย่างละเอียด แล้ววางแผนกำหนดกิจกรรมที่จะให้นักเรียนปฏิบัติ

3.4.2.2 ขั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ศึกษาอย่างละเอียดมาแล้ว และดูแลการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้และอยู่ในเวลาที่กำหนด

3.4.2.3 ขั้นนำเสนอขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมองเห็นปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา ผู้สอนอาจใช้วิธีเล่าเรื่อง อภิปราย ศึกษากรณีเฉพาะราย ฯลฯ ถ้ามีหลายปัญหา อาจแยกเป็นข้อ ๆ ก็ได้ โดยผู้สอนต้องนำทางให้นักเรียนเห็นปัญหา จัดสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและช่วยตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

3.4.2.4 ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นวางแผนทางที่จะหาคำตอบของปัญหาโดยให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่าปัญหานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร จะแก้ปัญหадด้วยวิธีไหนได้บ้าง

3.4.2.5 ขั้นรวบรวมข้อมูล นักเรียนจะศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา โดยอาจจะศึกษาจากเอกสาร ตำรา สัมภาษณ์หรือซักถามผู้เชี่ยวชาญ ฯลฯ ดังนั้นผู้สอนจึงควรแนะนำแหล่งความรู้สำหรับการศึกษาค้นคว้า รวมทั้งติดต่อบุคคลที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้สัมภาษณ์แก่นักเรียน

3.4.2.6 ขั้นทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาโดยเริ่มจากการทดลองปฏิบัติ แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ว่าวิธีใดใช้ได้ผลในการแก้ปัญหาซึ่งอาจมีหลายวิธี ผู้สอนจึงต้องจัดเตรียมอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นในการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ต้องสังเกตการทดลองหรือวิธีแก้ปัญหานักเรียนและให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น

3.4.2.7 ขั้นประเมินและสรุปผล เมื่อนักเรียนได้ทำการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะสามารถประเมินได้ว่าวิธีการใดสามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุด แล้วรายงานผลที่ได้ให้เพื่อน ๆ ในชั้นฟัง ผู้สอนควรอภิปรายซักถาม เพื่อช่วยสรุปประเด็นสำคัญ

3.4.2.8 ขั้นประเมินผล ผู้สอนต้องประเมินผลการทำงานของนักเรียนแล้วแจ้งให้นักเรียนทราบข้อดีและข้อบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์พบว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ฝึกการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความรับผิดชอบ ฝึกการวิเคราะห์และการตัดสินใจ และนักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่ทั้งนี้ นักเรียนต้องมีความทักษะในการค้นคว้าข้อมูล รวมทั้งการดำเนินการของนักเรียนในขั้นตอนต่าง ๆ นั้น ต้องมีความละเอียดรอบคอบ เพราะหากนักเรียนดำเนินการผิดจากขั้นตอนที่วางไว้จะทำให้ผลสรุปคลาดเคลื่อนได้ ในด้าน

ของผู้สอนต้องเป็นผู้ที่คุ้นเคยกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และต้องเลือกปัญหาที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ มิฉะนั้นการเรียนการสอนจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร

3.4.3 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method)

การสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนค้นหาความรู้หรือความจริง โดยเน้นที่กระบวนการได้มาซึ่งความรู้มากกว่าผลผลิตที่ได้จากการค้นคว้า โดยผู้สอนจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาแล้ววางแผนหรือกำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาความรู้มาตอบหรือแก้ปัญหา นั้นด้วยตนเอง บางครั้งจึงเรียกว่า การจัดการเรียนสอนแบบค้นพบ (Discovery Method) มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้อย่างนี้ (Finder. 1964; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2553: 331; เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร. 2537: 90)

3.4.3.1 ขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหา โดยผู้สอนอาจใช้คำถาม หรือการสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้เกิดปัญหา เช่น การเล่าเรื่องให้ฟัง การฉายภาพยนตร์หรือภาพนิ่ง การนำเสนอด้วยภาพ ข่าวที่น่าสนใจ เป็นต้น จากนั้นนักเรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่ปัญหา

3.4.3.2 ขั้นสืบเสาะหาความรู้หรือขั้นค้นคว้ามาคำตอบด้วยตนเอง นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อหาความรู้มาตอบคำถามหรือแก้ปัญหา ตั้งแต่การอภิปรายและวางแผนการทดลองหรือค้นคว้าแล้วลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4.3.3 ขั้นค้นพบคำตอบของปัญหา นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองหรือค้นคว้า แล้วสรุปผลเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียนอย่างเต็มที่ นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถเรียนรู้ในทศวรรษและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น และมีความคงทนในการเรียนรู้ แต่ผู้สอนต้องสามารถสร้างสถานการณ์หรือใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาและอยากค้นคว้ามาคำตอบด้วยตนเอง และผู้สอนต้องมีความสามารถในการแนะนำนักเรียน เช่น กิจกรรมบางอย่างไม่สามารถทดลองหรือทำได้จริงในห้องเรียนเนื่องจากข้อจำกัดหลายอย่าง ผู้สอนต้องให้คำแนะนำที่ดีแก่นักเรียนในการหาวิธีการอื่นเพื่อหาความรู้ในเรื่องที่สนใจ นอกจากนี้ต้องมีแหล่งการเรียนรู้หรืออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนอย่างเพียงพอ

3.4.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกิดขึ้นเมื่อ ปี ค.ศ. 1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Science) มหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University) ประเทศแคนาดา โดยเริ่มใช้กับนักศึกษาแพทยฝึกหัด หลังจากนั้นได้ขยายไปสู่การสอนนักศึกษาแพทย์ใน

มหาวิทยาลัยของสหรัฐอเมริกาหลายแห่ง ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 ได้ขยายไปสู่สาขาอื่น ๆ ทั้งด้าน วิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ ทั้งในมหาวิทยาลัยและโรงเรียน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551: 317)

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 317) ได้ให้ความหมายของการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานว่า “หมายถึง กระบวนการในการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้เพื่อค้นคำตอบหรือเพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหานั้นด้วยตนเองและนักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง” ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.4.4.1 ขั้นจัดเตรียมและแบ่งกลุ่ม ผู้สอนเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการทำ กิจกรรม โดยการให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คน รวมทั้งแจกอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำ กิจกรรม และดึงความสนใจของนักเรียนให้กลับมาสู่การจัดการเรียนรู้

3.4.4.2 ขั้นกำหนดปัญหา โดยผู้สอนจะจัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิด ความตื่นตัว สนใจและมองเห็นปัญหาต่าง ๆ โดยอาจยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาอภิปราย

3.4.4.3 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนด นักเรียนต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาได้ เช่น ให้คำนิยามหรือความหมายของปัญหานั้น อธิบายสถานการณ์ซึ่งเป็นปัญหาได้ สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ได้ เป็นต้น

3.4.4.4 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ในขั้นนี้นักเรียนจะอธิบายเพื่อ แสวงหาแนวทางในการศึกษาค้นคว้า กำหนดวิธีการและแหล่งค้นคว้าเพื่อแบ่งงานไปปฏิบัติพร้อมกับการ จดบันทึกสิ่งที่ตนเองได้ทำการศึกษาค้นคว้า

3.4.4.5 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า แล้วทำการสรุปผล จากนั้นนักเรียนนำผลสรุปที่ได้มาเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนว่า สอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร ในขณะเดียวกันนักเรียนต้องอธิบายภายในกลุ่มและพิจารณาแนว คำตอบของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้สำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า เป็นการ จัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความมั่นใจในตนเอง มีแรงจูงใจในการเรียน และมีความคงทนในการเรียนรู้เพราะได้ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง แต่ในเนื้อหาสาระวิชาที่เป็นกฎ สูตร ทฤษฎีที่ตายตัว มีคำตอบเดียวที่แน่นอนชัดเจน ไม่ควร สอนด้วยวิธีนี้เนื่องจากคำตอบของเนื้อหาแน่นชัดเจนอยู่แล้ว แนวคำตอบของสมาชิกในกลุ่มจึงไม่ หลากหลาย ทำให้การฝึกคิดวิเคราะห์และการใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่เกิดประสิทธิภาพ มากเพียงพอ นอกจากนี้ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดควรเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เพราะถ้า ปัญหายากเกินไปอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ประการสุดท้ายคือ สภาพแวดล้อมในการ

เรียนรู้ต้องเหมาะสม มีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้น และมีเวลาในการทำกิจกรรมอย่างเพียงพอ เพราะหากมีเวลาน้อยเกินไปอาจทำให้ได้คำตอบที่ไม่สมบูรณ์

3.4.5 กระบวนการฝึกทักษะการแก้ปัญหา

อีเบอร์เล และ สแตนนิช (Eberle; & Stanish. 1985) ได้เสนอแนวทางการฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.5.1 ขั้นตระหนักรู้ปัญหา (Sensing Problems and Challenges) เป็นขั้นที่ฝึกให้รู้ว่าสิ่งทำให้เกิดความวุ่นวาย หรือคับข้องใจคืออะไร

3.4.5.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล หรือค้นหาสาเหตุของปัญหา (Data Finding or Fact Finding) เป็นขั้นค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งที่ปัญหาแล้วจัดเรียงเป็นหมวดหมู่ และฝึกตั้งคำถามว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น โดยใช้คำถาม ทำไม อะไร เมื่อไร ที่ไหน ใคร อย่างไร ในการคิด

3.4.5.3 ขั้นการกำหนดหรือระบุปัญหา (Problem Finding) เป็นขั้นตอนที่ระบุได้ว่าอะไรเป็นปมปัญหาที่แท้จริง โดยต้องอาศัยทักษะการวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ร่วมด้วย นักเรียนแต่ละคนอาจมีกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน บางคนจะมีปัญหาด้านการคิด ผู้สอนจึงควรช่วยเหลือและให้คำแนะนำ

3.4.5.4 ขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Idea Finding) เป็นการพยายามคิดค้นวิธีแก้ปัญหา โดยรวบรวมวิธีการที่เป็นไปได้ทั้งหมด

3.4.5.5 ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธีแก้ปัญหา (Solution Finding) เป็นการหาข้อสรุปจากแนวทางที่รวบรวมไว้ว่าวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

3.4.5.6 ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหา (Acceptance Finding) เป็นขั้นตอนที่ชี้ให้เห็นว่าวิธีแก้ปัญหานั้นเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการฝึกทักษะการแก้ปัญหา พบว่า เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา และมีความคงทนในการเรียนรู้เพราะได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แต่ทั้งนี้ปัญญาที่ผู้สอนกำหนดต้องสัมพันธ์กับความรู้ความสามารถของนักเรียน ต้องมีเวลาในการทำกิจกรรมมากพอเนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาในการคิดพอสมควรเพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในการเรียนต้องเหมาะสม มีอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นอย่างเพียงพอ

3.4.6 การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project Method)

คิลแพทริก (Kilpatric. 1918) เป็นผู้ให้แนวคิดการสอนแบบโครงการซึ่งมุ่งให้นักเรียนทำกิจกรรมที่เป็นปัญหาตามสภาพจริงในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะเป็นผู้วางแผนโครงการและทำกิจกรรมด้วย

ตนเอง เป็นการฝึกให้มีความรับผิดชอบ รู้จักความร่วมมือในการทำงาน และมีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน
วิธีการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

3.4.6.1 ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Purpose) นักเรียนเลือกโครงการที่สนใจจะศึกษา
โดยพิจารณาถึงคุณค่าทางการศึกษา แล้วกำหนดจุดมุ่งหมายและขอบข่ายของโครงการ ผู้สอนจะเป็น
เพียงผู้แนะแนวทางให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดเอง

3.4.6.2 ขั้นวางแผน (Plan) นักเรียนช่วยกันวางแผนว่าจะทำอย่างไรจึงจะบรรลุ
จุดมุ่งหมายที่วางไว้ โดยพิจารณาหลาย ๆ วิธี แล้วจึงเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3.4.6.3 ขั้นดำเนินการ (Execute) นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้กำหนดไว้
จนเสร็จสิ้น รวมทั้งการวิเคราะห์ผลและสรุปผลที่ได้ โดยผู้สอนต้องคอยติดตามการทำงานของนักเรียน
ตลอดเวลา

3.4.6.4 ขั้นตัดสิน (Judge) นักเรียนเป็นผู้ประเมินว่าโครงการนั้นบรรลุจุดมุ่งหมาย
ที่ตั้งไว้หรือไม่ และมีการนำเสนอโครงการเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ พบว่าช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา มีความคงทนในการเรียนรู้เพราะได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และได้
เรียนรู้จากปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน แต่ใช้เวลามากในการทำกิจกรรม อาจต้องให้ทำนอกเวลาเรียน
นอกจากนี้ผู้สอนต้องคอยติดตามการทำงานของนักเรียน และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาขณะ
ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรม ในกรณีที่มีจำนวนนักเรียนมากอาจทำให้การดูแลไม่ทั่วถึง

3.4.7 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหา (Problem-Centered Learning Model : PCLM)

วิทลีย์ (Wheatley, 1991) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาไว้เมื่อ
ค.ศ. 1989 ซึ่งให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่พบ สอดคล้องกับแนวคิดของเพียเจต์ในเรื่องการมี
ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน (Peer Interaction) หรือการถ่ายทอดทางอ้อม ซึ่งจะนำไปสู่ภาวะไร้สมดุลทาง
ความคิด (Cognitive Disequilibrium) จนกระทั่งเกิดการคิดค้นหาแนวทางปรับโครงสร้างทางความคิด
ใหม่แล้วกลับเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งพร้อมกับความรู้ แนวคิด และคำตอบของปัญหา ประกอบด้วย
ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.7.1 ขั้นที่ 1 การสร้างปัญหา (Problematic Tasks) ผู้สอนเป็นผู้เลือกงาน
สถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่เหมาะสมให้นักเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีคิดแตกต่างกัน
ออกไปขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ดังนั้นผู้สอนต้องเน้นความเข้าใจของนักเรียนเป็นสำคัญ ต้องหา
แนวทางทำความเข้าใจรูปแบบการคิดของนักเรียนเพื่อกำหนดกรอบของงานที่เหมาะสมกับนักเรียน
จนกระทั่งนักเรียนมองเห็นปัญหาได้ด้วยตนเอง

3.4.7.2 ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (Cooperative Group) ผู้สอนแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย เพื่อช่วยกันแก้ปัญหาให้ลุล่วง การให้นักเรียนร่วมมือกันแก้ปัญหาทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนแนวคิด การอภิปราย ซึ่งจะนำไปสู่การปรับโครงสร้างทางความคิด คำตอบที่ได้จากการทำงานกลุ่มจึงเป็นคำตอบที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล

3.4.7.3 ขั้นที่ 3 การแลกเปลี่ยนความคิด (Sharing) นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอคำตอบและแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นเพื่อนำไปสู่การอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ ผู้สอนไม่ต้องตัดสินว่าแนวคิดใดถูกหรือผิด แต่นักเรียนจะเป็นผู้ตัดสินเองด้วยการลงประชามติโดยพิจารณาเหตุผลที่รองรับหรือคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหา พบว่า ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้และเข้าใจในทัศนคติของสิ่งที่ต้องการศึกษา มีความสามารถในการคิด แต่การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ใช้เวลามากในการทำกิจกรรมและการอภิปราย ผู้สอนต้องมีความสามารถในการควบคุมชั้นเรียน และแนะแนวทางให้นักเรียนไม่หลงประเด็น หรือระวังไม่ให้เกิดความขัดแย้งระหว่างมีการอภิปราย รวมทั้งต้องมีอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้าอย่างเพียงพอ จึงจะทำให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

3.5 การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มา

วิเคราะห์และสังเคราะห์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบ	ขั้นตอน							
	ขั้นเตรียม/ ตั้งปัญหา	ขั้นตระหนักรู้ ปัญหา	ขั้นตั้งสมมติฐาน	ขั้นทดลองและ ศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเอง	ขั้นการวิเคราะห์ ข้อมูล	ขั้นสรุปผลและ ประเมินค่าเพื่อ เลือกวิธีแก้ปัญหา	ขั้นนำเสนอและ ประเมินผล	ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา
Problem-Solving Method (Dewey. 1910)		✓	✓	✓	✓	✓		
Scientific Method (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2547)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Inquiry Method (Finder. 1964)		✓		✓		✓		
Problem -Based Learning (ประพนธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551)	✓	✓	✓	✓		✓		
The Problem-Solving Process (Eberle; & Stanish. 1985)	✓	✓	✓	✓		✓		✓
Project Method (Kilpatric. 1918)		✓		✓	✓		✓	
Problem-Centered Learning Model: PCLM (Wheatly. 1991)		✓		✓			✓	
ผู้วิจัย		✓	✓	✓	✓	✓	✓	

จากตาราง 5 เมื่อพิจารณาขั้นตอนที่มีร่วมกันของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้น มีขั้นตอนร่วมกัน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตระหนักรู้ปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐานและกำหนดปัญหา 3) ขั้นทดลองและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 4) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล 5) ขั้นสรุปผลและประเมินค่าเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหา และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผล รายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบฯ	ขั้นตอนของรูปแบบฯ	ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน
Problem-Solving Method (Dewey. 1910)	ขั้นตั้งปัญหา	ขั้นตระหนักรู้ปัญหา
Scientific Method (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2547)	ขั้นนำเสนอขอบเขตของปัญหา	
Inquiry Method (Finder. 1964)	ขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหา	
Problem -Based Learning (ประพนธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551)	ขั้นกำหนดปัญหา	
The Problem-Solving Process (Eberle; & Stanish. 1985)	ขั้นตระหนักรู้ปัญหา	
Project Method (Kilpatric. 1918)	เลือกโครงการโดยพิจารณาถึง คุณค่าทางการศึกษา	
Problem-Solving Method (Dewey. 1910)	ขั้นตั้งสมมติฐานและวางแผน แก้ปัญหา	ขั้นตั้งสมมติฐาน
Scientific Method (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2547)	ขั้นตั้งสมมติฐาน	
Problem -Based Learning (ประพนธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551)	ขั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ กำหนด	

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบฯ	ขั้นตอนของรูปแบบฯ	ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน
The Problem-Solving Process (Eberle; & Stanish. 1985)	ขั้นรวบรวมข้อมูล หรือค้นหา สาเหตุของปัญหา	
Problem-Solving Method (Dewey. 1910)	ขั้นการทดลองและเก็บข้อมูล	ขั้นทดลองและศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเอง
Scientific Method (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2547)	ขั้นรวบรวมข้อมูล และ ขั้นทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล	
Inquiry Method (Finder. 1964)	ขั้นสืบเสาะหาความรู้หรือขั้น ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง	
Problem -Based Learning (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551)	ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเอง	
The Problem-Solving Process (Eberle; & Stanish. 1985)	ขั้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา	
Project Method (Kilpatric. 1918)	ขั้นวางแผน	
Problem-Solving Method (Dewey. 1910)	ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล	ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล
Project Method (Kilpatric. 1918)	ขั้นดำเนินการ	
Scientific Method (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2547)	ขั้นทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล	

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบฯ	ขั้นตอนของรูปแบบฯ	ขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน
Problem-Solving Method (Dewey. 1910)	ขั้นสรุปผล	ขั้นสรุปผลและประเมิน ค่าเพื่อเลือกวิธี
Scientific Method (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2547)	ขั้นประเมินและสรุปผล	แก้ปัญหา
Inquiry Method (Finder. 1964)	ขั้นค้นพบคำตอบของปัญหา	
Problem -Based Learning (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551)	ขั้นสังเคราะห์ความรู้	
The Problem-Solving Process (Eberle; & Stanish. 1985)	ขั้นค้นหาข้อสรุปและเลือกวิธี แก้ปัญหา และขั้นตอนการ แก้ปัญหา	
Project Method (Kilpatric. 1918)	ขั้นประเมินผล	ขั้นนำเสนอและ ประเมินผล
Scientific Method (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2547)	ขั้นประเมินผล	
Problem-Centered Learning Model: PCLM (Wheatly. 1991)	การแลกเปลี่ยนความคิด	

จากตาราง 6 สรุปขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันทั้ง 6 ขั้นตอน ได้ดังนี้

- 1) ขั้นตระหนักรู้ปัญหา เป็นขั้นการจัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและ
คิดวิเคราะห์ว่าอะไรเป็นปัญหาที่แท้จริง ซึ่งอาจมีหลายแนวคิดขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน
- 2) ขั้นตั้งสมมติฐานและกำหนดปัญหา เป็นขั้นการกำหนดปัญหาที่แท้จริง และหาสาเหตุของ
ปัญหาจากสถานการณ์กระตุ้น

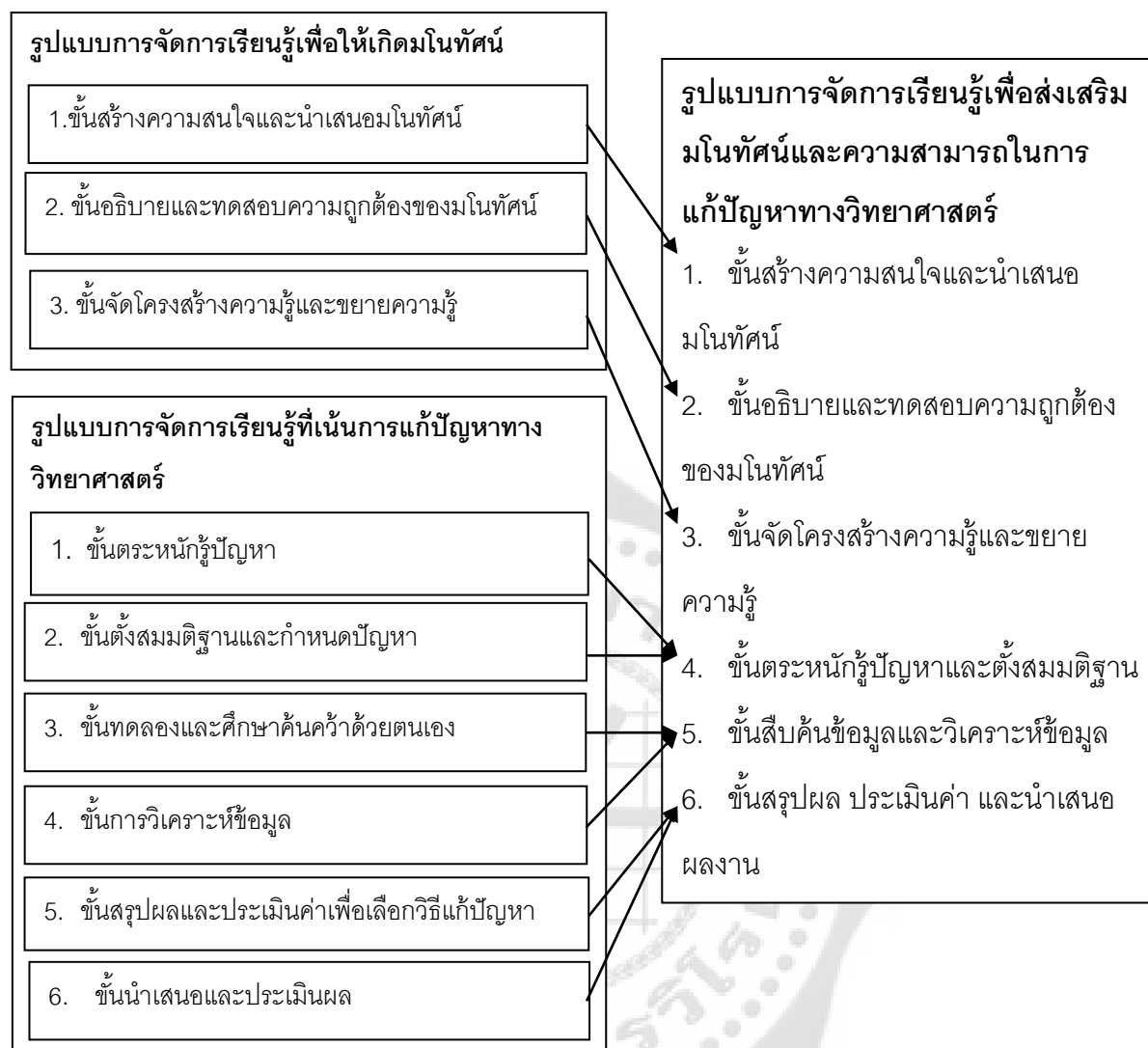
3) ขั้นทดลองและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นขั้นการรวบรวมข้อมูล เพื่อวางแผนดำเนินการทดลอง หรือวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

4) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นการพิจารณาข้อมูลที่ค้นพบจากการทดลอง หรือจากการดำเนินการแก้ปัญหา

5) ขั้นสรุปผลและประเมินค่าเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหา เป็นขั้นการสรุปข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ หรือเปรียบเทียบจุดเด่นและข้อจำกัดของวิธีการต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม

6) ขั้นนำเสนอและประเมินผล เป็นขั้นนำเสนอผลการแก้ปัญหา และอภิปรายผล เปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหของตนเองกับผู้อื่น เพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหของตนเองกับเป้าหมายที่วางไว้ หรือลงประชามติเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

จากลำดับขั้นการเรียนรู้ของกาเย่ ดังแสดงใน ภาพประกอบ 3 หน้า 44 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ดังนั้นนักเรียนจึงต้องมีโมทัศน์ที่ถูกต้องก่อนจึงจะสามารถสร้างกฎแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ ส่วนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มาพิจารณาร่วมกับข้อมูลจากการวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังภาพประกอบ 4

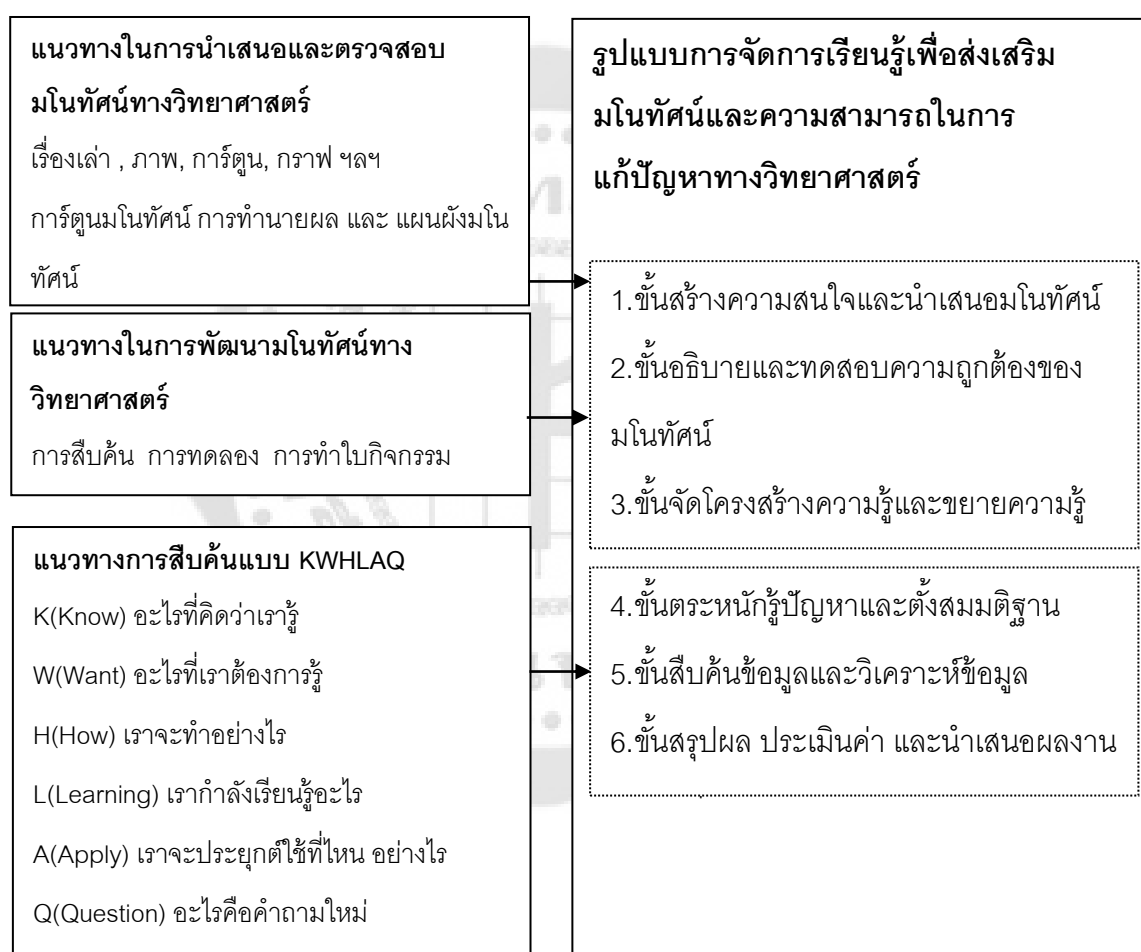


ภาพประกอบ 4 การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สังเคราะห์ขึ้น ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1-3 เป็นส่วนของการส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 2 ได้แก่ ขั้นตอนที่ 4-6 เป็นส่วนส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้รวมขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จาก 6 ขั้นตอน ให้เหลือเพียง 3 ขั้นตอน โดยพิจารณาจากรายละเอียดในแต่ละขั้น ดังนี้ ขั้นตระหนักรู้ปัญหา และขั้นตั้งสมมติฐานและกำหนดปัญหา รวมเป็น

ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลองและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และขั้นวิเคราะห์ข้อมูล รวมเป็นขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นสรุปผลและประเมินค่าเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหา และขั้นนำเสนอและประเมินผล รวมเป็นขั้นสรุปผล ประเมินค่า และนำเสนอผลงาน

เมื่อพิจารณาแนวทางในการนำเสนอและตรวจสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งแนวทางในการสืบค้นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงนำแนวทางดังกล่าวมาใช้ในการรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แนวทางที่ช่วยเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 5 ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโมโนทัศน์ (Engagement and Concept Presentation)

เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอประเด็นเพื่อให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ อาจเป็นรูปภาพ สถานการณ์ การตั้งคำถามโนทัศน์ หรือเรื่องเล่า ฯลฯ โดยสิ่งที่นำเสนอต้องมีเนื้อหาหรือนำไปสู่โมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ผู้สอนควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่นำเสนอ ซึ่งการตอบคำถาม การอภิปรายของนักเรียน หรือการใช้การตั้งคำถามโนทัศน์ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับโมโนทัศน์ที่กำลังจะนำเสนอว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด หรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่อย่างไร ผู้สอนควรปล่อยให้ให้นักเรียนได้อภิปรายอย่างอิสระโดยไม่ต้องเฉลยว่าสิ่งที่ตอบนั้นถูกหรือผิด

ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของโมโนทัศน์ (Explanation and Concept

Checking) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

- ศึกษาโมโนทัศน์ ในขั้นนี้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คน เพื่อทำการศึกษา ค้นคว้า หรือทดลอง เกี่ยวกับโมโนทัศน์ที่ผู้สอนนำเสนอ
- อธิบายโมโนทัศน์ นักเรียนจะต้องอธิบายโมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ เช่น การให้คำนิยาม หรืออธิบายคุณลักษณะของโมโนทัศน์ พร้อมกับยกตัวอย่างเพิ่มเติม
- ตรวจสอบโมโนทัศน์ ผู้สอนตรวจสอบว่านักเรียนมีโมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือไม่ หากนักเรียนมีโมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว สามารถไปสู่ขั้นตอนการเรียนรู้ถัดไปได้ แต่หากนักเรียนยังมีโมโนทัศน์คลาดเคลื่อน นักเรียนจะต้องกลับไปพิจารณาโมโนทัศน์ที่นำเสนอในขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโมโนทัศน์อีกครั้งแล้วทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยผู้สอนควรให้คำแนะนำในการศึกษาเพื่อให้นักเรียนเกิดโมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ (Knowledge Organization and Elaboration)

ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำโมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับโมโนทัศน์หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อจัดโครงสร้างทางปัญญา หรือสร้างหลักการสำหรับนำไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่นหรือนำไปแก้ปัญหา ผู้สอนอาจให้นักเรียนเขียนแผนผังโมโนทัศน์ หรือตอบคำถามจากการตั้งคำถามโนทัศน์ แล้วอภิปราย หรือทำนายผลของสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และสามารถเชื่อมโยงโมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนบางกลุ่มอาจใช้เวลาว่างนั้นผู้สอนจึงควรแนะแนวทางเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโมโนทัศน์ใหม่กับโมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมได้ง่ายขึ้น ขั้นตอนนี้จะทำให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอไปมากน้อย

เพียงใดและสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เพื่อสร้างหลักการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่

ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Problem Awareness and Writing Hypothesis) ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- ระดมสมองรวบรวมปัญหา ผู้สอนนำเสนอเหตุการณ์ ประเด็น หรือสถานการณ์ให้นักเรียนโดยอาจเป็นเรื่องเดิมที่ได้นำเสนอไปแล้วในขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโนทัศน์ หรืออาจเป็นเรื่องใหม่ที่เกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาก็ได้ จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองเขียนสิ่งที่คิดว่าเป็นปัญหาของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในกระดาษ
- คัดกรองและระบุปัญหาหลัก นักเรียนทำการคัดกรองปัญหาที่เขียนมาทั้งหมดเพื่อระบุปัญหาหลักที่ต้องการศึกษา โดยควรพิจารณาเลือกปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนด
- ตั้งสมมติฐาน นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งสมมติฐาน
- วางแผนดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา ผู้สอนควรใช้คำถาม K W H ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนดำเนินการได้ง่ายขึ้น ว่าจะอะไรเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน (K) เป็นการให้นักเรียนระลึกถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิม นักเรียนต้องการข้อมูลใดบ้างในการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น (W) และจะมีวิธีการอย่างไรในการพิสูจน์สมมติฐานนั้นได้ (H) ทั้งนี้ นักเรียนอาจเขียนสรุปขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปของแผนผังมโนทัศน์ก็ได้

ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (Investigating and Analyzing Data) ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามแผนที่ได้วางไว้ อาจเป็นการทำการทดลอง หรือการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น ผู้สอนต้องเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้เพียงพอ และหากเป็นการทดลองควรดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตราย
- วิเคราะห์ข้อมูล เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองหรือการสืบค้นแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปเป็นคำตอบหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรใช้

คำถาม L ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่าจากการทดลองหรือการสืบค้นนักเรียนได้เรียนรู้
อะไรบ้าง

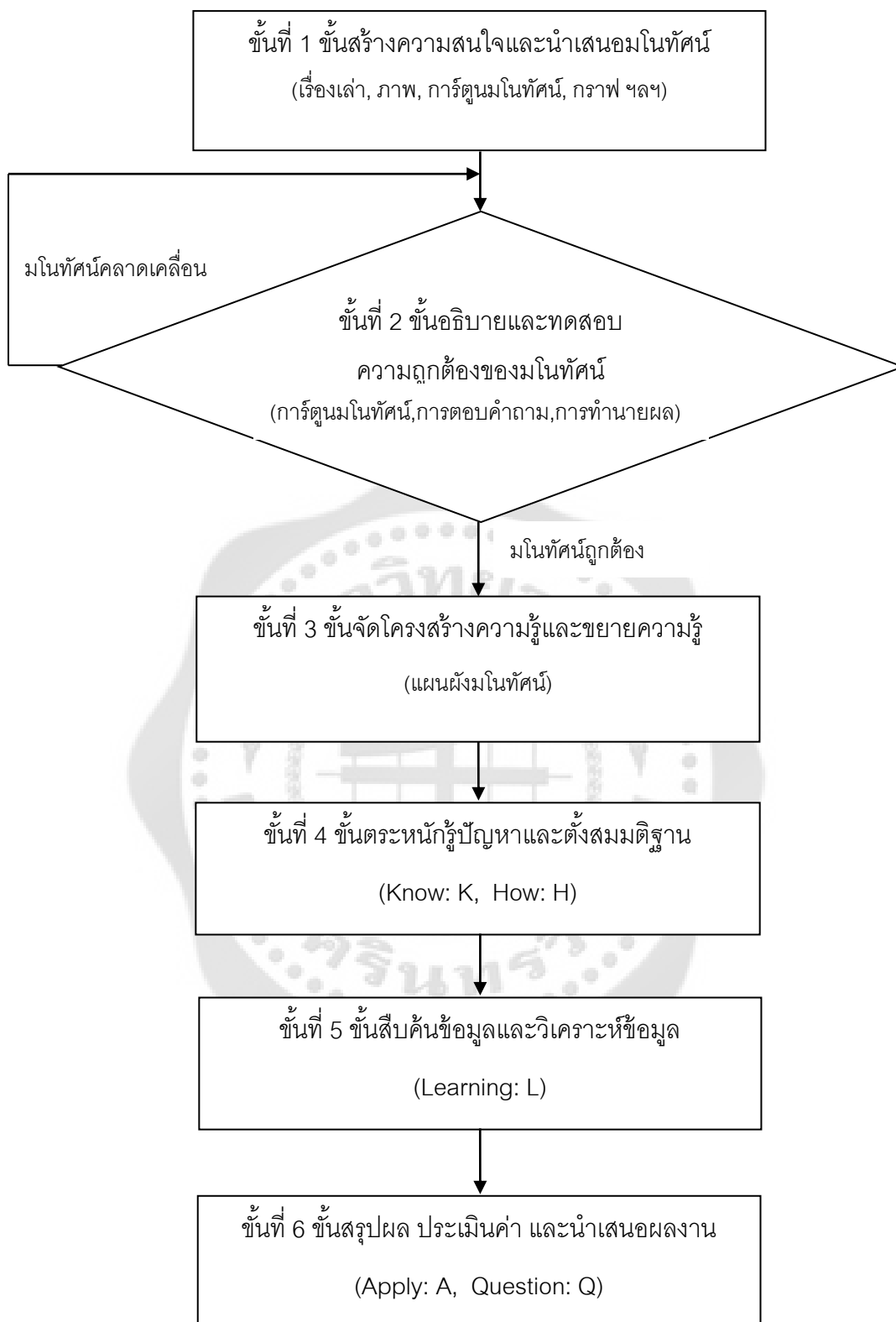
ขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า (Making Conclusive Presentations and Evaluations) ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- สรุปผล นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปสิ่งที่เรียนรู้ว่านำไปแก้ปัญหาได้อย่างไร ผู้สอนควร
ใช้คำถาม A ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน
ชีวิตประจำวันได้อย่างไร อาจเขียนเป็นความเรียงหรือสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์ก็ได้

- นำเสนอผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานในชั้นเรียน แล้วช่วยกันสรุป
คำตอบว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมเหตุผลสนับสนุนที่สมเหตุสมผล และร่วมกันอภิปราย
ถึงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบว่าวิธีการใดเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

- ประเมินค่า นักเรียนประเมินตนเองและเพื่อนตามเกณฑ์การประเมินที่นักเรียนและผู้สอน
ได้ตกลงกันไว้ในชั่วโมงแรก หลังจากนั้นผู้สอนควรใช้คำถาม Q ตามแนวทางการสืบค้นแบบ
KWHLAQ ว่าตอนนี้นักเรียนมีคำถามใหม่หรือมีสิ่งที่ต้องการรู้ต่อจากเรื่องที่เรียนหรือไม่ เพื่อฝึกให้
นักเรียนกำหนดปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจมีคำถามหลากหลายรูปแบบ ผู้สอนจึงควร
แนะแนวทางให้นักเรียนศึกษาในสิ่งที่สอดคล้องกับวิชาเรียน หากนักเรียนมีคำถามที่น่าสนใจซึ่งมีส่วน
เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนแต่ไม่มีในแบบเรียน ผู้สอนควรแนะนำให้ไปสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อ
นำมาอภิปรายร่วมกัน และผู้สอนเองก็ควรสืบค้นข้อมูลเรื่องนั้นจากหลาย ๆ แหล่งสำหรับการเรียนรู้
ร่วมกันกับนักเรียน ทั้งนี้หากคำถามใหม่ที่ได้เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่จะเรียนต่อไป ผู้สอนอาจใช้คำถาม
นั้นเป็นประเด็นสำหรับนำเสนอในขั้นที่ 1 ของการเรียนการสอนเรื่องต่อไปก็ได้

โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ที่ได้ แสดงดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.6 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) แล้ว ยังต้องใช้ทักษะความคิดระดับสูงเพื่อให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง (บรรดล สุขปิติ. ม.ป.ป.: 4-5) โดยประกอบด้วยความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาดังนี้

3.6.1 ความสามารถในการระบุปัญหาหรือมองเห็นปัญหาที่แท้จริงอย่างกระจ่างชัด

3.6.2 ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน เพื่อหาสาเหตุในการแก้ปัญหา

3.6.3 ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการตรวจสอบสมมติฐาน

3.6.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการสรุปผลหรือหาคำตอบของ

ปัญหา

3.6.5 ความสามารถในการประเมินความถูกต้องของคำตอบของปัญหา

การวิเคราะห์ลำดับของความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 6 แบบ (บรรดล สุขปิติ. ม.ป.ป.: 14) ได้แก่

1) แบบทดสอบการจัดการปัญหา (Problem Management) มีลักษณะคล้ายกับแบบทดสอบแบบถูกผิดหลายตัวเลือก หรือคล้ายกับแบบสำรวจรายการ (Checklist) โดยแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหามาให้และมีข้อความลักษณะให้เลือกแนวทางในการแก้ไขซึ่งมีหลายรายการ

2) แบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความแบบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่นิยมมาก เนื่องจากมีจุดเด่นหลายประการ คือ ถามได้จำนวนมากข้อ และครอบคลุมเนื้อหา ตรวจสอบง่ายและมีความเป็นปรนัย ใช้เวลาตรวจน้อย เหมาะกับการประเมินที่มีผู้ถูกประเมินจำนวนมาก ข้อคำถามที่มีคุณภาพดีสามารถเก็บไว้ในโอกาสต่อไปได้ แต่ก็มีข้อจำกัด คือ เป็นการแนะแนวคำตอบให้นักเรียน เดาแล้วมีโอกาสถูกสูงจึงอาจไม่สามารถสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ ไม่สามารถทราบได้ว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไร ไม่เหมาะกับการวัดความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดที่ซับซ้อน แบบทดสอบจะมีลักษณะเป็นชุดหรือเป็นตอน ในแต่ละตอนจะกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหามาให้แล้วมีข้อความหลาย ๆ ข้อ

3) แบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความแบบอัตนัย มีลักษณะเป็นกรณีศึกษาเช่นเดียวกับแบบทดสอบการประเมินความสามารถในการ

แก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ คือ แบบทดสอบจะแบ่งเป็นตอนและในแต่ละตอนจะมีสถานการณ์ที่กำหนดมาให้แล้วมีข้อคำถามแบบอัตนัยหลายข้อให้นักเรียนตอบ

4) แบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยประยุกต์ มาจากภาษาอังกฤษว่า Modified Essay Question Test นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า แบบทดสอบเอ็มอีคิว (MEQ) หรือนักวัดผลบางคนอาจเรียกว่า แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ แบบทดสอบประเภทนี้เริ่มต้นพัฒนามาจากการจัดการศึกษาทางการแพทย์สำหรับการวินิจฉัยโรค เพื่อให้การรักษาคนไข้ มีลักษณะคล้ายแบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยในเรื่องของการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ แต่แทนที่จะให้ข้อมูลทั้งหมดเพียงครั้งเดียว ก็เปลี่ยนเป็นการแบ่งข้อมูลของสถานการณ์ทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้นักเรียนพิจารณาทีละส่วนต่อเนื่องกันตามลำดับ โดยในแต่ละส่วนจะแทรกข้อคำถามแบบอัตนัยที่เฉพาะเจาะจงตามกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนต้องตอบปัญหาแต่ละตอนภายในเวลาที่กำหนด และไม่อนุญาตให้กลับไปแก้คำตอบของข้อที่ผ่านมาแล้ว เพื่อตรวจสอบการตัดสินใจในแต่ละขั้นตอนว่าถูกหรือผิดอย่างไร

5) แบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบปรนัยประยุกต์ หรือแบบทดสอบเลือกตอบประยุกต์ (Modified Multiple Choice Question: MMCQ) ได้พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องในเรื่องการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยประยุกต์ซึ่งมีความยากลำบากในการตรวจและไม่เหมาะในกรณีที่มีผู้รับการประเมินจำนวนมาก โดยแบบทดสอบประเภทนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับแบบอัตนัยประยุกต์นั่นคือ เป็นชุดของสถานการณ์ย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน แล้วทยอยให้สอบทีละสถานการณ์ แต่จุดอ่อนที่สำคัญคือเรื่องของการเดาที่มีโอกาสถูกต้องสูง ซึ่งอาจไม่ได้มาจากความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

6) แบบทดสอบการวัด 3 ขั้น (Triple Jump) เป็นการปรับปรุงวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานทางการแพทย์และการพยาบาล ในลักษณะ การตอบปากเปล่าเมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้หรือเมื่อเผชิญสถานการณ์จริง แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ให้นักเรียนอ่านโจทย์ซึ่งกำหนดเป็นสถานการณ์สั้นๆ แล้วตอบคำถาม 2) ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยไปหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ 3) ขั้นสรุปปัญหา นักเรียนกลับมาพบผู้สอนอีกครั้งเพื่อสรุปปัญหาและเขียนอธิบายแนวทางการแก้ไขปัญหาของสถานการณ์นั้น

จากรายละเอียดข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ และข้อคำถามแบบอัตนัย โดยจัดทำแบบทดสอบ 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบปรนัยเลือกตอบ และ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย เนื่องจากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าว

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแบบเลือกตอบมีความเป็นปรนัยและตรวจง่าย ใช้เวลาตรวจน้อย เหมาะกับการวัดความสามารถของนักเรียนจำนวนมาก แต่เนื่องจากข้อคำถามชนิดเลือกตอบมีข้อจำกัด คือ เป็นนักเรียนสามารถเดาแล้วมีโอกาสถูกสูงจึงอาจไม่สามารถสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกข้อคำถามแบบอัตนัยด้วย เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องดังกล่าว แม้จะมีข้อจำกัดในการตรวจซึ่งต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความสำคัญ แต่การเขียนเพียงอย่างเดียวไม่ครอบคลุมกระบวนการและพฤติกรรมทั้งหมดของนักเรียน ดังนั้นในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ควรประเมินขั้นตอนในการเรียนรู้ทั้งหมดด้วย เช่น การตอบคำถาม การทำแบบทดสอบ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. 2555: 230; บรรดล สุขปิติ. ม.ป.ป.:1)

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายงาน ดังนี้

บุญนำ อินทนนท์ (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง จ.นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 80 คน โดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยการแก้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ระดับ .01 ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแก้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะ โดยในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น เพ็ญพร วังภูมิใหญ่ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่มีต่อระดับความเครียด ความจำเพาะทำงาน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 86 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ ไม่พบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม นอกจากนี้ยัง

พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดสามารถลดภาวะความเครียดที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ได้ดีกว่าวิธีปกติ นอกจากนี้การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการ ของ วิสุทธิ ตรีเงิน (2551) ก็เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผลดีวิธีหนึ่ง โดยการวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น นักศึกษา สาขาการบัญชี คณะการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจ บัณฑิตย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 76 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 38 คน โดยผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการทำ โครงการวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมี ยัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ วิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยอารยา ช่ออึ้งชัย (2553) ได้ทำการวิจัย เรื่อง พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมี วิจาร์ณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน โรงเรียนโรตารีกรุงเทพฯ จำนวน 41 คน โดยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น เรียกว่า “PLOASE Model” ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมความพร้อมและกระตุ้นจิตใจในการเรียน (Preparing and Motivation step: P) 2) ขั้นเรียนรู้กระบวนการคิดโดยฝึกปฏิบัติ (Learning Thinking by Practice step: L) 3) ขั้นจัดระเบียบความรู้ (Organizing Knowledge step: O) 4) ขั้นประยุกต์ใช้กระบวนการ คิด (Applying Thinking Process step: A) 5) ขั้นสรุป (Summarizing step: S) และ 6) ขั้น ประเมินผล (Evaluating step: E) ผลการวิจัยหลังจากนักเรียนได้เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นแล้ว ปรากฏว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหามีวิจาร์ณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายงาน ดังนี้

ในระดับมัธยมศึกษา แอดิโซจิ (Adesoji. 2008) ได้ทำการศึกษาระดับความสามารถของ นักเรียนที่มีผลต่อกระบวนการเรียนการสอนด้วยการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยม จำนวน 120 คน ของ รัฐโอฮัน ประเทศไนจีเรีย โดยแบ่งนักเรียนออกตามความสามารถเป็น 3 ระดับ คือ ความสามารถสูง ความสามารถปานกลาง และความสามารถต่ำ ทั้ง 3 กลุ่มเรียน เรื่อง อิเล็กโทรลิซิส (electrolysis) ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับสมรรถนะ

ไม่เท่ากันหลังจากเรียนด้วยกระบวนการแก้ปัญหาแล้วไม่แตกต่างกันในด้านระดับความสามารถ และในระดับอุดมศึกษา อับดัลลาห์ (Abdallah. 2004: Online) ได้ทำการศึกษาผลการใช้วิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้แนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ กับนักศึกษาวิศวกรรม ปีที่ 2 ที่เรียนวิชาการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ประเทศสหรัฐอเมริกาหรับเอมิเรตส์ หลังการจัดการเรียนพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นอย่างดี มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทำงานร่วมกัน รวมทั้งมีความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่นั่งเฉยเพื่อรอรับข้อมูลเพียงอย่างเดียว ทำให้การจัดการจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาจากครูวิทยาศาสตร์ฝึกหัด ของ โดกรู (Dogru. 2008) ซึ่งได้ศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ฝึกหัดในการอธิบายปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์ฝึกหัดของมหาวิทยาลัยกาซี (Gazi University) ปีการศึกษา 2003-2004 จำนวน 102 คน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการแก้ปัญหาไม่ได้มีกระบวนการเหมือนกับวิชาฟิสิกส์ที่ครูวิทยาศาสตร์สอนเท่านั้น แต่สามารถนำไปใช้ในปัญหาสังคม เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน โดยผู้เข้าร่วมวิจัยมีทักษะการทำงานทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น และมีผลการเรียนสูงขึ้น

จากการพิจารณาตัวอย่างงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พอสรุปได้ว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าวิธีสืบเสาะ โดยเฉพาะการนำแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ มาใช้ร่วมด้วยจะทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ระดับความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีนี้

4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward Science) เป็นส่วนหนึ่งของจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์ (สุชาดา บวรกิตติวงศ์. 2554: Online) โดยคำว่า Attitude มาจากภาษาละตินว่า Aptus แปลว่า ไน้มเอียง และ เหมาะสม (ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ. ม.ป.ป.: 27) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึก ความเชื่อ ค่านิยม ของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม (Klausmeier; & Ripple. 1971: 518; ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ. ม.ป.ป.: 28; สุชาดา บวรกิตติวงศ์. 2554: Online)

ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อนักวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2555: 148) เป็นต้น

1.2 การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่สามารถกระทำได้โดยตรง ปกติทำได้โดยการตรวจสอบพฤติกรรมภายนอกของนักเรียน เช่น คำพูด การแสดงความเห็น หรือการปฏิบัติ เราสามารถแบ่งการประเมินออกเป็น 2 แบบ ตามลักษณะวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมิน (สสวท. 2555: 152-177) ดังนี้

1.2.1 การประเมินโดยบุคคลภายนอก เป็นการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมา แล้วนำข้อมูลที่ได้มาแปลความหมาย มีข้อจำกัดคือ ผู้ประเมินต้องมีความเที่ยงตรงในการแปลความหมาย ดังนั้นก่อนทำการประเมินจึงต้องมีการแจกแจงรายละเอียดก่อน วิธีการประเมินประกอบด้วย

1.2.1.1 การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง

1.2.1.2 การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก ซึ่งมีหลายรูปแบบ ได้แก่

1.2.1.2.1 ระเบียบพฤติกรรมหรือแบบรายงานพฤติกรรม

1.2.1.2.2 แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ

1.2.1.2.3 แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า

1.2.2 การประเมินตนเอง โดยให้นักเรียนรายงานความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อดีคือ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างอิสระทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นความรู้สึกที่แท้จริง และเหมาะกับการใช้ประเมินนักเรียนที่มีจำนวนมากเนื่องจากใช้เวลาไม่นาน แต่มีข้อจำกัดคือ ถ้านักเรียนไม่ตอบตามความจริงจะทำให้การแปลความหมายผิดไปได้ วิธีการประเมินประกอบด้วย

1.2.2.1 การใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีหลายรูปแบบ ได้แก่

1.2.2.1.1 แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ ประกอบด้วยรายการข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียนที่ต้องการทราบว่ามีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ โดยนักเรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง ด้วยการเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่งในสองคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความเป็นจริงของตนเอง เช่น ใช่ ไม่ใช่ หรือ มี ไม่

1.2.2.1.2 แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า มีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ แต่มีการกำหนดระดับความคิดเห็น ความรู้สึก หรือความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ให้นักเรียนประเมินเพื่อใช้ตอบคำถามได้มากกว่า เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

1.2.2.2 การใช้แบบประเมินเชิงสถานการณ์ เป็นเครื่องมือที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมบ่งชี้บางอย่างที่ต้องการในช่วงเวลาที่วัด เนื่องจากบางพฤติกรรมอาจเกิดขึ้นในสภาพความเป็นจริงได้ยากและต้องอาศัยเงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งหากจะทำการวัดพฤติกรรมดังกล่าวโดยวิธีสังเกตจากสถานการณ์จริงจะทำได้ยากหรือต้องเสียเวลารอคอย ดังนั้นแบบประเมินเชิงสถานการณ์จะประกอบด้วยส่วนที่เป็นสถานการณ์และส่วนที่เป็นคำตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์ที่คล้ายคลึงหรือเลียนแบบสถานการณ์จริงให้นักเรียนเขียนหรือเลือกคำตอบในลักษณะของการแสดงอารมณ์ความรู้สึก ความคิดเห็นต่อสถานการณ์ ต่อการกระทำของบุคคลในสถานการณ์ หรือพิจารณาเลือกปฏิบัติจากการสมมติว่าตนเป็นบุคคลในสถานการณ์

จากการศึกษาวิธีการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าโดยให้นักเรียนประเมินตนเอง เนื่องจากนักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างอิสระทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นความรู้สึกที่แท้จริง มีการกำหนดระดับความคิดเห็น ความรู้สึก หรือความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ให้นักเรียนประเมิน ทำให้ได้สามารถประเมินระดับความคิดเห็นหรือความรู้สึกได้ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

5 คะแนนจุดตัด

5.1 ความหมายและแนวคิดของคะแนนจุดตัด

ความหมายของคะแนนจุดตัด (Cutting Score) ตามแนวคิดของเบอร์ก (Berk. 1976: 4) กล่าวว่า คะแนนจุดตัดเป็นจุดที่ใช้สำหรับการแบ่งคะแนนของผู้สอบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่สูงกว่าจุดตัด จัดเป็นกลุ่มผู้สอบที่เป็นผู้รอบรู้ (Master) และอีกส่วนหนึ่งที่ต่ำกว่าจุดตัด จัดเป็นกลุ่มผู้สอบที่ไม่เป็นผู้รอบรู้ (Nonmaster) โดยในแต่ละครั้งที่มีการทดสอบ การกำหนดคะแนนจุดตัดของคะแนนทดสอบ จะแบ่งผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มรอบรู้จริง (True Master :TM) กลุ่มไม่รอบรู้จริง (True Non Masters :TN) กลุ่มรอบรู้ไม่จริง (False Masters :FM) และกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง (False Non Masters :FN) ดังภาพประกอบ 7

		Criterion Classification	
		Instructed (I)	Uninstructed (U)
Predictor Classification (Cutting Score)	Predicted Masters (PM = TM + FM)	True Masters (TM)	Type II Error False Masters (FM)
	Predicted Nonmasters (PN = FN + TN)	Type I Error False Nonmasters (FN)	True Nonmasters (TN)
		Masters (M = TM + FN)	Nonmasters (N = FM + TN)

ภาพประกอบ 7 การกำหนดคะแนนจุดตัดซึ่งแบ่งผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่ม

ที่มา: ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. หน้า 267

ทั้งนี้ในอาจมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) เกิดขึ้นได้ จากการกำหนดมาตรฐาน (Standard Setting) หรือความสามารถต่ำสุด (Minimal Competence) ของความต้องการที่จะเรียนรู้ (Minimum Requirement) โดยเบอร์กได้แบ่งความคลาดเคลื่อนมาตรฐานดังกล่าวออกเป็น 2 ประเภท คือ

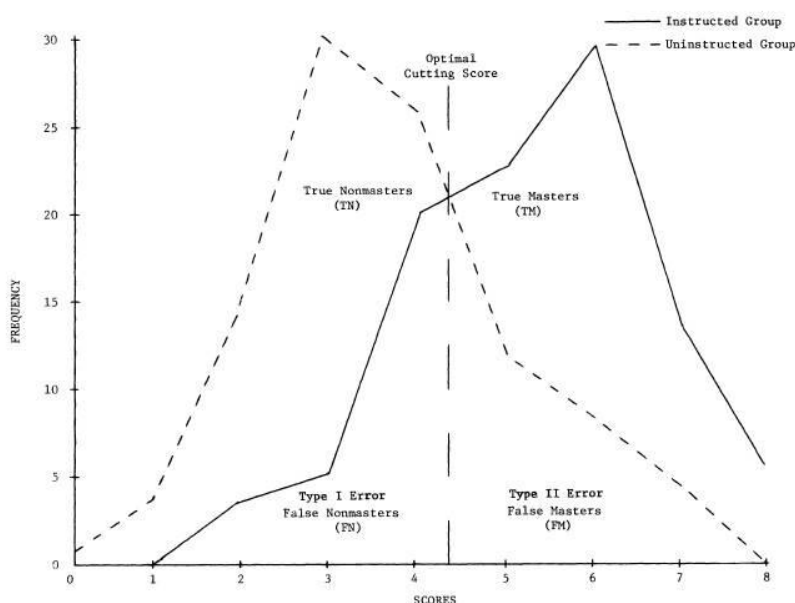
5.1.1 Type I Error หรือ ไม่รอบรู้ไม่จริง คือ ผู้สอบที่ถูกจัดอยู่ในประเภทไม่มีความรอบรู้ ทั้งที่เป็นผู้มีความรู้อย่างแท้จริง เนื่องมาจากเกิดความคลาดเคลื่อนในการกำหนดคะแนนจุดตัดสูงเกินไป ทำให้ผู้สอบที่มีความรู้อย่างแท้จริงไม่สามารถสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้

5.1.2 Type II Error หรือ รอบรู้ไม่จริง คือ ผู้สอบที่ถูกจัดอยู่ในประเภทมีความรอบรู้ ทั้งที่ไม่มีความรอบรู้อย่างแท้จริง เนื่องมาจากเกิดความคลาดเคลื่อนในการกำหนดคะแนนจุดตัดต่ำเกินไป ทำให้ผู้สอบไม่มีความรอบรู้สามารถสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้

5.2 วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัด

วิธีการหนดจุดตัดของเบอร์ก (Berk. 1976: 4) ทำได้โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ยังไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรียกว่า กลุ่มไม่รอบรู้ (Nonmaster) และ กลุ่มที่ได้รับการ

จัดการเรียนรู้แล้ว เรียกว่า กลุ่มรอบรู้ ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาเขียนกราฟ ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม จะพบว่า มีคะแนนคาบเกี่ยวกัน และจุดที่ฟังก์ชันทั้งสองตัดกัน จะเป็นคะแนนพยากรณ์ที่แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 คะแนนพยากรณ์ที่ได้จากการกำหนดคะแนนจุดตัด

ที่มา: ล้วน สายยศ; และ อังคนา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. หน้า 286

การวิเคราะห์หาคะแนนจุดตัด จะใช้ความน่าจะเป็นมาช่วยในการตัดสินใจ (Probability of Decisions) เพื่อให้ได้คะแนนพยากรณ์ที่ดี โดยความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ (Outcome Probability) ที่ต้องทำการวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง : $p(TM)$

ความน่าจะเป็นของการรอบรู้ไม่จริง : $p(FM)$

ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้จริง : $p(TN)$

ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้ไม่จริง : $p(FN)$

ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ทั้ง 4 นี้ สามารถวิเคราะห์ได้จากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (Cell Frequencies) ต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด (Total Sample) ดังนี้

$$p(TM) = TM / (M + N)$$

$$p(FM) = FM / (M + N)$$

$$p(TN) = TN / (M + N)$$

$$p(FN) = FN / (M + N)$$

เมื่อ TM แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้จริง

FM แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้ไม่จริง

TN แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้จริง

FN แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง

$M + N$ แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด ($M + N = TM + FN + FM + TN$)

จากความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถนำมาคำนวณหาความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร (Probability or Incidence of Mastery in Population : BR) และความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่าไม่รอบรู้ในประชากร (Probability of Predicted Mastery in Masters in Population : SR) จากสูตรต่อไปนี้

$$BR = p(FN) + p(TM)$$

$$SR = p(TM) + p(FM)$$

ดังนั้น ความน่าจะเป็นของผู้ไม่รอบรู้ในประชากร = $1 - BR$

ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่าไม่รอบรู้ = $1 - SR$

2) คะแนนจุดตัดที่เหมาะสม จะต้องสามารถพยากรณ์การรอบรู้ของนักเรียนได้เหมาะสมตามเกณฑ์มากที่สุด โดยต้องมีจำนวนนักเรียนที่รอบรู้จริงมากที่สุด และต้องมีจำนวนนักเรียนที่ไม่รอบรู้จริงมากที่สุด ดังนั้นในการตัดสินใจหาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมจึงต้องพิจารณาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ ดังนี้

2.1) ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจที่ถูกต้อง (Probability of Correct Decision) มีค่าสูงสุด หมายถึง คะแนนจุดตัดที่มีค่า $p(TM) + p(TN)$ สูงสุด

2.2) ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจที่ผิด (Probability of Incorrect Decision) มีค่าต่ำสุด หมายถึง คะแนนจุดตัดที่มีค่า $p(FM) + p(FN)$

3) การพิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง (Validity of Coefficient) ซึ่งเป็นค่าที่ชี้ให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่ใช้สามารถจำแนกกลุ่มนักเรียนได้ดีเพียงใดสำหรับการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดนั้น สามารถคำนวณได้จากตัวแปรที่จำแนกแบบค่าไดโคโตมัส (Dichotomos Value) โดยใช้สัมประสิทธิ์แบบฟี (Phi Coefficient : ϕ_{VC}) ซึ่ง

ได้ดัดแปลงมาจากสูตรของแมคเนียร์มา (Adapted From McNemar's Formula) มีสูตรดังนี้ (Berk. 1976: 7)

$$\phi_{vc} = \frac{p(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}}$$

เมื่อ	ϕ_{vc}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด
	$p(TM)$	แทน	ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง
	BR	แทน	ความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร
	SR	แทน	ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่าไม่รอบรู้

จากสูตร จะเห็นว่า เมื่อ $BR = SR$ แล้วจะทำให้ค่า ϕ_{vc} มีค่าสูงสุดเข้าใกล้ 1.00 แต่หาก BR, SR มีค่าไม่เท่ากันหรือแตกต่างกัน จะทำให้ค่า ϕ_{vc} ลดลง โดยเราสามารถแปลความหมายจากค่า ϕ_{vc} ได้ว่า คะแนนจุดตัดมีความเหมาะสม ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด (ϕ_{vc}) มีค่าสูง

จากรายละเอียดข้างต้น แสดงให้เห็นว่าวิธีการกำหนดจุดตัดของเบอร์ก เป็นวิธีที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และมีสูตรการคำนวณที่ไม่ยุ่งยาก เมื่อเทียบกับวิธีการกำหนดจุดตัดวิธีอื่น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการกำหนดจุดตัดของเบอร์ก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภาคกลาง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง สังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง

การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม โดยการเปรียบเทียบผลของพัฒนาการของนักเรียน ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ตามขั้นตอนดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนด กรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้

1.1 ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2)

พ.ศ. 2545 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 เป้าหมายในการพัฒนาการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทย และสภาพปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาไทย สรุปได้ดังนี้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 กำหนดให้จัดการศึกษาโดยยึดผู้เรียนเป็น

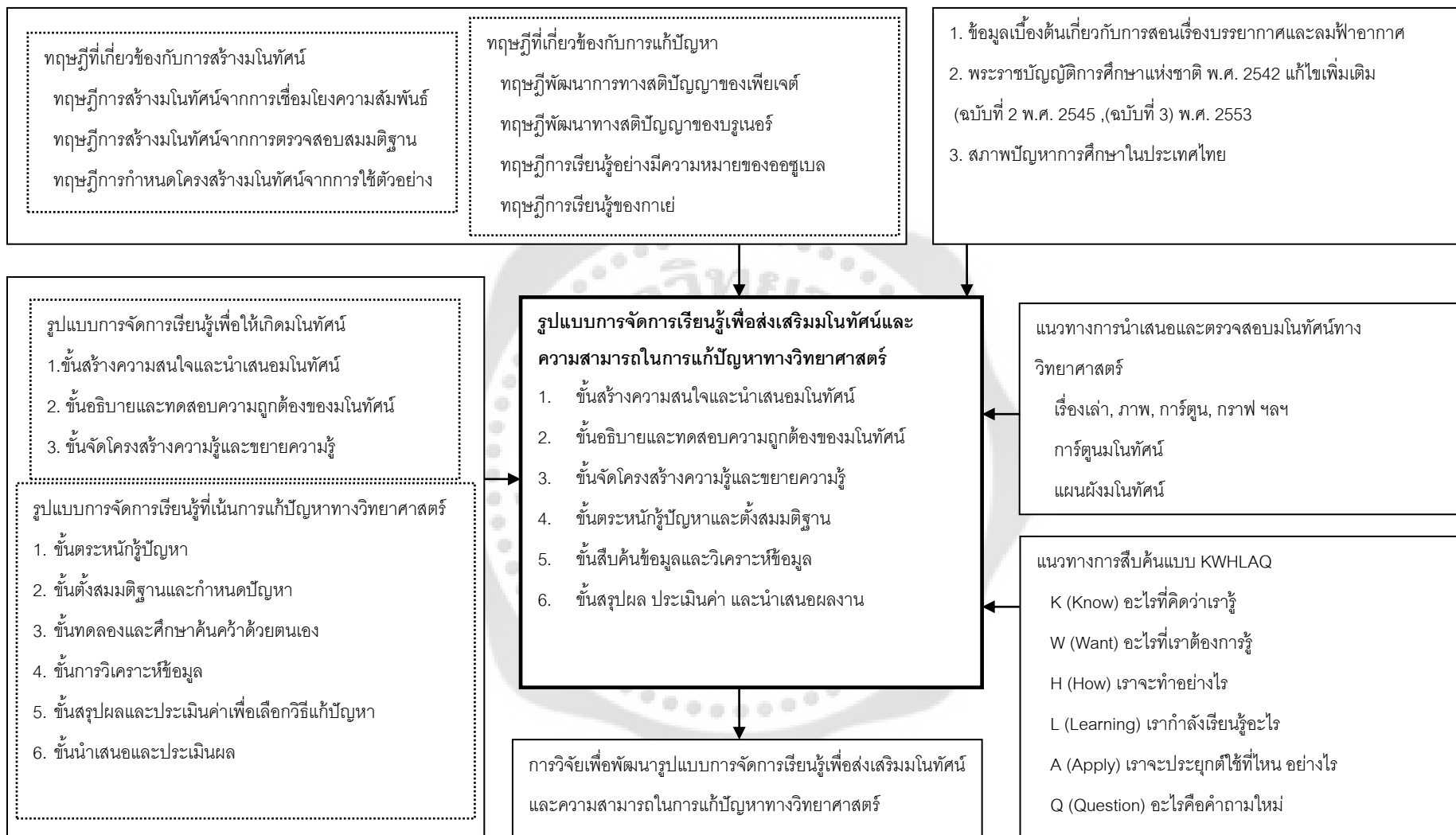
สำคัญและต้องส่งเสริมให้นักเรียนให้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ ต้องฝึกทักษะ การระบวนการคิด การจัดการ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยที่เน้นให้นักเรียน “คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” (สุนีย์ คล้ายนิล. 2555: 8)

ในด้านสภาพการจัดการศึกษาของไทย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 และต่ำกว่ามาตรฐาน (สำนักนายกรัฐมนตรี. 2555: 39) ผลการประเมินระดับการเรียนรู้ของนักเรียนไทยกลุ่มอายุ 15 ปี ในโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ด้านวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ และด้านการอ่าน พบว่า จากกลุ่มตัวอย่าง 6,225 คน มีนักเรียนเพียงร้อยละ 40 เท่านั้นที่ได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบ และมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม เมื่อพิจารณาในรายละเอียดยังพบอีกด้วยว่า นักเรียนไทยร้อยละ 42 มีความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนที่จัดได้ว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงเพียงร้อยละ 0.6 จากจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น (สสวท. 2553: 64; 2554: 193) และเมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ย PISA ตามสังกัดของโรงเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีคะแนนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 9) นอกจากนี้ผลการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ในปี ค.ศ. 2007 และปี ค.ศ. 2011 ของประเทศไทย โดยภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยลดลง 20 คะแนน จาก 417 คะแนน ในปี ค.ศ. 2007 เหลือ 451 คะแนน ในปี ค.ศ. 2011 และยังคงต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศที่เข้ารับการประเมินซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 500 คะแนน เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ย TIMSS ตามสังกัด พบว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีคะแนนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 13) จากข้อมูลดังกล่าวสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาจึงมีความเห็นว่าคุณภาพของโรงเรียนมีความเหลื่อมล้ำกันตามสังกัดและพื้นที่ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 14) แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการจัดการประชุม 4 ภูมิภาคของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาไทย เรื่องการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552 – 2561) ที่พบว่านักเรียนขาดความสามารถในการแก้ปัญหา และผู้สอนไม่ปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 6–8) ยังคงมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนเพื่อผ่านการสอบ ทำให้นักเรียนคิดไม่เป็น และไม่พยายามคิด ไม่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่เรียนในห้องเรียนไปสู่การแก้ปัญหาหรือการแก้ไขสถานการณ์ใน

ชีวิตประจำวันได้ (ธเนศวร์ เจริญเมือง. 2539: 98; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2543: 55; สมบัติ
การจนรักพงศ์. 2545: 2)

1.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัย และบทความที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์
และสร้างเป็นกรอบแนวคิดทฤษฎีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 10





ภาพประกอบ 10 กรอบแนวคิดทฤษฎี

2. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 5 หน้า 62 พบว่าประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ซึ่งบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอน เป็นดังตาราง 7

ตาราง 7 บทบาทของครูและนักเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอมนทัศน์	- นำเสนอประเด็น จากรูปภาพ สถานการณ์ การ์ตูนมโนทัศน์ หรือ เรื่องเล่า ฯลฯ ที่มีเนื้อหานำไปสู่มนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ - ดูแลและอำนวยความสะดวกในการอภิปรายของนักเรียนให้อยู่ในเวลาที่กำหนด	- อภิปรายประเด็นที่ครูนำเสนอ
ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมนทัศน์	- ตรวจสอบมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการอธิบาย ถ้ายังไม่ถูกต้อง ให้นักเรียนย้อนกลับไปขั้นตอนแรก พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูล หรือขั้นตอนการทดลองอีกครั้ง แล้วเปรียบเทียบกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ว่ามีหลักฐานที่น่าเชื่อถือได้สนับสนุนแนวคิดของนักเรียนหรือไม่	- ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษา ค้นคว้า หรือทดลองเกี่ยวกับประเด็นที่ครูนำเสนอ - อธิบายมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้	- ดูแลและให้คำปรึกษากับนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ด้วยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หรือการตอบคำถามในการ์ตูนมโนทัศน์ - ตรวจสอบความถูกต้องเชื่อมโยงของการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หรือการตอบคำถามในการ์ตูนมโนทัศน์	- เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้กับความรู้เดิม โดยการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หรือตอบคำถามในการ์ตูนมโนทัศน์
ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน	- นำเสนอเหตุการณ์ ประเด็น หรือสถานการณ์ให้นักเรียนโดยอาจเป็นเรื่องเดิมที่ได้นำเสนอไปแล้วในชั้นสร้างความสนใจ หรือเป็นเรื่องใหม่ที่เกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาก็ได้ - ให้คำแนะนำในการคัดกรองปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด - ใช้คำถาม K W H ตามตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนดำเนินการได้ง่ายขึ้น ได้แก่ อะไรเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน (K) นักเรียนต้องการข้อมูลใดบ้างในการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น (W) และจะมีวิธีการอย่างไรในการพิสูจน์สมมติฐานนั้นได้ (H)	- คัดกรองปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ - ตั้งสมมติฐาน - วางแผนดำเนินการแก้ปัญหา และตอบคำถาม K W H ตามแนวสืบค้นแบบ KWHLAQ

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	- เตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลองหาค้นนักเรียนวางแผนทำการทดลองเพื่อยืนยันทฤษฎีอย่างเพียงพอและดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตราย - ใช้คำถาม L ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่าจากการทดลองหรือการสืบค้นนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง	- ดำเนินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามที่วางแผนไว้ เช่น คำนวณเพิ่มเติม ทดลอง - วิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา หรือการทดลอง และตอบคำถาม L ตามแนวสืบค้นแบบ KWHLAQ
ขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า	- ใช้คำถาม A ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างไร - ดูแลการอภิปรายให้อยู่ในเวลาที่กำหนด - ใช้คำถาม Q ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่าตอนนี้ นักเรียนมีคำถามใหม่หรือมีสิ่งที่ต้องการรู้ต่อจากเรื่องที่เรียนหรือไม่ เพื่อฝึกให้นักเรียนกำหนดปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง - ประเมินผลงานของนักเรียน	- นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้วเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของตนเอง - นำเสนอผลงาน - อภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด - ประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน - ตอบคำถาม Q ตามแนวสืบค้นแบบ KWHLAQ โดยการเขียนคำถามหรือระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม

2.1.1 ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อหาเนื้อหาที่เหมาะสม สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิชาวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดให้นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรียนเรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนยังมี

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวในหลายประเด็น ผู้วิจัยจึงเลือก เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ มาใช้เป็นเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้

2.1.2 ผู้วิจัยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตชนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ นำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณา จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ตรวจประเมิน ความเหมาะสม และความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กับประเด็นที่กำหนด โดยค่า IOC ควรมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 117) ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กับประเด็นที่กำหนด ได้แก่ การจัดเรียง มีค่าระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าความเหมาะสมระหว่าง 3.60 – 4.20 มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงได้ดังภาคผนวก ข ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็น ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เขียนอธิบายขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากในบางขั้นตอนมีขั้นตอนย่อยค่อนข้างซับซ้อน ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยการเขียนอธิบายขั้นตอนย่อยในแต่ละขั้นให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2) ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้แก้ไขคำผิดหรือคำที่พิมพ์ซ้ำในคำอธิบายขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงทำการตรวจทานและแก้ไขคำผิดตามคำแนะนำ

2.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรมหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ และ ลมฟ้าอากาศ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.2.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยวัดผลในด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ได้แก่ เรื่องบรรยากาศ และ ลมฟ้าอากาศ จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งได้แสดงในภาคผนวก ข โดยผู้วิจัยต้องการแบบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 45 ข้อ โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน จากนั้นนำเสนอต่อกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงให้เหมาะสม

2) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างระหว่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์กับเนื้อหาตัวชี้วัดและระดับพฤติกรรม และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความสอดคล้องของระดับพฤติกรรม และมีความสอดคล้องของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับตัวชี้วัดมาตรฐานของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และมีความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ มีค่าระหว่าง 3.60 – 4.00 สามารถนำไปใช้ได้ แสดงได้ดังภาคผนวก ข โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นดังนี้

2.1) ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับข้อความของตัวเลือกเพื่อให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรม

2.2) ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้แก้ไขคำถามเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

3) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบโดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเคยผ่านการเรียนเรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศมาแล้ว จำนวน 30 คน จากนั้นนำมาหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก เป็นรายข้อโดยเลือกใช้เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ลิวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 210-211) ผลการทดสอบพบว่า ความยากง่ายของแบบวัดฯ รายข้อมีค่าระหว่าง 0.27 – 0.77 และอำนาจจำแนกของแบบวัดฯ รายข้อมีค่าระหว่าง 0.27 – 0.73

4) นำคะแนนของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ลิวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 197) ผลการคำนวณพบว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดฯ มีค่า 0.85

2.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเอกสารเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วออกแบบสถานการณ์ และคำถามตามองค์ประกอบในการวัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (Quellmalz. 1985) 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา 4) วิธีการแก้ไขปัญหา และ 5) การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ โดยกำหนดโครงสร้างของแบบวัดออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 แบบ

ปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 7 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ จำนวนทั้งหมด 35 ข้อ และตอนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ จำนวนทั้งหมด 15 ข้อ โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนส่วนที่เป็นปรนัยเลือกตอบ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน ส่วนที่เป็นอัตนัยให้คะแนน 3 ระดับ คือ ตอบถูกต้องและชัดเจน ได้ 3 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจน ได้ 2 คะแนน และตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบ ได้ 1 คะแนน

2) นำแบบวัดฯ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลการประเมินพบว่า แบบวัดฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้ทั้ง 10 สถานการณ์ โดยต้องปรับปรุงและแก้ไขข้อความในบางคำถามและตัวเลือกบางข้อตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ผลการประเมินพบว่า แบบวัดฯ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ มีค่าระหว่าง 3.60 – 4.00 สามารถนำไปใช้ได้ แสดงได้ดังภาคผนวก ข โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นดังนี้

2.1) ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับข้อความของตัวเลือกเนื่องจากตัวเลือกมีความใกล้เคียงกัน

2.2) ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้แก้ไขคำถามเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

3) นำแบบวัดฯ ไปทดลองใช้โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน จากนั้นนำมาหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก เป็นรายข้อโดยเลือกใช้เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ลิวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 210-211) ผลการทดสอบ พบว่า ความยากง่ายของแบบวัดฯ รายข้อมีค่าระหว่าง 0.33 – 0.63 อำนาจจำแนกของแบบวัดฯ รายข้อมีค่าระหว่าง 0.27 – 0.67 แสดงได้ดังภาคผนวก ข

4) นำคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยส่วนที่เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ ใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ลิวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 197-200) ส่วนที่เป็นอัตนัยใช้หลักสถิติในรูปสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) (ลิวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 193) ผลการคำนวณพบว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดฯ ส่วนที่เป็นปรนัย มีค่า 0.81 และส่วนที่เป็นอัตนัย มีค่า 0.83

2.2.3 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นแบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แล้วออกแบบแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านกิจกรรม และ 3) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ลักษณะของแบบวัดฯ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scales) 5 ระดับ ของลิเคิร์ท (Likert) จากนั้นนำแบบวัดเจตคติไปให้กรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาตรวจสอบ ซึ่งการแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2) ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบวัดฯ กับนิยาม และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีค่าความสอดคล้องของแบบวัดฯ กับประเด็นที่กำหนดอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 และมีค่าความเหมาะสมของภาษาที่ใช้อยู่ระหว่าง 3.67 – 4.00 สามารถนำไปใช้ได้ แสดงได้ดังภาคผนวก ข

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฯ โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538:200) ผลการคำนวณพบว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดฯ มีค่า 0.74

2.4 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน และใบกิจกรรมสำหรับใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ตามแผนเพื่อวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามให้นักเรียนเขียนอธิบายมโนทัศน์หลัก โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนใบกิจกรรม คือ ตอบถูกต้องและชัดเจน ได้ 3 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจน ได้ 2 คะแนน และตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ ได้ 1 คะแนน จากนั้นนำคะแนนมาคำนวณเทียบให้เป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนนในแต่ละแผน

2.4.1 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ตรวจประเมิน ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ และความสอดคล้อง ของแผนการจัดการเรียนรู้ฯ กับกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ฯ แสดงได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนฯ ที่	หน่วย ที่	ชื่อหน่วย	จำนวน ชั่วโมง	เนื้อหา
1	1	บนชั้นฟ้า	3	บรรยากาศ -ชั้นบรรยากาศ -ผลของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อบรรยากาศ
2	1	เธอมีจริง	5	บรรยากาศ - องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ ได้แก่ -อุณหภูมิอากาศ -ความดันอากาศ
3	1	น้ำตาฟ้า	4	บรรยากาศ - องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ(ต่อ) ได้แก่ -ลม -ความชื้นอากาศ -เมฆและฝน
4	2	อิทธิฤทธิ์ของลม	3	ลมฟ้าอากาศ -พายุฝนฟ้าคะนอง -พายุหมุนเขตร้อน -มรสุม
5	2	หมอดูอากาศ	2	ลมฟ้าอากาศ -การพยากรณ์อากาศ

ตาราง 8 (ต่อ)

แผนฯ ที่	หน่วย ที่	ชื่อหน่วย	จำนวน ชั่วโมง	เนื้อหา
6	2	เมื่อโลกร้อน	3	ลมฟ้าอากาศ -เอลนีโญ-ลานีญา -การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศของโลก -มลพิษทางอากาศ

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ฯ กับกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.80-1.00 ในทุกหัวข้อการประเมินแสดงได้ดังภาคผนวก ข สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เพิ่มกิจกรรมให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น เกมจับคู่คำ หรือการทดลองเล็ก ๆ ก่อนเข้าสู่เนื้อหา และควรบอกมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นกับนักเรียนให้ชัดเจน ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มกิจกรรมจับคู่คำกับความหมายของชั้นบรรยากาศในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แต่เนื่องจากในแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ที่เหลือมีการทดลองแล้ว และเวลาที่มีจำกัดในการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยจึงไม่ได้เพิ่มกิจกรรมการทดลองอื่น ๆ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ระบุมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นกับนักเรียนลงในชั้นอธิบายและตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์

2) ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เพิ่มข้อคำถามในใบกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบเติมคำในข้อความมโนทัศน์หลัก เพื่อให้นักเรียนฝึกเขียนและทบทวนมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วอีกครั้ง ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มเติมข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยในแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ที่ 1-2 เป็นข้อคำถามแบบเติมคำโดยกำหนดคำมาให้ นักเรียนเลือกเติม เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคย จากนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ที่ 3-6 เป็นข้อคำถามแบบเติมคำที่ไม่ได้กำหนดคำมาให้เลือกเติม

3) ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ตรวจแก้คำผิด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการตรวจทานและแก้ไขตามคำแนะนำ

4) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อไปทำการศึกษาต่อต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษานำร่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น

1.1 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตสโน้ตและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท จำนวน 20 คน ใช้เวลาในการสอน สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 20 ชั่วโมง โดยแบบแผนการวิจัยเป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design)

1.2 ผู้วิจัยอธิบายรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแนวทางการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดฯ ต่าง ๆ อย่างละเอียดให้กับผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้าใจ ก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.3 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อให้ทราบถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ และข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.4 ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้พร้อมทั้งเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาหรืออุปสรรคที่พบเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยปัญหาหรืออุปสรรคที่พบสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

1) เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้เกินจากที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมหลาย ๆ กิจกรรม นักเรียนจึงใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดทุกชั้นตอน โดยเฉพาะในขั้นสรุปผลนำเสนอผลงาน และการประเมินค่า เนื่องจากนักเรียนค่อนข้างขาดประสบการณ์ในการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน จึงมีอาการประหม่า และใช้เวลาค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาด้วยการให้นักเรียนติดผลงานของตนเองไว้ที่บอร์ดหน้าห้องแทนการนำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - 6 นักเรียนใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมน้อยลงตามลำดับ นอกจากนี้นักเรียนยังใช้เวลาในการทำใบกิจกรรมส่วนที่เป็นแบบฝึกหัดค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาด้วยการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดส่วนที่เป็นการอธิบายโน้ตสโน้ตในขณะที่ทำกิจกรรม ส่วนที่เหลือให้นักเรียนนำกลับไปทำเป็นการบ้าน ซึ่งช่วยลดเวลาที่ใช้ในชั้นตอนนี้ได้มาก

2) ความร่วมมือในการทำกิจกรรมของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 นักเรียนจับกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมเองตามความสมัครใจ และมีนักเรียนกลุ่มที่เรียนอ่อนจับกลุ่มกันเอง เมื่อถึงขั้นอธิบายและตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์นักเรียนจะเริ่มไม่สนใจสืบค้นข้อมูล ในขั้นจัดโครงสร้างความรู้ นักเรียนจะใช้เวลาในการเขียนแผนผังมโนทัศน์นานกว่ากลุ่มอื่น ๆ มาก และในขั้น

สืบทอดและวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนจะถามเพื่อนแทนการสืบค้นเอง จนเมื่อถึงขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวจะใช้เวลาในการนำเสนอผลงานน้อยมาก เนื่องจากทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลา ผู้วิจัยจึงแก้ไขด้วยการให้นักเรียนจับกลุ่มแบบลดความสามารถ คือในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 – 6 นักเรียนทุกกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมมากขึ้นและทำงานเสร็จตามกำหนด

3) กิจกรรมที่แทรกเข้ามาระหว่างเรียน เนื่องจากโรงเรียนมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเข้าร่วมกิจกรรม เช่น กิจกรรมตาวีเศษ การตรวจสุขภาพนักเรียน การแข่งขันทักษะทางวิชาการ ฯลฯ ทำให้การจัดการเรียนรู้ต้องเลื่อนออกไปจากกำหนดเดิม ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาด้วยการให้นักเรียนเรียนในช่วงโม่งชุมนุมและช่วงโม่งแนะแนว

2. นารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2.1 แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยคือ การทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) (ลิวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 249) ซึ่งมีแบบแผนดังตาราง 9

ตาราง 9 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T_1	X	T_2

เมื่อ X คือ การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ

T_1 คือ การทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

T_2 คือ การทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1.1 ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท ภาค
เรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน โดยก่อนการปฐมนิเทศนักเรียนประมาณ 2
สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทั้ง 6 แผน

2.2.1.2 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแนวทาง
ในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดฯ ต่าง ๆ ให้ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เข้าใจ ก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.2.1.3 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อให้มีความเข้าใจต่อแนวทางการจัดการ
เรียนรู้ และข้อตกลงเบื้องต้น

2.2.1.4 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ประกอบด้วยแบบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.2.1.5 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 20 ชั่วโมง

2.2.1.6 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ประกอบด้วยแบบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.2.1.7 หาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการพิจารณาจุดตัดตามวิธีการของเบอร์ก (Berk.
1976: 4-9)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

3.1 ใบกิจกรรมหลังแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์และความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตโนมัติ

3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยวัดผลในด้าน
ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

3.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4

ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย

3.4 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า และ แบบที่ 2 เป็นแบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales)

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประเมิน และปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้มีความสมบูรณ์ สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั่วไปได้ นั้น ผู้วิจัยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1.1 การวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการจัดการเรียนรู้ ควบคู่กับ คะแนนจุดตัด (Cut-off Score)
- 1.2 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
- 1.3 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
- 1.4 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
- 1.5 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน
- 1.6 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับคะแนนจุดตัด

2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538:

73)

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

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

2.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 79)

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

เมื่อ S. D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนของแต่ละคนยกกำลังสอง
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.1.3 ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 208-209)

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

เมื่อ IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.4 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 209-211)

2.1.4.1 ค่าความยากง่าย

P	=	$\frac{R}{N}$
เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่าย
R	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

2.1.4.2 ค่าอำนาจจำแนก

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
R_U	แทน	จำนวนคนกลุ่มเก่งที่ตอบข้อนั้นถูก
R_L	แทน	จำนวนคนกลุ่มอ่อนที่ตอบข้อนั้นถูก
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.1.5 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

(ลิ้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 197-198)

$$R_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right)$$

เมื่อ R_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อสอบ
p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้นๆ
q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้นๆ
S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.1.6 ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient)

(ลิ้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 68-73)

$$R = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

เมื่อ R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
N	แทน	จำนวนนักเรียน
X	แทน	คะแนนของ X
Y	แทน	คะแนนของ Y

2.1.7 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

(Cronbach's alpha coefficient) ดังนี้ (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538:200)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือนี้ทั้งฉบับ

2.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย

2.2.1 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตสโน้ตและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ประเมินโดยการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการจัดการเรียนรู้และพิจารณาควบคู่กับคะแนนจุดตัด (Cutting Score) ที่ได้จากการทดลอง (Berk. 1976: 6-7) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1.1 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มศึกษานำร่องและคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาสร้างกราฟ เพื่อใช้ในการพิจารณาจุดตัด โดยคะแนนก่อนเรียนจัดเป็นกลุ่มที่ยังไม่ได้จัดการเรียนรู้ คะแนนหลังเรียนจัดเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แล้ว

2.2.1.2 หาคะแนนจุดตัด

2.2.1.3 พิจารณาค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจอย่างถูกต้อง

2.2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สถิติที่ (t – test for Dependent Samples) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ: 2538: 104)

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

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
N	แทน	จำนวนคู่
df	แทน	ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ $N - 1$

2.2.3 ทดสอบสมมติฐานโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม โดยใช้ค่าสถิติ One Sample t-test

$$t = \frac{\bar{Y} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	$\bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	คะแนนจุดตัดที่เหมาะสม (Cut-off Score)
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีรูปแบบอย่างไร และคำถามวิจัยข้อที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะมีประสิทธิผลในด้านการจัดการเรียนรู้มากหรือน้อยเพียงใด ผู้วิจัยจึงแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 ตอน เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาศาสมการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 ผลการพัฒนาลัทธิธรรมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 5 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ในการนำเสนอและการทำความเข้าใจผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอ ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

P(TM) + P(TN) แทน ความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจอย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์

P(FN) + P(FM) แทน ความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์

ϕ_{vc} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์

M.D. แทน ค่าเฉลี่ยผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน

t	แทน ค่าแจกแจงแบบที
p	แทน ค่าความน่าจะเป็นของผลการทดสอบสมมติฐาน
df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีรูปแบบอย่างไร ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ และวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 6 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอมนทัศน์ (Engagement and Concept Presentation) เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอประเด็นเพื่อให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ อาจเป็นรูปภาพ สถานการณ์ การ์ตูน มโนทัศน์ หรือเรื่องเล่า ฯลฯ โดยสิ่งที่นำเสนอต้องมีเนื้อหาหรือนำไปสู่มนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ เป็นการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมนทัศน์ที่กำลังจะนำเสนอว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด หรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่อย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายอย่างอิสระและยังไม่เฉลยคำตอบ

ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมนทัศน์ (Explanation and Concept Checking) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

- ศึกษามนทัศน์ ในขั้นนี้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คน เพื่อทำการศึกษา ค้นคว้า หรือทดลอง เกี่ยวกับมนทัศน์ที่ผู้สอนนำเสนอ
- อธิบายมนทัศน์ นักเรียนจะต้องอธิบายมนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ เช่น การให้คำนิยาม หรืออธิบายคุณลักษณะของมนทัศน์ พร้อมกับยกตัวอย่างเพิ่มเติม
- ตรวจสอบมนทัศน์ ผู้สอนตรวจสอบว่านักเรียนมีมนทัศน์ที่ถูกต้องหรือไม่หากนักเรียนมีมนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว สามารถไปสู่ขั้นตอนการเรียนรู้ถัดไปได้ แต่หากนักเรียนยังมีมนทัศน์คลาดเคลื่อน นักเรียนจะต้องกลับไปพิจารณามโนทัศน์ที่นำเสนอในขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอมนทัศน์อีกครั้งโดยผู้สอนควรให้คำแนะนำในการศึกษาเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ (Knowledge Organization and Elaboration)

ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำโน้ตที่ได้เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับมโนทัศน์หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อจัดโครงสร้างทางปัญญา หรือสร้างหลักการสำหรับนำไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่นหรือนำไปแก้ปัญหา ผู้สอนอาจให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ หรือตอบคำถามจากการถามโน้ต แล้วอภิปราย หรือ ทำนายผลของสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และ สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ ขั้นตอนนี้จะชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอไปมากน้อยเพียงใดและสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เพื่อสร้างหลักการทาง วิทยาศาสตร์สำหรับนำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่

ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Problem Awareness and Writing Hypothesis)

ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- ระดมสมองรวบรวมปัญหา นักเรียนช่วยกันระดมสมองเขียนสิ่งที่คิดว่าเป็นปัญหา ของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในกระดาษ
- คัดกรองและระบุปัญหาหลัก โดยนักเรียนควรพิจารณาเลือกปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่มีความสำคัญต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนด
- ตั้งสมมติฐาน นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งสมมติฐาน
- วางแผนดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนดำเนินการ แก้ปัญหา ผู้สอนควรใช้คำถาม K W H ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ เพื่อเป็นแนวทางให้ นักเรียนดำเนินการได้ง่ายขึ้น ว่าอะไรเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน (K) เป็นการให้นักเรียนระลึกถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิม นักเรียนต้องการข้อมูลใดบ้างในการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น (W) และจะมีวิธีการอย่างไรในการพิสูจน์สมมติฐานนั้นได้ (H)

ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (Investigating and Analyzing Data) ประกอบด้วย

ขั้นตอนต่อไปนี้

- ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามแผนที่ได้วางไว้ อาจ เป็นการทำการทดลอง หรือการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น ผู้สอนต้องเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นให้เพียงพอและควรดูแลอย่างใกล้ชิด
- วิเคราะห์ข้อมูล เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองหรือการสืบค้นแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำ ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปเป็นคำตอบหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรใช้ คำถาม L ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่าจากการทดลองหรือการสืบค้นนักเรียนได้เรียนรู้ อะไรบ้าง

ขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า (Making Conclusive Presentations and Evaluations) ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- สรุปผล นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปสิ่งที่เรียนรู้กันว่านำไปแก้ปัญหาได้อย่างไร ผู้สอนควรใช้คำถาม A ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างไร

- นำเสนอผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานในชั้นเรียน แล้วช่วยกันสรุป คำตอบว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมเหตุผลสนับสนุนที่สมเหตุสมผล และร่วมกันอภิปราย ถึงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบว่าวิธีการใดเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

- ประเมินค่า นักเรียนประเมินตนเองและเพื่อนตามเกณฑ์การประเมินที่นักเรียนและผู้สอนได้ตกลงกันไว้ในชั่วโมงแรก หลังจากนั้นผู้สอนควรใช้คำถาม Q ตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่าตอนนี้นักเรียนมีคำถามใหม่หรือมีสิ่งที่ต้องการรู้ต่อจากเรื่องที่เรียนหรือไม่ เพื่อฝึกให้นักเรียนกำหนดปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจมีคำถามหลากหลายรูปแบบ ผู้สอนจึงควรแนะแนวทางให้นักเรียนศึกษาในสิ่งที่สอดคล้องกับวิชาเรียน

โดยผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ กับประเด็นที่กำหนด ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลการประเมิน พบว่า ค่าความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ กับประเด็นที่กำหนด มีค่าระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าความเหมาะสมระหว่าง 3.60 – 4.20 มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตชนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะมีประสิทธิผลในด้านการจัดการเรียนรู้มากหรือน้อยเพียงใด ผู้วิจัยได้นำเนนการโดยการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

- 1) ใบกิจกรรมหลังแผนการจัดการเรียนรู้ฯ จำนวน 6 แผน เป็นแบบอัตนัย คะแนนเต็มของใบกิจกรรมในแต่ละแผนฯ เป็น10 คะแนน

- 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องบรรยากาศ และ ลมฟ้าอากาศ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และส่วนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

- 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 สถานการณ์ 20 ข้อ และส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย จำนวน 2 สถานการณ์ 10 ข้อ

4) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นแบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า

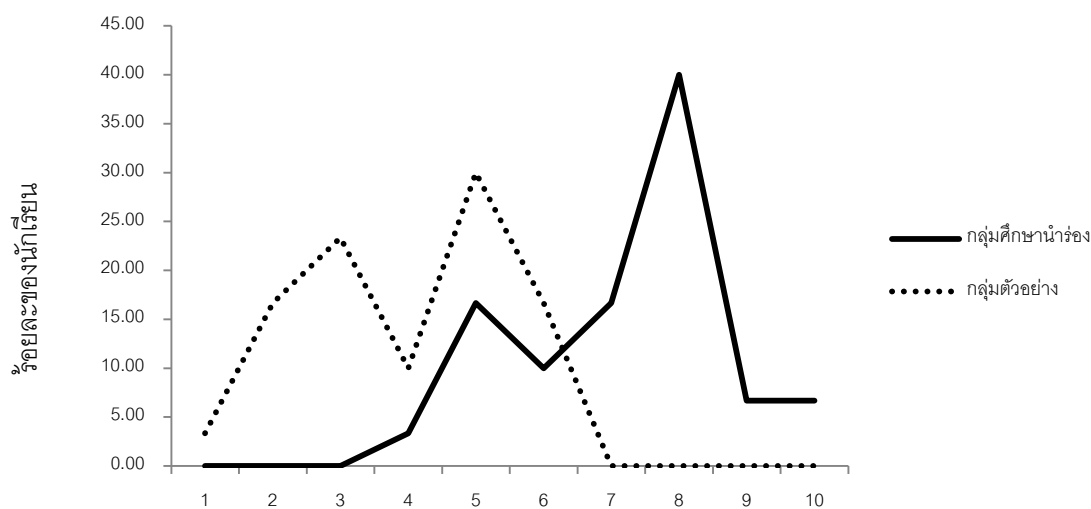
นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น จึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้นไปศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท จ.ชัยนาท จำนวน 30 คน จากนั้นจึงนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง (main study) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท จ.ชัยนาท จำนวน 30 คน ประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้เป็นดังนี้

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประเมินจากใบกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน โดยพิจารณาคะแนนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ คะแนนเต็ม 10 ในการทำใบกิจกรรมแต่ละแผน ตามรายละเอียดในบทที่ 3 ซึ่งการหาคะแนนจุดตัด (Cutting scores) ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน ตามวิธีของเบอร์ก (Berk. 1976: 6-7) ด้วยการนำคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมหลังเรียนของกลุ่มศึกษานำร่องและคะแนนการทำใบกิจกรรมก่อนเรียนของของกลุ่มตัวอย่างมาสร้างกราฟ เพื่อใช้ในการพิจารณาจุดตัด (Cutting point) โดยคะแนนก่อนเรียนจัดเป็นกลุ่มที่ยังไม่ได้จัดการเรียนรู้ คะแนนหลังเรียนจัดเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แล้ว ผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นดังนี้

1) การหาคะแนนจุดตัดของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

คะแนนจุดตัดของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 1 บนชั้นฟ้า ซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชั้นบรรยากาศ และผลของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อบรรยากาศ ผลที่ได้เป็นดังภาพประกอบ 11



คะแนนในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ภาพประกอบ 11 จุดตัดของคะแนนในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

จากภาพประกอบ 12 พบว่าจุดตัดมี 1 จุด คือ 7 คะแนน แต่ในการพิจารณาหาจุดตัด เป็นการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาร่วมด้วย โดยนำคะแนน 6, 7 และ 8 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 10

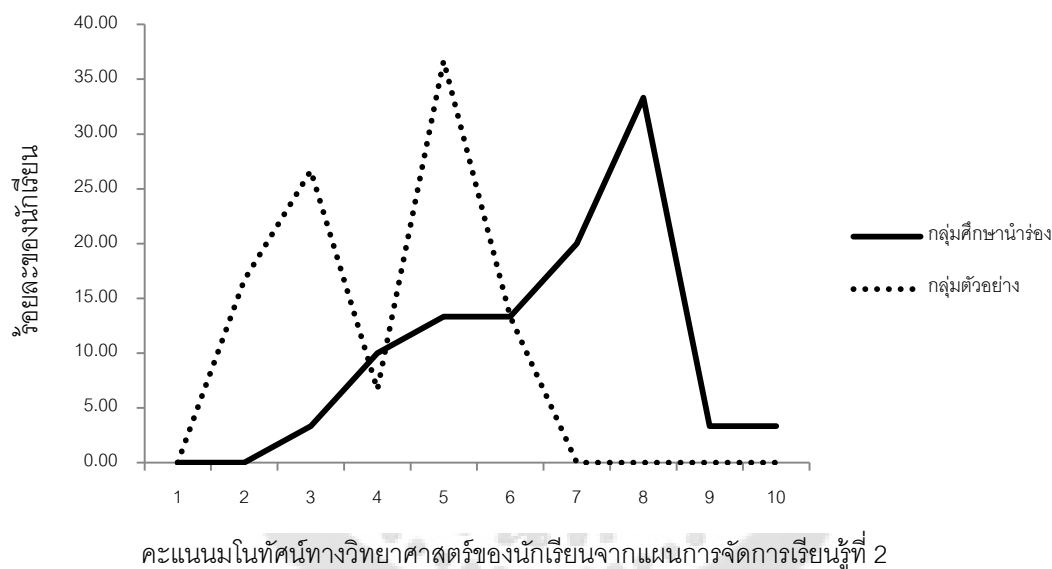
ตาราง 10 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

คะแนน	$P(TM) + P(TN)$	$P(FN) + P(FM)$	Phi Coefficient
6	0.82	0.18	0.64
7*	0.85	0.15	0.73
8	0.77	0.23	0.61

จากตาราง 10 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.85 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการ

ตัดสินใจถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.15 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.73 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 7 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจอย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 7 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

คะแนนจุดตัดของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 2 เธอมีจริง ซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่ององค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ และความดันอากาศ ผลที่ได้เป็นดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 จุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

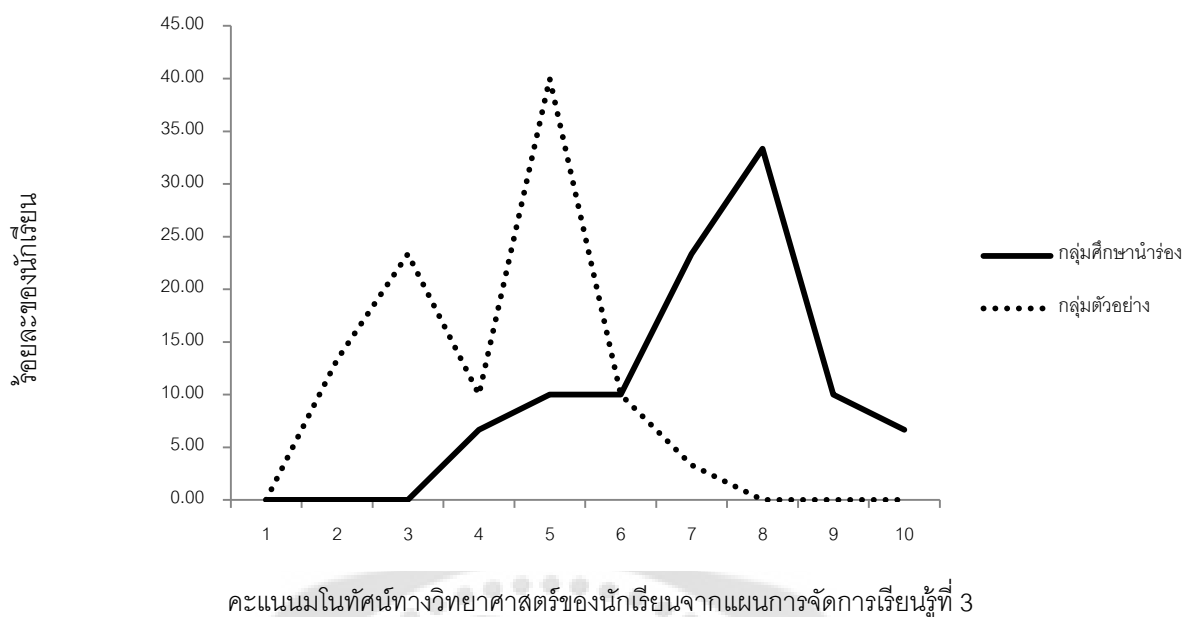
จากภาพประกอบ 12 พบว่าจุดตัดมี 3 จุด คือ 4, 5 และ 6 คะแนน แต่ในการพิจารณาหาจุดตัด เป็นการพิจารณาความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาร่วมด้วย โดยนำคะแนน 3, 4, 5, 6 และ 7 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจอย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

คะแนน	P(TM) + P(TN)	P(FN) + P(FM)	Phi Coefficient
3*	0.92	0.08	0.84
4	0.70	0.30	0.48
5	0.68	0.32	0.39
6	0.80	0.20	0.60
7	0.80	0.20	0.65

จากตาราง 11 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.92 ซึ่งตรงกับคะแนน 3 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ที่มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.08 ซึ่งตรงกับคะแนน 3 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.84 ซึ่งตรงกับคะแนน 3 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 3 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 3 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

คะแนนจุดตัดของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 3 น้ำตาฟ้า ซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ(ต่อ) ได้แก่ ลม ความชื้นอากาศ และ เมฆและฝน ผลที่ได้เป็นดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 จุดตัดของคะแนนในทิศทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

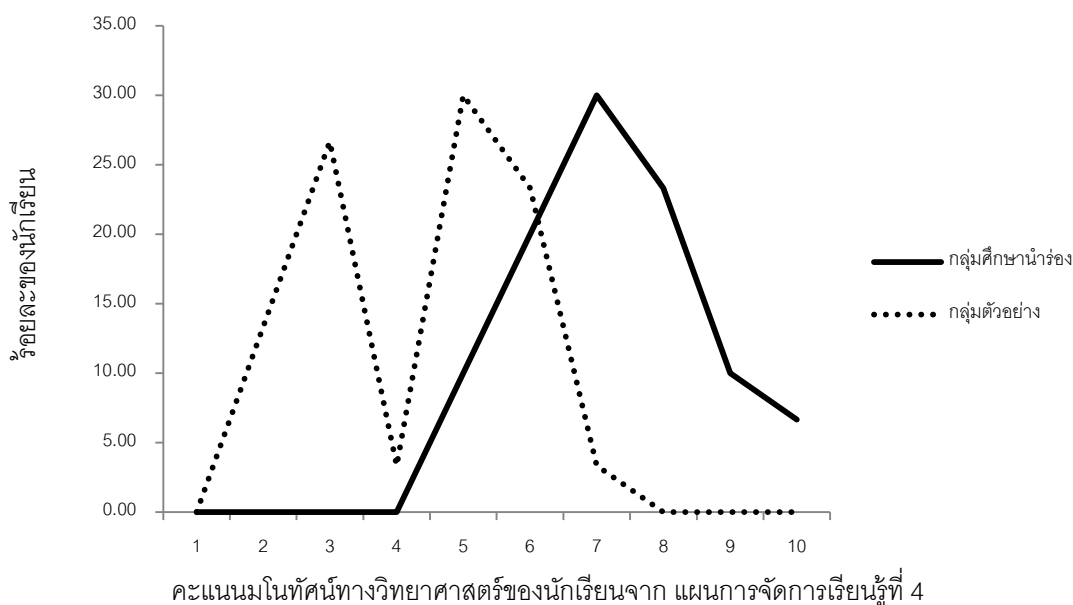
จากภาพประกอบ 13 พบว่าจุดตัดมี 1 จุด คือ 6 คะแนน แต่ในการพิจารณาหาจุดตัดเป็นการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาร่วมด้วย โดยนำคะแนน 5, 6 และ 7 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนในทิศทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

คะแนน	$P(TM) + P(TN)$	$P(FN) + P(FM)$	Phi Coefficient
5	0.70	0.30	0.45
6	0.85	0.15	0.70
7*	0.85	0.15	0.73

จากตาราง 12 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.85 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.15 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.73 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 7 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 7 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

คะแนนจุดตัดของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฯ แผนที่ 4 อิทธิฤทธิ์ของลม ซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ได้แก่ พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน และ มรสุม ผลที่ได้เป็นดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 จุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

จากภาพประกอบ 15 พบว่าจุดตัดมี 1 จุด คือ 7 คะแนน แต่ในการพิจารณาหาจุดตัด เป็นการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาด้วย โดยนำคะแนน 6, 7 และ 8 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจ

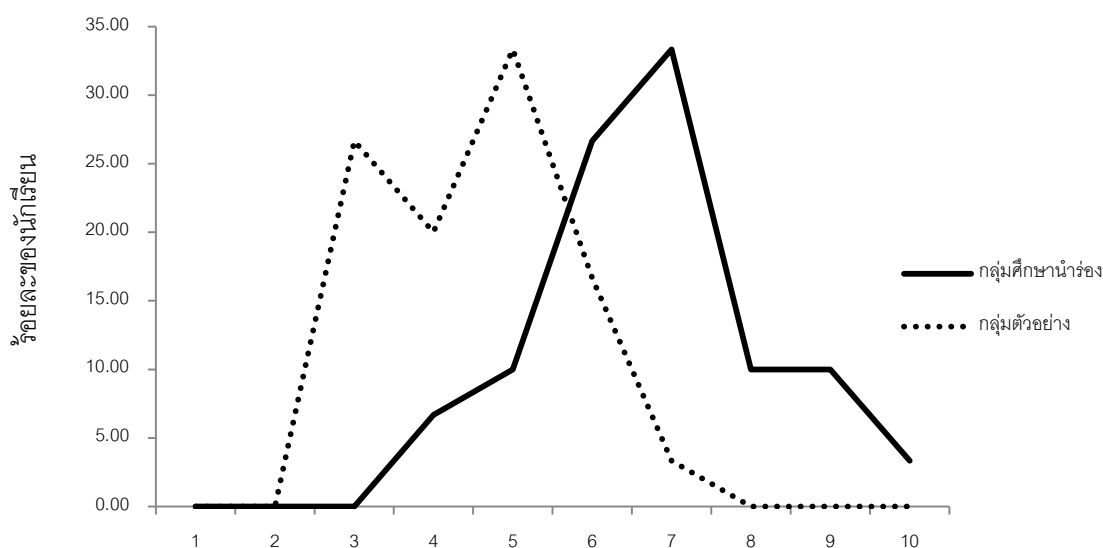
ไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัด (Cutting Scores) ของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

คะแนน	P(TM) + P(TN)	P(FN) + P(FM)	Phi Coefficient
6	0.82	0.18	0.64
7*	0.83	0.17	0.69
8	0.20	0.80	-0.65

จากตาราง 13 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.83 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.17 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.69 ซึ่งตรงกับคะแนน 7 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 7 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 7 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

คะแนนจุดตัดของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฯ แผนที่ 5 หมอดูอากาศ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศได้แก่ การพยากรณ์อากาศ ผลที่ได้เป็นดังภาพประกอบ 15



คะแนนในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ภาพประกอบ 15 จุดตัดของคะแนนในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

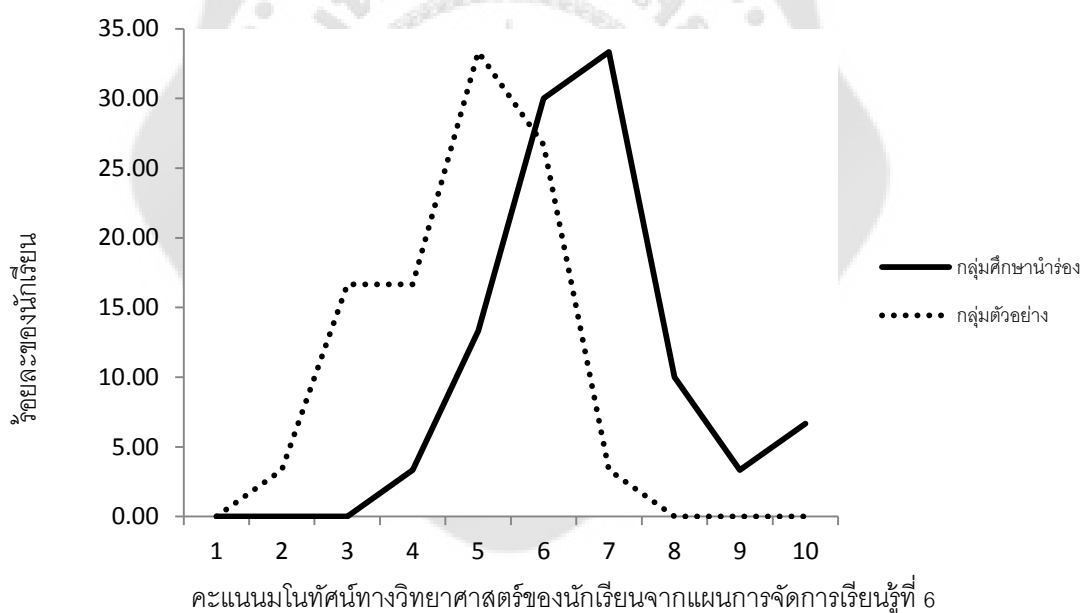
จากภาพประกอบ 15 พบว่า จุดตัดมี 1 จุด คือ 6 คะแนน แต่ในการพิจารณาหาจุดตัด เป็นการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาพร้อมด้วย โดยนำคะแนน 5, 6 และ 7 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

คะแนน	$P(TM) + P(TN)$	$P(FN) + P(FM)$	Phi Coefficient
5	0.71	0.29	0.48
6*	0.82	0.18	0.64
7	0.76	0.24	0.57

จากตาราง 14 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.82 ซึ่งตรงกับคะแนน 6 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.18 ซึ่งตรงกับคะแนน 6 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.64 ซึ่งตรงกับคะแนน 6 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 6 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 6 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

คะแนนจุดตัดของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฯ แผนที่ 6 หมดอากาศ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศได้แก่ เอลนีโญ-ลานีญา การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศของโลก และ มลพิษทางอากาศ ผลที่ได้เป็นดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 จุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

จากภาพประกอบ 16 พบว่าจุดตัดมี 1 จุด คือ 6 คะแนน แต่ในการพิจารณาหาจุดตัด เป็นการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาร่วมด้วย โดยนำคะแนน 5, 6 และ 7 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจ

ไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

คะแนน	P(TM) + P(TN)	P(FN) + P(FM)	Phi Coefficient
5	0.66	0.34	0.40
6*	0.77	0.23	0.54
7	0.75	0.25	0.54

จากตาราง 15 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.77 ซึ่งตรงกับคะแนน 6 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.23 ซึ่งตรงกับคะแนน 6 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.54 ซึ่งตรงกับคะแนน 6 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 6 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 6 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

2) การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็มจากใบกิจกรรมในแต่ละแผนฯ เท่ากับ 10 คะแนน) โดยการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ผลเป็นดังตาราง 16

ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที

แผนที่	N	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
1	30	3.97	1.479	7.80	1.270	10.490	0.000*
2	30	4.03	1.377	8.03	1.326	11.353	0.000*
3	30	4.20	1.375	7.90	1.185	11.614	0.000*
4	30	4.33	1.516	8.07	0.980	11.019	0.000*
5	30	4.50	1.167	8.13	0.900	12.377	0.000*
6	30	4.73	1.230	8.10	1.155	12.135	0.000*

มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 16 พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที (One sample t-test) ผลเป็นดังตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที

แผนที่	N	$\bar{X}$	S.D.	Cutting Point	df	t	p
1	30	7.80	0.37	7	29	10.490	0.000*
2	30	8.03	0.35	7	29	11.353	0.000*
3	30	7.90	0.32	7	29	11.614	0.000*
4	30	8.07	0.34	7	29	11.019	0.000*
5	30	8.13	0.29	6	29	12.377	0.000*
6	30	8.10	0.28	6	29	12.135	0.000*

มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ที่ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด

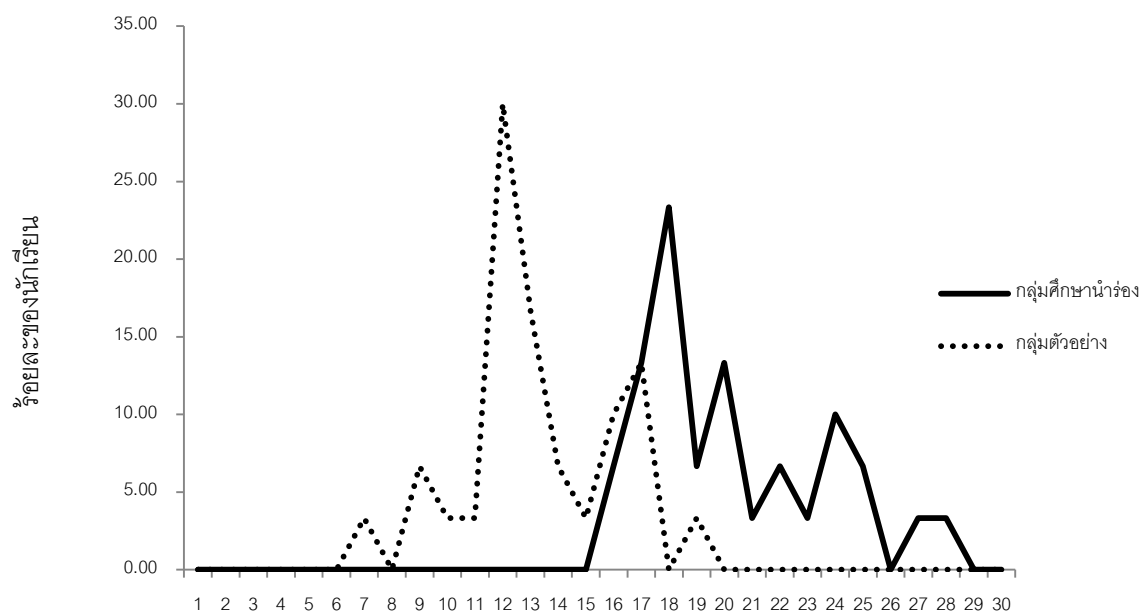
ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประเมินจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาคะแนนจุดตัด (Cutting scores) ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามวิธีของเบอร์ก (Berk. 1976: 6-7) ด้วยการนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มศึกษานำร่องและคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของของกลุ่มตัวอย่างมาสร้างกราฟ เพื่อใช้ในการพิจารณาจุดตัด (Cutting point) โดยคะแนนก่อน

เรียนจัดเป็นกลุ่มที่ยังไม่ได้จัดการเรียนรู้ฯ คะแนนหลังเรียนจัดเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ฯ แล้ว ผลการพัฒนาเป็นดังนี้

1) การหาคะแนนจุดตัดของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นดัง

ภาพประกอบ 17



คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ภาพประกอบ 17 จุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน

จากภาพประกอบ 17 พบว่าจุดตัดมี 1 จุด คือ 17 คะแนน แต่ในการพิจารณาหาจุดตัด เป็นการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาร่วมด้วย โดยนำคะแนน 16, 17 และ 18 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 18

ตาราง 18 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คะแนน	P(TM) + P(TN)	P(FN) + P(FM)	Phi Coefficient
16	0.87	0.13	0.76
17*	0.89	0.11	0.78
18	0.88	0.12	0.72

จากตาราง 18 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.89 ซึ่งตรงกับคะแนน 17 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.11 ซึ่งตรงกับคะแนน 17 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.78 ซึ่งตรงกับคะแนน 17 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 17 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 17 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

2) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ผลเป็นดังตาราง 19

ตาราง 19 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที

คะแนน	N	$\bar{X}$	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	30	13.23	2.76	24.730	0.000*
หลังเรียน	30	20.63	3.47		

มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 19 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที (One sample t-test) ผลเป็นดังตาราง 20

ตาราง 20 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที

N	$\bar{X}$	S.D.	Cutting Point	df	t	p
30	20.63	0.12	17	29	24.730	0.000*

มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 20 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด

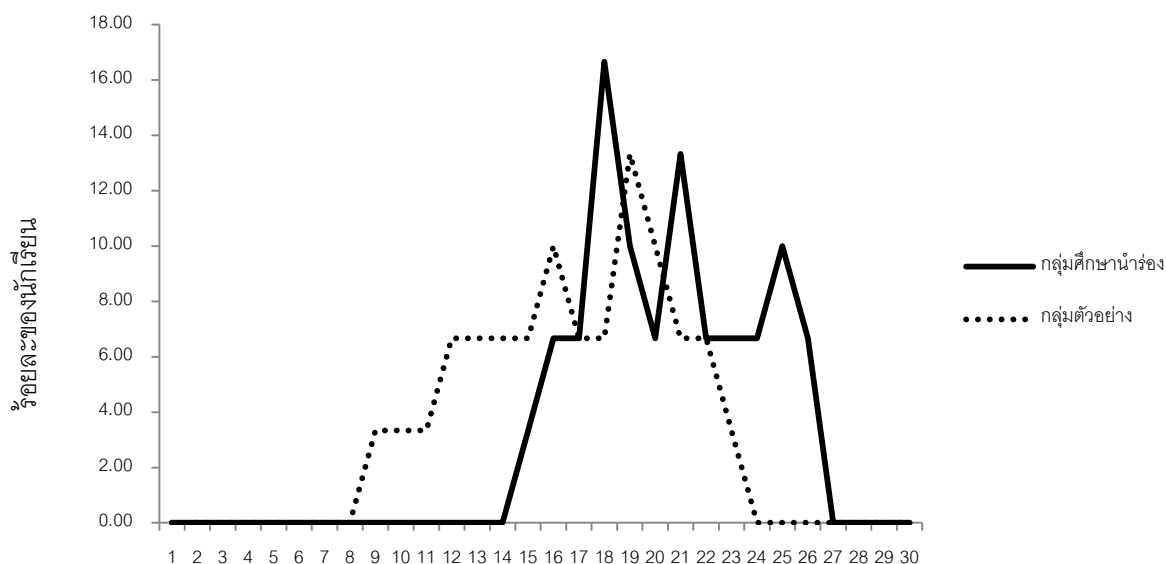
ตอนที่ 4 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประเมินจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ โดยการหาคะแนนจุดตัด (Cutting scores) ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามวิธีของเบอร์ค (Berk. 1976: 6-7) ด้วยการนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มศึกษานำร่องและคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาสร้างกราฟ เพื่อใช้ในการพิจารณาจุดตัด (Cutting point)

โดยคะแนนก่อนเรียนจัดเป็นกลุ่มที่ยังไม่ได้จัดการเรียนรู้ฯ คะแนนหลังเรียนจัดเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ฯ แล้ว ผลการพัฒนาเป็นดังนี้

1) การหาคะแนนจุดตัดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดัง

ภาพประกอบ 18



คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ภาพประกอบ 18 จุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากภาพประกอบ 18 พบว่ามีจุดตัด 3 จุด ได้แก่ คะแนนที่ 17, 19 และ 22 แต่ในการพิจารณาหาจุดตัด เป็นการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นสูงสุดที่จะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วงใกล้เคียงกับจุดตัดมาพิจารณาร่วมด้วย โดยนำคะแนน 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 และ 23 คะแนน มาทดสอบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ ($P(TM) + P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) ผลการทดสอบเป็นดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการทดสอบคะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คะแนน	P(TM) + P(TN)	P(FN) + P(FM)	Phi Coefficient
16	0.66	0.34	0.40
17	0.68	0.32	0.11
18*	0.69	0.31	0.40
19	0.63	0.37	0.27
20	0.65	0.35	0.31
21	0.67	0.33	0.37
22	0.63	0.37	0.31
23	0.17	0.83	-0.69

จากตาราง 21 อธิบายได้ดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.69 ซึ่งตรงกับคะแนน 18 คะแนน ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ที่มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.31 ซึ่งตรงกับคะแนน 18 คะแนน และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.40 ซึ่งตรงกับคะแนน 18 คะแนน จะเห็นได้ว่า ที่จุดตัดคะแนน 18 คะแนน มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงสุดที่คะแนน 18 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด

2) การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ผลเป็นดังตาราง 22

ตาราง 22 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน
และหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที

คะแนน	N	$\bar{X}$	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	30	16.70	3.81	33.22	0.000*
หลังเรียน	30	20.83	3.38		

มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 22 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที (One sample t-test) ผลเป็นดังตาราง 23

ตาราง 23 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัดโดยการทดสอบค่าที

N	$\bar{X}$	S.D.	Cutting Point	Df	t	P
30	20.83	0.12	18	29	33.22	0.000*

มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 23 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตค้นและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ที่ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการ

เปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตชนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด

ตอนที่ 5 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประเมินจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดฯ ก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตชนทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบ โดยการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ผลการพัฒนามาเป็นดังนี้

ตาราง 24 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที

คะแนน	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	2.73	1.27	7.259	0.000*
หลังเรียน	30	3.87	0.75		

มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 24 พบว่าคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเป็นรายด้าน ผลเป็นดังตาราง 25

ตาราง 25 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านเนื้อหา				
1.	รายการโทรทัศน์ หรือวีดิทัศน์บนเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อที่สนุก	3.13	1.43	มาก
2.	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วเครียดเพราะต้องใช้ความคิดตลอดเวลา	3.80	1.06	มาก
3.	เนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ	3.97	0.93	มาก
4.	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องคิดคำนวณมาก	3.43	1.07	มาก
5.	การบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ยากกว่าวิชาอื่น	3.57	1.10	มาก
6.	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างมีเหตุผล	4.20	0.76	มาก
7.	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาทันสมัย	3.97	0.76	มาก
8.	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจ	3.33	0.99	มาก
9.	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว	3.47	1.01	มาก
เฉลี่ยรวม		3.65	0.35	มาก
ด้านกิจกรรม				
10.	นักเรียนชอบทำการทดลองวิทยาศาสตร์	4.27	1.11	มาก
11.	การทดลองวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ	4.30	1.06	มาก
12.	นักเรียนชอบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	3.87	0.82	มาก
13.	ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น	3.60	1.00	มาก
14.	นักเรียนรู้สึกเบื่อการนั่งฟังบรรยายเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	3.87	0.86	มาก
15.	นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลินในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	4.13	0.82	มาก
16.	นักเรียนรู้สึกยุ่งยากใจเมื่อเจอสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ	3.77	1.04	มาก

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านกิจกรรม				
17.	กิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ยากเกินความเข้าใจของนักเรียน	3.97	1.03	มาก
18.	กิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	3.90	0.66	มาก
เฉลี่ยรวม		3.96	0.23	มาก
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้				
19.	นักเรียนเรียนและทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมีความสุขในวิชาวิทยาศาสตร์	3.77	0.90	มาก
20.	นักเรียนชอบทำงานร่วมกับเพื่อน	3.97	0.81	มาก
21.	นักเรียนไม่ชอบแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์	3.87	0.82	มาก
22.	นักเรียนรู้สึกง่วงทุกครั้งเมื่อเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	4.10	1.09	มาก
23.	นักเรียนมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่	4.33	0.66	มาก
23.	นักเรียนมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่	4.33	0.66	มาก
24.	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	4.03	0.93	มาก
25.	นักเรียนกลัวการตอบคำถามผิด	4.13	1.20	มาก
26.	นักเรียนรู้สึกอยากรู้คำตอบเมื่อพบปัญหาทางวิทยาศาสตร์	3.93	0.91	มาก
27.	นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจทุกครั้งเมื่อสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้	4.10	0.81	มาก
เฉลี่ยรวม		4.03	0.19	มาก

****หมายเหตุ รายการที่มีข้อความในทางลบ**

นักเรียนที่ให้ระดับความคิดเห็น 5 จะได้คะแนน 1 คะแนน

นักเรียนที่ให้ระดับความคิดเห็น 4 จะได้คะแนน 2 คะแนน

นักเรียนที่ให้ระดับความคิดเห็น 3 จะได้คะแนน 3 คะแนน

นักเรียนที่ให้ระดับความคิดเห็น 2 จะได้คะแนน 4 คะแนน

นักเรียนที่ให้ระดับความคิดเห็น 1 จะได้คะแนน 5 คะแนน

จากตาราง 25 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านบรรยากาศการเรียนรู้มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.03 รองลงมาคือ ด้านกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 3.96 และด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ย 3.65

จากผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตชนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4 ที่ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตชนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ มีสาระสำคัญของการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมทัศนคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมทัศนคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในด้าน

2.1 ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิชาวิทยาศาสตร์

2.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมทัศนคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิผลโดยพิจารณาจาก

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมทัศนคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด

2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมทัศนคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด

3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมทัศนคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด

4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตชนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และอยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสสังกัดองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ภาคกลาง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน โดยวิธีเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายในการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทย ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของไทย และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีโน้ตชนทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมโน้ตชนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 ตรวจสอบและประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ และดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะเพื่อให้องค์ประกอบต่าง ๆ มีความสอดคล้องและเหมาะสม

2.4 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.5 ตรวจสอบและประเมินคุณภาพเครื่องมือประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ และดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะเพื่อให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1. ศึกษานำร่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท จำนวน 30 คน เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาหรืออุปสรรคที่พบและทำการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้นไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งสังกัดเทศบาลเมืองชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน โดยใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design)

4. การจัดการกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินผลการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้มีความสมบูรณ์สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั่วไปได้นั้น พิจารณาจากการวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คะแนนจุดตัด (Cutting score) โดยทำการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent Samples) ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน และการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One Sample t-test) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียน กับคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดในบทที่ 2 ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโมโนทัศน์ (Engagement and Concept Presentation)
- 2) ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของโมโนทัศน์ (Explanation and Concept Checking)
- 3) ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ (Knowledge Organization and Elaboration)
- 4) ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Problem Awareness and Writing Hypothesis)
- 5) ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (Investigating and Analyzing Data)
- 6) ขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า (Making Conclusive Presentations and Evaluations)

โดยหลังจากศึกษานำร่องและทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างแล้ว รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นยังคงเดิมทั้ง 6 ขั้นตอน แต่จากการศึกษานำร่อง ผู้วิจัยพบปัญหาบางประการในการทำกิจกรรมของนักเรียน จึงได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานของนักเรียนเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ได้แก่ การจับกลุ่มเพื่อทำกิจกรรม จากเดิมให้นักเรียนจับกลุ่มตามอัธยาศัย ผลปรากฏว่า มีนักเรียนบางคนไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม จึงได้ปรับให้มีการจับกลุ่มแบบละความสามารถ ซึ่งพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมมากขึ้น และในด้านการนำเสนอผลงาน จากเดิมกำหนดให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนทุกกลุ่ม แต่เนื่องจากเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ จึงได้ปรับให้นักเรียนนำเสนอโดยติดผลงานไว้ที่กระดานหรือผนังในห้องเรียนแล้วให้นักเรียนเดินชมผลงานทำห้ประหยัดเวลามากขึ้น และสามารถจัดการเรียนรู้ได้ตามเวลาที่กำหนด

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนี้

2.1 โหมดทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ และลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย 2 ประเด็น คือ 1) ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และ 2) ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นสอดคล้องกันว่า เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโน้ตทัศน์ 2) ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของโน้ตทัศน์ 3) ขั้นจัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ 4) ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน 5) ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล และ 6) ขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นนี้ ใน 3 ขั้นตอนแรกเป็นส่วนของการส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และใน 3 ขั้นตอนสุดท้ายเป็นส่วนของการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง

เป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Gagné. 1985: 85) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ดังนั้นนักเรียนจึงควรต้องมีมโนทัศน์ที่ถูกตั้งก่อนจึงจะสามารถสร้างกฎแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ 3 ขั้นตอนแรกของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น โดยมุ่งเน้นการส่งเสริมมโนทัศน์ให้กับนักเรียนก่อน โดยโนแวก (Novak. 1993: 8) ได้เสนอว่า นักเรียนไม่ได้เข้าเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสมองที่ว่างเปล่า เรามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์มาก่อน ซึ่งบางครั้งมโนทัศน์ของเขาอาจขัดแย้งกับสิ่งที่ต้องเรียนรู้ในห้องเรียน การจัดการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องมุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมที่ถูกตั้งเข้ากับมโนทัศน์ใหม่เพื่อนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ ก่อนที่จะไปพัฒนาส่งเสริมความสามารถอื่น ๆ นอกจากนี้ประเด็นเรื่องการส่งเสริมมโนทัศน์ให้กับนักเรียนยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (Ausubel. 1963: 77) และ ทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner. 1963: 1) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างมโนทัศน์ และจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญา โดยหากนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ หรือมโนทัศน์ใหม่ กับความรู้เดิมที่มีอยู่ นักเรียนจะสามารถเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำความรู้ไปใช้ในอนาคตได้ โดยเฉพาะการเริ่มต้นพัฒนาการเรียนรู้จากเรื่องใกล้ตัวหรือจากการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น เริ่มต้นเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมที่นักเรียนอาศัยอยู่ เนื่องจากการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนจะสามารถทำได้ดีขึ้นเมื่อสถานการณ์นั้นเป็นในสถานการณ์ใกล้ตัว (บรรดล สุขปิติ. ม.ป.ป.) สอดคล้องกับงานวิจัยของสิริัญญา บาลธนะจักร (2554) ซึ่งทำการวิจัย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง สารในชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งพบว่า การที่นักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจะเป็นอุปสรรคในการเชื่อมโยงความรู้ และการใช้แหล่งเรียนรู้ที่ใกล้ตัวนักเรียน จะช่วยพัฒนาการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของนักเรียนกับความรู้ใหม่ และสอดคล้องกับแวชิส (Wasis. 2016: 121) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้ทุกวิชาในโรงเรียน โดยการแก้ปัญหานั้นเป็นกระบวนการจัดองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาจึงต้องมีความสามารถในการจัดการจัดองค์ความรู้ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ในด้านต่าง ๆ มโนทัศน์ และหลักการ เป็นพื้นฐาน จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่า การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ความถูกต้องก่อน จากนั้นต้องฝึกนักเรียนให้รู้จักเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

ด้านประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบ่งประเด็นสำคัญในการอภิปรายเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

2.1 ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากสมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ย มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าจุดตัด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจาก 3 ขั้นตอนแรกของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสังเคราะห์มาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และนำเสนอมนทัศน์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนนี้ในชั้นเรียนนี้ใช้การเสนอข่าวที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือใช้การ์ตูนมโนทัศน์เพื่อนำเสนอมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนผ่านภาพวาดและคำถามสั้น ๆ ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม อภิปราย และเป็นการตรวจสอบมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอีกด้วย (Naylor; & Keogh. 2013: 3) และในขั้นตอนที่ 2 ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทำงานแบบกลุ่ม ในการศึกษา ค้นคว้า ทำการทดลอง และสรุปผล นอกจากนี้ในขั้นตอนนี้ ยังช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ เปรียบเทียบความรู้เดิมของตนเองกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ หากพบว่าความรู้เดิมของตนเองผิดไปจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนสามารถกลับไปทบทวนประสบการณ์เดิมของตนเองหรือทบทวนคำตอบที่นักเรียนได้ตอบในขั้นตอนแรกอีกครั้ง เพื่อหาหลักฐานที่ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าความรู้เดิมของนักเรียนคลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างมโนทัศน์ของจอยส์ และวิล (Joyce; & Weil. 1996: 161) ผ่านกิจกรรมให้นักเรียนบรรยายวิธีการคิดของตนเอง แล้วร่วมกันอภิปรายสมมติฐานและคุณลักษณะของมโนทัศน์ ซึ่งทำให้นักเรียนทราบแนวทางในการคิดที่หลากหลาย เกิดการเปรียบเทียบในแต่ละขั้นตอนของการได้มา

ซึ่งมีโน้ตโน้ตและรู้จักเปลี่ยนแปลงวิธีคิดเมื่อคิดไม่ตรงกับสมมติฐาน และขั้นตอนที่ 3 จัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนฝึกการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิม สอดคล้องแนวคิดของสเติร์น (Stern. 1985: 234) ซึ่งอธิบายว่าเมื่อสิ่งเร้าใหม่ที่มีความคล้ายคลึงหรือสัมพันธ์กับข้อมูลที่เก็บสะสมไว้ในความจำ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เบื้องต้น นอกจากนี้การให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน จะทำให้นักเรียนได้พัฒนานโน้ตโน้ตของตนเองในเรื่องนั้น ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของ ออซูเบล (Ausubel. 1963: 77) โนวาค (Novak. 1993) และทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner. 1963: 1) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาคำชี้แนะผังมโนทัศน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของ แวนิดิส และคนอื่น ๆ (Vanides; et al. 2005: 27) ซึ่งพบว่า การฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมากยิ่งขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น การส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กรีก ศักดิ์สุภาพ (2556) ซึ่งทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหาใจวิทยาพิลึกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ แสงเดือน เจริญฉิม (2552) ซึ่งทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างเสริมโน้ตโน้ตและการแก้ปัญหาในวิชาพิลึกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในโน้ตโน้ตทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องนั้นมากขึ้น และสามารถนำโน้ตโน้ตนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้

2.2 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากสมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตโน้ตและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด จากผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตโน้ตและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าจุดตัด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจาก ใน 3 ขั้นตอนสุดท้ายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสังเคราะห์มาจาก รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนคือ 1) คัดกรองและระบุปัญหาหลัก

2) ตั้งสมมติฐาน และ 3) วางแผนดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และ 2) วิเคราะห์ข้อมูล และ ขั้นตอนที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินค่า ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ 1) สรุปผล 2) นำเสนอผลงาน และ 3) ประเมินค่า โดยนักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์สิ่งที่เป็นปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้ฝึกทบทวนความรู้เดิมเพื่อใช้ในการตั้งสมมติฐาน และใช้กระบวนการทำงานแบบกลุ่มในการร่วมกันคิดและอภิปราย เพื่อทำการคัดเลือกปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นปัญหาหลักของเหตุการณ์ดังกล่าว เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการระบุปัญหาซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการแก้ปัญหา รวมทั้งฝึกให้นักเรียนช่วยกันวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา ฝึกการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามแผนที่ได้วางไว้ และฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปเป็นคำตอบหรือวิธีการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนในห้องกับชีวิตประจำวันได้ (Dewey. 1910: 150; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551: 317) ประกอบกับเนื้อหาเรื่องบรรยากาศ และ ลมฟ้าอากาศ เป็นเรื่องในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น เมฆ ฝน การเกิดพายุฤดูร้อน และการเกิดลูกเห็บ เป็นต้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ได้ดียิ่งขึ้น (บรรดล สุขปิติ. ม.ป.ป.) ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนบางคนสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้แม้จะยังไม่มีความมั่นใจในเรื่องนั้น ๆ อย่างดีเพียงพอที่จะอธิบายโน้ตสั่นได้ แต่นักเรียนอาศัยประสบการณ์เดิมที่พบในชีวิตประจำวันมาแก้ไข้ปัญหา สอดคล้องกับผลการวิจัยของ แสงเดือน เจริญนิม (2552) ซึ่งทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างเสริมโน้ตสั่นและการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การให้นักเรียนขยายความรู้ด้วยการนำโน้ตสั่นทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับประสบการณ์ใหม่ ๆ หรือประสบการณ์ในชีวิตจริง ผ่านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในโน้ตสั่นนั้นมากขึ้น เกิดความตระหนักในคุณค่าของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดความภาคภูมิใจต่อความสามารถและความสำเร็จของตนเอง นอกจากนี้ การนำเสนอผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน การร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบว่าวิธีการใดเหมาะสมที่สุด จะช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักการคิดวิเคราะห์ ข้อดี ข้อเสีย เพื่อสรุปหาวิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Wheatley. 1991: 20) และการประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน รวมทั้งคำแนะนำจากครูผู้สอน จะทำให้นักเรียนเห็นพัฒนาการของตนเองในการทำงาน รู้จุดที่ต้องแก้ไขหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น รวมทั้งครูผู้สอนจะสามารถเข้าใจนักเรียนได้มากขึ้นว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ สามารถเชื่อมโยงความรู้และอภิปรายเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนสามารถให้คำแนะนำกับนักเรียนได้อย่างตรงจุด และสามารถนำผลการประเมินไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ทิวัตต์ มณีโชติ. 2552: 8) ทั้งนี้เมื่อผลงานหรือคำตอบของนักเรียนได้รับการ

คัดเลือกกว่ามีความเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ และมีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมครั้งต่อไปมากยิ่งขึ้น

2.3 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากสมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้น และสูงกว่าคะแนนจุดตัด จากผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าจุดตัด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ฝึกเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยเฉพาะเมื่อสิ่งที่เรียนรู้เป็นเรื่องในชีวิตประจำวันของนักเรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วู และ ฟุส (Wu; & Foos, 2010) ซึ่งได้พัฒนาวิธีการสอนวิชาเคมีให้สนุกเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การนำเสนอด้วยสื่อต่างๆ เช่น ภาพนิ่ง วิดีทัศน์ 2) ใช้การอุปมาด้วยภาพ ภาพการ์ตูน และกราฟ 3) การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น โดยในวิชาเคมีอินทรีย์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 ในการสอบวัดมาตรฐานของสมาคมเคมีอเมริกัน (American Chemical Society) ซึ่งคะแนนสูงที่สุดคือร้อยละ 69 (ค่าเฉลี่ยร้อยละ 50) และในวิชาชีวเคมีนักเรียนมีคะแนนสอบสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานเพิ่มขึ้น 37 คน จาก 60 คน (จากเดิม นักเรียน 60 คน จะมีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน 35 คน) นอกจากนี้การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยการทดลอง และวางแผนการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทำงานแบบกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา ช่ออ้งชัย (2553) ซึ่งได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า เมื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาโดยการเรียนผ่านเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2.4 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

จากสมมติฐานข้อที่ 4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น และอยู่ในระดับมาก จากผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังจากเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับมากซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องมาจากนักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายและแสดงความคิดเห็นมากขึ้นโดยไม่ต้องกังวลว่า สิ่งที่แสดงความคิดเห็นนั้นถูกหรือผิด เนื่องจากในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโน้ตส์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของตนเอง อีกทั้งเหตุการณ์ที่นำเสนอส่วนหนึ่งนำมาจากข่าวซึ่งเป็นเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้นักเรียนรู้สึกวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว จึงมีความกระตือรือร้นและสนใจเข้าร่วมกิจกรรมมากขึ้น นอกจากนี้การได้ลงมือปฏิบัติด้วยการทดลอง หรือการวางแผนดำเนินการ และการได้ประเมินผลงานของตนเองและเพื่อนนักเรียนในห้อง ทำให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น และอยากพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม สอดคล้องกับแนวคิดของเมง (Meng. 1993: 70) ว่า เจตคติเป็นส่วนประกอบหนึ่งของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ฟาโตเก และ โอเลาลูวา (Fatoke; & Olaoluwa. 2014: 50) ซึ่งทำวิจัยเรื่อง การส่งเสริมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแก้ปัญหาทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีมากกว่าการสอนแบบบรรยาย

ข้อค้นพบประการหนึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ คือ เมื่อจัดกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ โดยในกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยนักเรียนที่เรียนเก่งและเรียนในระดับปานกลางจะช่วยให้ นักเรียนที่เรียนอ่อนตั้งใจทำกิจกรรมมากขึ้น เนื่องจากการศึกษานำร่องได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ ปรากฏว่ามีนักเรียนประมาณ 3-4 คน ที่ไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียนกลุ่มดังกล่าว ผลปรากฏว่านักเรียนไม่ตอบคำถามว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม แต่ได้ข้อมูลจากเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ในห้องว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวไม่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกวิชา จึงได้ปรึกษากับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อหาทางแก้ไข ผลการปรึกษาผู้วิจัยและครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงสันนิษฐานว่า สาเหตุอาจมาจากนักเรียนกลุ่มดังกล่าวเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนอ่อน จึงมีปัญหาในด้านการทำกิจกรรมที่ต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิม ประกอบกับนักเรียนอ่านและเขียนไม่คล่อง จึงมีปัญหาในการสืบค้นข้อมูล ผู้วิจัยและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จึง

แก้ปัญหาด้วยการกำหนดให้นักเรียนจัดกลุ่มแบบอิสระความสามารถ เพื่อให้นักเรียนที่เรียนเก่งช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อน สอดคล้องกับแนวคิดของการเรียนแบบร่วมมือในการจัดกลุ่มของนักเรียนที่จะทำงานร่วมกัน โดยกลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นจัดกลุ่มประมาณกลุ่มละ 4 คน ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง ปานกลาง และค่อนข้างต่ำ (Kagan. 2016: Online) ผลจากการจัดกลุ่มแบบอิสระความสามารถพบว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวเมื่อถูกแยกออกจากกันและได้ทำงานกลุ่มร่วมกับนักเรียนคนอื่น ๆ แล้ว เพื่อนในกลุ่มจะช่วยกระตุ้นให้ทำงาน และช่วยเหลือเมื่อทำไม่ได้ ทำให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ จอห์นเซน (Johnsen. 2009: Online) เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 13 คน ที่เรียนในโรงเรียนเล็ก ๆ ทางตะวันตกเฉียงใต้ของรัฐเนแบรสกา ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนไม่มีความแตกต่างในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ในด้านการทำงานกลุ่มของนักเรียนการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยในการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนก่อนทำการทดลอง พบว่า นักเรียนเห็นด้วยกับความสำคัญของสมาชิกในกลุ่มต่อการประสบความสำเร็จในการทำงานกลุ่ม โดยในกลุ่มต้องมีสมาชิกที่ฉลาดและมีความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งจะสามารถให้ความช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ และผลการวิจัยพบว่า ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีการจับกลุ่มโดยสมาชิกในกลุ่มอย่างน้อย 1 คน เป็นผู้ที่มีความเข้าใจเนื้อหาและให้ความช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้นั้น ช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานกลุ่มได้สำเร็จลุล่วง และส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ แอนโทนี (Anthony. 2013: 4) เรื่อง ผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือในห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาในรัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือมีความสำคัญเชิงบวกต่อการเรียนในห้องเรียนทั้งในด้านการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการทำงาน ความรับผิดชอบส่วนบุคคล ทักษะการทำงานเป็นทีม กระบวนการกลุ่ม และช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ นุชรินทร์ นุชประยูร (2558) ซึ่งกล่าวว่า การนำกิจกรรมกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ พัฒนาและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตนเอง โดยในการจัดกิจกรรมควรมีการเสริมแรงทางบวกในทุกขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความมุ่งมั่น และมีความรับผิดชอบในการทำงาน

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6: โลกและการเปลี่ยนแปลง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรทำความเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ให้เข้าใจก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ซึ่งช่วยจัดระบบความคิดให้กับนักเรียนในการทดลอง ศึกษา ค้นคว้า หาคำตอบ จากเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และกระตุ้นโน้ตทัศน์ ซึ่งสามารถใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน และการตรวจสอบโน้ตทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 ครูควรให้ความสำคัญกับโน้ตทัศน์เดิมของนักเรียนซึ่งจะมีผลต่อการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนต่อไป โดยควรให้คำแนะนำกับนักเรียนที่มีโน้ตทัศน์คลาดเคลื่อนได้พิจารณา เปรียบเทียบว่า สิ่งที่ตนเองเข้าใจนั้น แตกต่างจากสิ่งที่ได้เรียนรู้อย่างไร และมีหลักฐานใดบ้างที่ช่วยสนับสนุนแนวความคิดของนักเรียน และมีหลักฐานใดบ้างที่สนับสนุนสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ หลักฐานเหล่านั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพื่อให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดเดิมให้มีความถูกต้องก่อนไปสู่กิจกรรมในขั้นตอนต่อไป

1.3 ก่อนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง และเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ครูควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนการอภิปรายว่า วิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อาจมีได้หลายวิธี การอภิปรายครั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย และการพิจารณาเลือกใช้วิธีการใดนั้น นักเรียนต้องมีเหตุผลในการเลือก เช่น เป็นวิธีการที่แก้ปัญหาได้เร็ว ตรงประเด็น และใช้เวลาน้อย เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และประเมิน หาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเกิดความภาคภูมิใจเมื่อวิธีการของกลุ่มตนเองได้รับการเลือกกว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

1.4 ควรส่งเสริมให้นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตั้งคำถามในสิ่งที่ยังสงสัยหรืออยากเรียนรู้เพิ่ม รวมทั้งบันทึกความรู้สึกพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์หลังจากที่ได้เรียนแล้วทุกครั้ง เพื่อให้ครูมีความเข้าใจนักเรียนเพิ่มขึ้น และสามารถให้การสนับสนุนพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งใช้ในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเชิงคุณภาพ เป็นกรณีศึกษาเพื่อสะท้อนถึงพัฒนาของผู้เรียนในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น หรืออาจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ไปใช้กับนักเรียนที่มีบริบทแตกต่างกันออกไป เพื่อศึกษาการพัฒนาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงานแบบกลุ่ม หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น





บรรณานุกรม

- กัตัญญดา ซอบชื่น. (2554). ผลการใช้การสอนเพื่อพัฒนามโนคติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดสังเคราะห์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณชัย จ.ตรัง. ปรินทิฟานิช กศ.ม.
(ศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
การเรียนรู้แบบ 4MAT: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง. สืบค้นเมื่อ 18
กันยายน 2553, จาก <http://www.kruarn.com/images/1176442829/4%20MAT.pdf>
กิตติชัย สุทธิโนบล. (2546). 4MAT การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพความเป็นมนุษย์
ที่สมบูรณ์ของผู้เรียน. ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.
เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ และคณะ. (2539). เมืองไทยในปี 2560: อนาคตเมืองไทยในสองทศวรรษ
หน้า. กรุงเทพฯ: ชัคเชลมีเดีย.
เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2543). บัณฑิตของชาติ. กรุงเทพฯ: ชัคเชลมีเดีย.
----- (2544). การคิดเชิงวิพากษ์. กรุงเทพฯ: ชัคเชลมีเดีย.
----- (2545). การคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพฯ: ชัคเชลมีเดีย.
----- (2546). ลายแทงนักคิด. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ชัคเชลมีเดีย.
ไกล่ตา สดสมศรี และ รัชพล งามกระบวน. (2554, กุมภาพันธ์). ไทยล้าหลังอาเซียนต้องเร่งพัฒนา
การศึกษาอย่างจริงจัง. วารสารการศึกษาไทย. 8(77): 6-9.
ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2529). สื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
ณรงค์ เทียนสง และคณะ. (2523). การเรียนการสอนแบบเรียนชุด. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ. (ม.ป.ป.). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (เอกสารประกอบการ
สอน). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
พิศนา แหมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ไทยโพสต์. (2556). "เปิดด้านมืด" สอบส่วนกลางทำ นร.เครียด. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2556, จาก
<http://www.thaipost.net/news/050913/78818>

- ธงทอง จันทรางศุ. (2553). *สกศ. เผย เด็กไทยอ่อนอังกฤษ วัดผลแทบบ๊วย*. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2553, จาก <http://www.moc.moe.go.th/node/2007>
- พงศ์ศักดิ์ สังขวิญญู. (2556). *ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. สืบค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2556, จาก http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/6/science/unit4_7.html
- พิสิฐฐ์ โคตรสุโพธิ์. (2553). *ประวัติศาสตร์และข้อโต้แย้งของปรัชญาวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2553, จาก <http://www.human.cmu.ac.th/>
- เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร. (2537). *วิธีสอนทั่วไป*. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พัชรี ศรีสังข์. (2551). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาจิตวิทยาสังคมโดยใช้ชุมชนและประสบการณ์เป็นฐานเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์*. ปริญญาโท นิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บงกช ชัยเขาวรินทร์. (2558). *การวิเคราะห์ข้อสอบปรนัย*. สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2558, จาก www.ms.src.ku.ac.th/km/file_share/2012528157421.pdf
- บัณฑิตย์ ศรีพุทธานกูร. (2556). *กระทรวงศึกษาธิการกับการเข้าสู่สมาคมอาเซียน 2558*. สืบค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2556, จาก http://www.sriputtangul.com/index.php?option=com_content&view=article&id=204&Itemid=96
- ปัญญา ธนบุญสมบัติ. (2548). *สอนวิทย์ คิดสนุก 1*. กรุงเทพฯ: สารคดี.
- (2548). *สอนวิทย์ คิดสนุก 2*. กรุงเทพฯ: สารคดี.
- (2553). *รู้ทัน ฝนฟ้า อากาศ*. กรุงเทพฯ: สารคดี.
- บรรดล สุขปิติ. ม.ป.ป. *การเขียนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา*. (เอกสารประกอบการสอน). นครปฐม: หน่วยวิจัยเครือข่ายการพัฒนาคู มหาวินาลัยราชภัฏนครปฐม. ถ่ายเอกสาร
- เบลลังกา, เจมส์; และ แบรนต์, รอน. (2554). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. แปลโดย วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง; และ อธิป จิตตฤกษ์. กรุงเทพฯ: โอเพ่นเวิลด์ส.

- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (วิชาการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- เพ็ญพร วังภูมิใหญ่. (2555, เมษายน-มิถุนายน). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดที่มีต่อระดับความเครียด ความจำการทำงาน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารประสาทวิทยาศาสตร์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 7(2): 32-47.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2538). การประเมินผลการเรียน(Learning Evaluation). กรุงเทพฯ: อักษราพัฒนา.
- ภาวิธ ทองโรจน์. (2553). การศึกษาไทย มองเขมรแล้วย้อนดูตัว.สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2553,จาก <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=343316>
- มานพ ถนอมศรี. (2549). ลูกอัจฉริยะ สร้างได้. กรุงเทพฯ: สิปปประชา.
- วิชิต แทแก้ว. (2553, มีนาคม). ศิลปะกับวิทยาศาสตร์:รอยต่อการเรียนรู้ที่ควรพัฒนาสู่การสร้างสรรค์. วารสารการศึกษาไทย. 7(66): 8-13.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่. มปป
- (2537). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิทยา ศักยานิรันดร์. (2554). ตรรกศาสตร์ศาสตร์แห่งการใช้เหตุผล. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สมบัติ การจนรักพงศ์. (2545). เทคนิคการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- สรวมณฑล ลิทธิสमान. (2555). ปัญหาใหญ่ของเด็กไทยคือแก้ปัญหาชีวิตไม่เป็น. สืบค้นเมื่อ 15

กรกฎาคม 2556, จาก <http://www.manager.co.th/family/viewnews.aspx?NewsID=9550000083904>

สถานีอุตุนิยมวิทยาชยานา. (2556). ข้อมูลสารสนเทศสถานีอุตุนิยมวิทยาชยานา. สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2556 จาก, <http://www.mob.tmd.go.th/databass/met-chatnat.html>

สรายุทธ กันหลง. (2557). *ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC : Index of Item-Objective Congruence)*. สืบค้นเมื่อ 6 มกราคม 2557 จาก,
<http://www.ipernity.com/blog/248956/424224>

สถิต วงศ์สุวรรณ. (2543). *ปรัชญาเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น(1997)

สันติพงษ์ ปิตตฤกษ์ดี. (2554, เมษายน). *พลังแห่งเรื่องเล่า*. Up Date. 26(283): 48-52. สาขาวิชา
คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2545). *เอกสารประกอบการสอน
ชุดวิชาพัฒนาการวัยรุ่นและอบรม = Adolescent Development and Upbringing
หน่วยที่ 1-8*. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบการคิด*
ต้นแบบการเรียนรู้ด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎมนตรี.

สิริอร วิชชาวธ. (2554). จิตวิทยาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2552). พัฒนาทักษะการคิด..พิชิตการสอบ. พิมพ์ครั้งที่ 4.
กรุงเทพฯ: เลียงเชียง.

----- (2554). วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

สุชาติดา บวรกิตติวงศ์. (2554). จิตวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไรกับการศึกษาวิทยาศาสตร์.
สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2556 จาก http://www.myfirstbrain.com/teacher_view.aspx?ID=88779

สุทธศิริ วงศ์สมาน. (2554). *สกศ. เผย เด็กไทยอ่อนอังกฤษ วัดผลแทบบ๊วย*. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2554, จาก http://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fweb62.sskru.ac.th%2FUserFiles%2FFile%2Feducation%2520in%2520ASEAN.ppt&ei=Z53nUez1AYyErAfWhoDADw&usg=AFQjCNEuEBYhm1FLKtZ_r8eYAsUXfoOpng&sig2=C_GWVtsqheUynYa0GWekVg&bvm=bv.49478099,d.bmk

- สุทธิดา จำรัส. (2555). *การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์กับความจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21*. (เอกสารสำหรับการอบรมโครงการลงทุนด้านการศึกษาและเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์). สืบค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2555, จาก <http://chamrat2012.wordpress.com/2012/04/27sci-for-21-century/>
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ ฟรินติ้ง เซอร์วิส.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. (2533). *ผลการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- อพนันท์ พูลพทุธา; สุนทร จันทศิลา; และ สุนทรพจน์ ดำรงพานิช: 2556. (2556, มกราคม – เมษายน) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดสุรินทร์: การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างพระดัด. *ว.มร.ม. (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 7(1): 149.
- อารยา ช่ออั้งชัย. (2553). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญานิพนธ์ ป.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. (2555). *การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง*. นครปฐม: โอ.คิว.บุ๊ก เซ็นเตอร์.
- อัมพร พงษ์กังสนานนท์. (2554, กรกฎาคม). *การปฏิรูปการศึกษา: เพื่อการพัฒนาที่ต่อเนื่อง*. *วารสารการศึกษาไทย*. 8(82): 3-16.
- Adesoji, Francis A. (2008, May-August). Students' Ability Levels and Effectiveness of Problem-Solving Instructional Strategy. *J. Soc. Sci.* 17(1): 5-8.
- Akun, Abuzer. (2009). *The Relation between Science Student Teachers' Misconceptions about Solution, Dissolution, Diffusion and their Attitudes Toward Science with their Achievement*. *Education and Science*. 34(154): 29.
- Arends, Richard I. (1997). *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill.
- _____. (2009). *Learning to Teach*. New York: McGraw-Hill.
- Atkinson, Rita L.; Atkinson, Richard C.; & Hilgard, Ernest R. (1983). *Introduction to Psychology*. 8th ed. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

- Barell, John. (2010). Problem-Based Learning: The Foundation for 21st Century Skills. In *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn*. Bellanca, James; & Brandt, Ron. V.1 pp. 174-199. Bloomington: Solution Tree.
- (2013). *An Inquiry Process*. Retrieved October 30, 2013, from www.morecuriousminds.com/docs/pb_chap1.pdf
- Brischi, Salih; & Metin, Mustafa. (2010, June). Developing an Instructional Material Using a Concept Cartoons Adapted to the 5E Model: A Sample of Teaching Erosion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 1(11): 1-16.
- Bruner, Frank J. (1982). *Behavior and Life: An Introduction to Psychology*. New York: John & Sons.
- Chi, Micheline T.H.; & Glaser, Robert. *Problem-Solving Ability*. Retrieved October 20, 2012, from <http://chilab.asu.edu/papers/ChiGlaser10.pdf>
- Cigdem S.; & Salih Cepni. (2011, January). *Developing of the Concept Cartoon, Animation and Dianostic Branched Tree Supported Conceptual Change Text: "Gas Pressure"*. Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education. (special Issue): 25-33.
- Dalacosta K.; Paparrigopoulou Kamariotaki M. ; Palyvos J. A. ; & Spyrellis N. *Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education*. Retrieved July 31, 2010, from <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1508653>
- De Cecco, John P. & Crawford, William R. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Dewey, John. (1910). *How We Think*. New York: D.C.Health.
- Dogru, Mustafa. (2008). The Application of Problem Solving Method on Science Teacher Trainees on the Solution of the Environmental Problems. *Journal of Environmental & Science Education*. 3(1): 9-18.
- Donaher, Shaunna.). *How Students Learn Weather: A Literature Review*. Retrieved July 31, 2007, from http://www.learningace.com/doc/4519533/8e28b85e021e1944b480c5194f13148a/how_students_learn_weather_shaunna
- Evrekli, Ertug; Inel, Didem; & Balim, Gunay. (2011, December 2). A Reasearch on the

Effects of Using Concept Cartoons and Mind Maps in Science Education.

Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education. 2(5): 58-85.

Fatoke, A.O; & Olaoluwa, O.O. (2014, Sep-Oct). Enhancing Students' Attitude towards Science through Problem Solving Instructional Strategy. *IOSR Journal of Research & Method in Education.* (4 Issue): 50 – 53.

Filiz Kabapinar. (2005, May). *Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the point of View of constructivist Approach.* Educational Sciences: Theory &Practice. 5(1): 135-146.

Fries-Gaither, Jessica. *Common Misconceptions about Polar Weather and Climate.*

Retrieved August 20, 2013, from <http://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/weather-and-climate-from-home-to-the-poles/common-misconceptions-about-polar-weather-and-climate>

Gagné, Robert M.; & Briggs, Leslie J. (1974). *Principles of Instructional Design.* New York: Holt, Rinehart and Winston.

Gagné, Robert M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction.* 3rd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Hasna, Abdallah M. (2004). *Problem Based Learning in Engineering Design.* Abu Dhabi: Department of Engineering Management, Abu Dhabi Men's Collage. Photocopied.

Hulse, Stewart; Egeth, Howard; & Deese, James. *The Psychology of Learning.* 5th ed. New York: McGraw-Hill.

Johnson, Kerry A.; & Foa, Lin J. (1989). *Instructional Design: New Alternatives for Effective Education and Training.* New York: Collier Macmillan.

Joyce, Bruce; & Weil, Marsha. (1980). *Models of Teaching.* 2nd ed. London: Prentice Hall International Editions.

Kabapinar, Filiz. (2005, May). *Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach.* Educational Sciences: Theory & Practice. 5(1): 135-146.

Kallir, Rami; & Birisci, Salih; & Metin, Mustafa. *Developing an Instructional Material Using a Concept Cartoon Adapted to the 5E model: A Sample of Teaching Erosion.*

Retrieved August 23, 2010, from http://www.ied.edu.hk/apfs/v9_issue2/muammer/

Keogh, Brenda; & Naylor, Stuart. *Concept Cartoons: What Have We Learnt?*. Retrieved August 8, 2013, from <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Fi7TuMbLs1kJ:millgatehouse.co.uk/wp-content/research-papers/Concept%2520Cartoons%2520Fibonacci%25202012.doc+&cd=2&hl=th&ct=clnk>

Klausmeier, Herbert J. & Goodwin, William. (1975). *Learning and Human Abilities: Educational Psychology*. 4th ed. New York: Harper & Row.

Klausmeier, Herbert J.; & Ripple, Richard E. (1971). *Learning and Human Abilities Educational Psychology*. 3rd ed. New York: Harper & Row.

Naylor, S. & Keogh, B. *Constructivism in Classroom: Theory into Practice*. Retrieved September 26, 2010, from <http://arb.nzcer.org.nz/strategies/cartoons.php>

Naylor, S. & Keogh, B. (2013 March 1). Concept Cartoons: What Have We Learnt?. *Journal of Turkish Science Education*. 1(10): 3-11.

Maker, June C. (1982). *Teaching Models in Education of The Gifted*. Texas: PRO-ED.

Meng, Elizabeth; & Doran, Rodney L. (1993). *Improving Instruction and Learning Through Evaluation Elementary School Science*. Ohio: ERIC.

Meyrav, Maya Kallir-. *Teaching Science in A More Interesting Way*. Retrieved January 15, 2013, from <http://toseducation.wikispaces.com/teaching+science+in+a+more+interesting+way>

Mintzes, Joel J.; Wandersee, James H; & Novak, Joseph D. (2000). *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*. San Diego: Academic.

Novak, Joseph D.; & Gowin Bob D. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.

Novak, Joseph D. (1993). *Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies (LIPs) Leading to Empowerment of Learners*. Papers presented at The Third International Seminar on

Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics,
Misconceptions Trust.

Hickein, Pamela. (2008?). *How To Bring Out Your Child's Genius In Just Ten Minutes A Day*. (An introduction to Right Brain Education). Chicago: 2008.

Phye Gary D.; & Andre Thomas. *Cognitive Classroom Learning Understanding, Thinking, and Problem Solving*. Florida: Academic.

Polhemus, L.; Danchak, M.; & Karen Swan. (2004). *Adaptive Presentations for Learning Styles: Reflective Online Teaching*. Retrieved August 23, 2010, from http://www.cipce.rpi.edu/pages/research/polhemus_et_al_aera04.doc

Stern, Leonard. (1985). *The Structures and Strategies of Human Memory*. Illinois: The Dorsey. Sebnem Kandil Ingec. *Cartoon Concept of Evaluation as A Tool in Physics Education*. Retrieved September 18, 2010, from <http://translate.google.co.th/translate?hl=th&sl=en&u=http://www.teacher.org.cn/dc/ucedu200811/ucedu20081106.pdf&ei=N6yUTKjAo2vQPHvIWaDQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=5&ved=0CDAQ7gEwBDgo&prev=/search%3Fq%3Dscience%2Bcartoon%2Bfor%2Bteaching%2Bresearch%26start%3D40%26hl%3Dth%26sa%3DN>

Stuart Naylor; Brigid Downing & Brenda Keogh. *An Empirical Study of Argumentation in Primary Science, Using Concept Cartoons as the Stimulus*. Retrieved September 2, 2010, from <http://www.conceptcartoons.com/science/news.htm>

Weil, Marcha; Joyce, Bruce; & Kluwin, Bridget. (1978). *Personal Models of Teaching*. New Jersey: Prentice Hall.

Wetze, David R. *Children's Misconceptions about Science*. Retrieved October 22, 2008, from <http://www.amasci.com/miscon/opphys.html>

Wu, Chun; & Foos, Jordan. (2010, March). *Making Chemistry Fun to Learn*. Literacy Information and computer Education Journal. 1(1): 3-7.

ภาคผนวก





รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.กวิน เชื้อมงคล
นักวิชาการศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ดร.กัญญารัตน์ โคจร
อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา
อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. นายเจษฎา เนตรสว่างวิชา
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี
5. นางสาวกัญญารัตน์ วัดสิงห์
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหนองฉางวิทยาคม จังหวัดอุทัยธานี



ภาคผนวก ข
ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ตาราง 26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ ที่ประเมินโดย
ผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม ΣR	IC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี การจัดลำดับกระบวนการจัดการ เรียนรู้ที่เหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมในการช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมในการช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนมีความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการย่อยที่เหมาะสมในการ ช่วยให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบว่า ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และมี ความสามารถในการแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 26 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถช่วยให้ผู้เรียนสรุปปัญหา ทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่ พบได้และนำกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่พบได้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
7. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน เกินไป	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
8. เทคนิค วิธีการ ที่นำมาใช้ใน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความ เหมาะสม	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
9. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมสามารถนำไปใช้จริงได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 27 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี การจัดลำดับกระบวนการจัดการ เรียนรู้ที่เหมาะสม	4	5	4	4	4	21	4.20	เหมาะสม
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมในการช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	3	4	4	4	3	18	3.60	เหมาะสม
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมในการช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนมีความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	4	5	4	4	4	21	4.20	เหมาะสม
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการย่อยที่เหมาะสมในการ ช่วยให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบว่า ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และมี ความสามารถในการแก้ปัญหา	4	4	3	4	3	18	3.60	เหมาะสม
5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถช่วยให้ผู้เรียนสรุปปัญหา ทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่ พบได้และนำกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่พบได้	4	5	4	4	3	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 27 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถช่วยให้ผู้เรียนสรุปปัญหา ทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่ พบได้และนำกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่พบได้	5	5	5	5	4	24	4.80	เหมาะสม
7. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน เกินไป	4	4	3	4	4	19	3.80	เหมาะสม
8. เทคนิค วิธีการ ที่นำมาใช้ใน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความ เหมาะสม	4	5	5	3	3	20	4.00	เหมาะสม
9. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
10. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี กระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสมสามารถนำไปใช้จริงได้	4	4	4	4	3	19	3.80	เหมาะสม

ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีเจต คติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีเจต คติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	1	1	1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีเจต คติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	1	1	1	0	0	3	0.80	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	1	1	1	0	0	3	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 28 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม ΣR	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	1	1	1	1	0	5	0.80	สอดคล้อง
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 29 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1								
11. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือ ทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
12. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์ หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
13. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิด มโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การ เรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์ หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
14. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ ใหม่ได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
15. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จาก สถานการณ์ที่พบได้และนำ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ พบได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
16. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
17. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีเจต คติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
18. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
19. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
20. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ					รวม	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	4	4	3	4	4	19	3.80	สอดคล้อง
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	4	4	4	3	4	19	3.80	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	4	4	4	4	4	20	4.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	4	4	4	4	4	20	4.00	สอดคล้อง

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีเจต คติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4	4	3	4	4	20	3.80	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือ ทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์ หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิด มโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การ เรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์ หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ ใหม่ได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จาก สถานการณ์ที่พบได้และนำ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ พบได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือ ทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการ จัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์ หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิด มโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การ เรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์ หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ ใหม่ได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จาก สถานการณ์ที่พบได้และนำ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ พบได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ					รวม	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีเจต คติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ					รวม	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6								
1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานหรือทฤษฎีการศึกษาของกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และมโนทัศน์หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และถูกต้องตามมโนทัศน์หลัก	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่พบได้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 29 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5			
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและ ลมฟ้าอากาศ สูงขึ้นได้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม แผนฯ สามารถช่วยให้ผู้เรียนมี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
8. สื่อ และกิจกรรมการทดลอง มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
9. ใบกิจกรรม และใบความรู้ มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม
10. การประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	เหมาะสม

ตาราง 30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบ
วัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อ ที่	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IC	ผลการ ประเมิน	ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
	1	2	3	4	5					
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.50	0.33
2	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง	0.33	0.26
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.46	0.26
4	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง	0.33	0.26
5	1	1	1	0	0	3	0.6	สอดคล้อง	0.73	0.40
6	1	1	1	0	0	3	0.6	สอดคล้อง	0.6	0.40
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.43	0.46
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.46	0.40
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.3	0.20
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.56	0.33
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.36	0.33
12	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง	0.43	0.46
13	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง	0.43	0.20
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.50	0.60
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.53	0.53
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.40	0.53
17	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง	0.33	0.26
18	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง	0.63	0.60
19	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง	0.76	0.33
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.30	0.46
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.50	0.60
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.50	0.20
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.33	0.26
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.56	0.73

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม ΣR	IC	ผลการ ประเมิน	ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
	1	2	3	4	5					
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.30	0.20
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.33	0.40
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.26	0.26
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.63	0.20
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.26	0.40
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.50	0.33
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.50	0.46
32	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.53	0.26

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.85

หมายเหตุ

การแปลผลค่าของคะแนนมีความหมาย ดังนี้

- +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนเนื้อหา เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ หรือถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องของระดับพฤติกรรม มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดมาตรฐาน และมีความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนเนื้อหา เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ หรือถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องของระดับพฤติกรรม ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดมาตรฐาน และไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
- 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ใช่อะไรเลย เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ หรือถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้องของระดับพฤติกรรม ไม่มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดมาตรฐาน และไม่มีความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

*แบบวัดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบวัดที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 31 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ ที่	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	ผลการ ประเมิน	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
	1	2	3	4	5					
1	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง	0.56	0.46
2	1	1	1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง	0.50	0.46
3	1	1	1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง	0.40	0.66
4	1	1	1	1	0	3	0.60	สอดคล้อง	0.40	0.40
5	1	1	1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง	0.50	0.33
6	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.50	0.60
7	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.30	0.46
8	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.40	0.53
9	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.36	0.46
10	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.56	0.33
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.46	0.40
12	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.53	0.40
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.36	0.46
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.33	0.53
15	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.30	0.46
16	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.46	0.53
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.63	0.46
18	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.50	0.46
19	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.40	0.53
20	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.46	0.40
21	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.33	0.40
22	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.33	0.26
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.36	0.20
24	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.43	0.33

ตาราง 31 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	ผลการ ประเมิน	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
	1	2	3	4	5					
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.50	0.33
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.40	0.40
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.33	0.40
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.46	0.40
29	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง	0.30	0.33
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	0.33	0.40

หมายเหตุ

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ มีดังนี้

- ดัชนีค่าความยากง่าย(p) (บงกช ชัยเชาวรินทร์: 2558: ออนไลน์) แบ่งได้ดังนี้

0.80 – 1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก
<0.02	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

- ค่าอำนาจจำแนก(r) (บงกช ชัยเชาวรินทร์: 2558: ออนไลน์) แบ่งได้ดังนี้

1.00	จำแนกดีเลิศ
0.80 – 0.99	จำแนกดีมาก
0.60 – 0.79	จำแนกดี
0.40 – 0.59	จำแนกได้ปานกลาง
0.20 – 0.39	จำแนกได้บ้าง
0.00 – 0.19	จำแนกไม่ค่อยได้ (ควรปรับปรุง)
<0.00 (ติดลบ)	จำแนกไม่ได้ (ควรตัดทิ้ง สร้างข้อสอบใหม่)

- ประสิทธิภาพของตัวลอง(P_w) (บงกช ชัยเชาวรินทร์: 2558: ออนไลน์) ที่ดีควรมีค่า ≥ 0.05 ขึ้นไป (P_w จะมีค่า 0 – 1)

- อำนาจจำแนกของตัวลอง(R_w) (บงกช ชัยเชาวรินทร์: 2558: ออนไลน์) ที่ดีควรมีค่า ≥ 0.05 ขึ้นไป

ตาราง 32 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ด้านที่ 1 เนื้อหา								
1. คำชี้แจงของแบบวัดเจตคติ สามารถชี้แจงรายละเอียดของแบบ วัดได้เข้าใจตรงกัน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. แบบวัดเจตคติ ใช้ภาษาที่ เข้าใจง่าย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3. แบบวัดเจตคติสามารถวัด เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ ครอบคลุมด้านเนื้อหา	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
4. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด เจตคติมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. การแบ่งระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับ มีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
ด้านที่ 2 กิจกรรม								
1. คำชี้แจงของแบบวัดเจตคติ สามารถชี้แจงรายละเอียดของแบบ วัดได้เข้าใจตรงกัน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. แบบวัดเจตคติ ใช้ภาษาที่ เข้าใจง่าย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3. แบบวัดเจตคติสามารถวัด เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ ครอบคลุมด้านกิจกรรม	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
4. คำชี้แจงของแบบวัดเจตคติ สามารถชี้แจงรายละเอียดของแบบ วัดได้เข้าใจตรงกัน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 32 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
5. แบบวัดเจตคติ ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
6. แบบวัดเจตคติสามารถวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดเจตคติมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8. การแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ มีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1. คำชี้แจงของแบบวัดเจตคติสามารถชี้แจงรายละเอียดของแบบวัดได้เข้าใจตรงกัน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. แบบวัดเจตคติ ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3. แบบวัดเจตคติสามารถวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
4. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดเจตคติมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5. การแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ มีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง หมออุตุนิยมวิทยา

เวลา 2 ชั่วโมง

วิชา วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชี้วัด ดังนี้

ว 6.1 ม. 1/4 สืบค้น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลจากการพยากรณ์

ว 6.1 ม. 1/5 สืบค้น วิเคราะห์ อธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ว 8.1 ม. 1/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็น หรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.1/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี

ว 8.1 ม. 1/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

ว 8.1 ม. 1/4 รวบรวมข้อมูลจัดทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม. 1/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 1/6 สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 1/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ว 8.1 ม. 1/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ว 8.1 ม. 1/9 จัดแสดงผลงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

มโนทัศน์หลัก

การพยากรณ์อากาศ เป็นการคาดคะเนสภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นล่วงหน้าจากการเฝ้าสังเกต บันทึก วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาจัดทำแผนที่อากาศ เพื่อให้มนุษย์นำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการปฏิบัติตน และป้องกันภัยที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศในแต่ละวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายการพยากรณ์อากาศ และข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศได้
2. อ่านค่าต่าง ๆ ในแผนที่อากาศ และแปลความหมายข้อมูลจากแผนที่อากาศได้
3. สำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้า และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
4. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้น
5. อธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้า และผลการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจได้
6. มีความสนใจและตั้งใจที่จะใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

เนื้อหา

การพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในอนาคต การที่จะพยากรณ์อากาศได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 ประการ ประการแรกคือความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ประการที่สองคือสภาวะอากาศปัจจุบัน และประการสุดท้ายคือความสามารถที่จะผสมผสานองค์ประกอบทั้งสองข้างต้น เข้าด้วยกันเพื่อคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศ

ขั้นตอนที่สำคัญในการพยากรณ์อากาศได้แก่

1. การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน
2. การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย สามารถแบ่งขั้นตอนออกไปได้อีก

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโมโนทัศน์ (10 นาที)

1. ครูนำเสนอตัวอย่างการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังนี้ (หรืออาจนำพยากรณ์อากาศในวันที่ทำการจัดการเรียนรู้มาใช้ โดยข้อมูลได้จาก <http://www.tmd.go.th/>)

ประจำวันที่ 2 พฤศจิกายน 2557	
ลักษณะอากาศทั่วไปเมื่อเวลา 04:00 น.	มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมอ่าวไทย ประกอบกับหย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมภาคใต้จะเคลื่อนตัวลงสู่ทะเลอันดามัน ในวันที่(2 พ.ย.) ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้จะมีฝนกระจายถึงเกือบทั่วไปร้อยละ 60-70 ของพื้นที่ และมีฝนตกหนักบางแห่งขอให้ประชาชนบริเวณจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ระนอง พังงา ภูเก็ต และกระบี่ ระวังอันตรายจากฝนตกหนักและปริมาณฝนตกสะสมไว้ด้วย สำหรับบริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนแล้ว ทำให้บริเวณดังกล่าวมีฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นบางแห่ง และอุณหภูมิจะลดลง 2-4 องศาเซลเซียส โดยภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีอากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า

2. ครูใช้คำถามนำเข้าสู่การอภิปรายว่า ข้อมูลใดบ้างที่กรมอุตุนิยมวิทยานำมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ (แนวคำตอบคือ ความดันอากาศ(ความกดอากาศ) อุณหภูมิ ทิศทางลม ความเร็วลม ความสูงของคลื่น ปริมาณเมฆ ปริมาณฝน) หากนักเรียนตอบได้ไม่ครบให้นักเรียนทบทวนเรื่ององค์ประกอบของลมฟ้าอากาศที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว

3. ครูถามนักเรียนว่าถ้าให้นักเรียนเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ นักเรียนจะมีวิธีเก็บข้อมูลอย่างไร (แนวคำตอบคือ ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ใช้บารอมิเตอร์วัดความดัน ใช้ครูลมวัดทิศทางลม ซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนได้ศึกษาผ่านมาแล้ว)

4. ครูควรถามนักเรียนต่อไปเพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเจ้าหน้าที่อุตุนิยมวิทยามีวิธีการตรวจสอบอากาศอย่างไร และข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศมีสิ่งใดบ้าง จากนั้นครูแนะนำวิทยาการภายนอกซึ่งเชิญมาจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ชัยนาท แต่หากเจ้าหน้าที่ไม่สามารถมาให้ความรู้ได้ ในขั้นนี้ครูควรให้นักเรียนศึกษาและสืบค้นไปความรู้เรื่อง การพยากรณ์อากาศ และเว็บไซต์ทัศนศึกษาออนไลน์ของ สสวท. จาก

http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=9&content_folder_id=117

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ (40 นาที)

- ศึกษาโมโนทัศน์

1. วิทยากรบรรยายการทำงานของนักอุตุนิยมวิทยาประกอบภาพในสไลด์ และอาจมีการสาธิตการใช้อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาพยากรณ์อากาศ
2. หลังจากบรรยายจบแล้ว นักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยสามารถสอบถามได้ แล้วทำการบินที่สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการฟังบรรยายและการสอบถามวิทยากรลงในสมุด
3. ในกรณีที่วิทยากรไม่สามารถมาบรรยายได้ ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อทำการศึกษา ค้นคว้า เกี่ยวกับการพยากรณ์และวิเคราะห์ข้อมูลอากาศ จากหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์, ใบความรู้เรื่อง การพยากรณ์อากาศ และเว็บไซต์ทัศนศึกษาออนไลน์ของ สสวท. จาก http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=9&content_folder_id=117
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 10 เรื่อง หมอดูอากาศ

- อธิบายมโนทัศน์

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายสาระสำคัญของสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้าให้เพื่อนในห้องฟัง โดยนักเรียนควรให้คำจำกัดความของการพยากรณ์อากาศว่า เป็นการคาดคะเนสภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นล่วงหน้าจากการเฝ้าสังเกต บันทึก วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาจัดทำแผนที่อากาศ หรือโมเดลการพยากรณ์อากาศ เพื่อให้มนุษย์นำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการปฏิบัติตน และป้องกันภัยที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศในแต่ละวัน

- ตรวจสอบมโนทัศน์

6. มโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่ควรระวัง ได้แก่ นักเรียนเข้าใจว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันหาได้จากการนำอุณหภูมิที่วัดได้ทุกค่ามารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล ซึ่งที่ถูกต้องใช้อุณหภูมิสูงสุดรวมกับอุณหภูมิต่ำสุดแล้วหารด้วยสอง
7. ครูประเมินคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่ามีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องหรือไม่ โดยประเมินจากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และจากใบกิจกรรมที่ 10 เรื่อง หมอดูอากาศ ซึ่งมีแนวคำตอบ ดังนี้

1. การพยากรณ์อากาศ คืออะไร คือการคาดคะเนสภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นล่วงหน้าจากการเฝ้าสังเกต บันทึก วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาจัดทำแผนที่อากาศ เพื่อให้มนุษย์นำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการปฏิบัติตน และป้องกันภัยที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศในแต่ละวัน
2. จากคำพยากรณ์อากาศ ข้อใดที่แสดงถึงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ
มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความกดอากาศสูง ฝนฟ้าคะนอง อุณหภูมิลดลง หมอก
3. จากการแปลความหมายของคำพยากรณ์อากาศ ควรมีการปฏิบัติตนอย่างไร
ภาคีได้ระวังอันตรายจากฝนตกหนักและปริมาณฝนตกสะสม
ภาคีภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนืออากาศจะเย็นควรเตรียมเสื้อผ้าที่มีความหนาเพื่อ
ทำให้ร่างกายอบอุ่น และระมัดระวังการเดินทางออกจากบ้านในช่วงเช้าเนื่องจากมีหมอกจาก
คำพยากรณ์อากาศ ข้อใดที่แสดงถึงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศภาคเหนือ และภาค
ตะวันออกเฉียงเหนืออากาศจะเย็นควรเตรียมเสื้อผ้าที่มีความหนาเพื่อทำให้ร่างกายอบอุ่น และ
ระมัดระวังการเดินทางออกจากบ้านในช่วงเช้าเนื่องจากมีหมอกจากอากาศ
มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความกดอากาศสูง ฝนฟ้าคะนอง อุณหภูมิลดลง หมอก

ประจำวันที 2 พฤศจิกายน 2557	
ลักษณะอากาศ ทั่วไปเมื่อเวลา 10:00 น.	มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมอ่าวไทย ประกอบกับหย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมภาคใต้จะเคลื่อนตัวลงสู่ทะเลอันดามัน ในวันที่ (2 พ.ย. 57) ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้จะมีฝนเกือบทั่วไปร้อยละ 70 ของพื้นที่ และมีฝนตกหนักบางแห่ง ขอให้ประชาชนบริเวณจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ระนอง พังงา ภูเก็ต และกระบี่ ระวังอันตรายจากฝนตกหนักและปริมาณฝนตกสะสมไว้ด้วย สำหรับบริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาถึงภาคใต้ตอนบนแล้ว ทำให้บริเวณดังกล่าวมีฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นบางแห่ง และอุณหภูมิจะลดลง 2-4 องศาเซลเซียส โดยภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีอากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า

ข้อมูลที่เป็นสภาพอากาศ ปัจจุบัน	ข้อมูลที่เป็นคำพยากรณ์	ข้อมูลพื้นฐาน
1. มรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือพัด ปกคลุมอ่าวไทย 2. หย่อมความกดอากาศ ต่ำที่ปกคลุมภาคใต้จะ เคลื่อนตัวลงสู่ทะเลอันดา มัน 3. ความกดอากาศสูง กำลังค่อนข้างแรงจาก ประเทศจีนได้แผ่ลงมาก คลุมประเทศไทยตอนบน	1. ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้จะมีฝน เกือบทั่วไปร้อยละ 70 ของพื้นที่ และมี ฝนตกหนักบางแห่ง 2. ทำให้บริเวณดังกล่าวมีฝนฟ้าคะนอง เกิดขึ้นบางแห่ง และอุณหภูมิจะลดลง 2-4 องศาเซลเซียส โดยภาคเหนือ และ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีอากาศ เย็นกับมีหมอกในตอนเช้า	1. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 2. หย่อมความกด อากาศต่ำ 3. ความกดอากาศสูง 4. ฝนเกือบทั่วไป 5. ฝนฟ้าคะนอง 6. อุณหภูมิลดลง 7. หมอก

1. “ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้จะมีฝนเกือบทั่วไปร้อยละ 70 ของพื้นที่” หมายความว่าอย่างไร ภาคใต้จะมีฝนตกตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป แต่ไม่เกินร้อยละ 80 ของพื้นที่ 2. จากคำพยากรณ์อากาศ ข้อใดที่แสดงถึงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความกดอากาศสูง ฝนฟ้าคะนอง อุณหภูมิลดลง หมอก 3. จากการแปลความหมายของคำพยากรณ์อากาศ ควรมีการปฏิบัติตนอย่างไร ภาคใต้ระวังอันตรายจากฝนตกหนักและปริมาณฝนตกสะสม ภาคภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนืออากาศจะเย็นควรเตรียมเสื้อผ้าที่มีความหนาเพื่อ ทำให้ร่างกายอบอุ่น และระวังระวังการเดินทางออกจากบ้านในช่วงเช้าเนื่องจากมีหมอก 4. จงเติมคำลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ การพยากรณ์อากาศ เป็นการคาดคะเนสภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นล่วงหน้าจากการเฝ้า สังเกต บันทึก วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาจัดทำแผนที่อากาศ เพื่อให้มนุษย์นำผลการพยากรณ์ไป	
--	--

8. นักเรียนบางคนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน ครูควรใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนที่มีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนตอบคำถาม เช่น เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น ข้อมูลที่ นักเรียนไดมานั้นได้มาจากที่ใดและได้มีการตรวจสอบ เปรียบเทียบกับเพื่อนคนอื่น ๆ หรือไม่ หาก

นักเรียนพบข้อผิดพลาด ให้นักเรียนกลับไป ศึกษาโน้ตบันทึกทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องบรรยากาศอีกครั้ง ซึ่งเป็นขั้นตอนย่อยขั้นแรกของขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายและทดสอบความถูกต้องของมโนทัศน์

9. ถ้านักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน ครูต้องแนะนำให้เรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนกลับไปสู่ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโน้ตบันทึกอีกครั้ง เพื่อย้อนกลับไปดูว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องใดแล้วจึงใช้คำถามถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่าคำตอบนี้ถูกต้องแล้วหรือไม่ หากนักเรียนคิดว่าถูกต้องครูควรถามให้นักเรียนอธิบายจุดที่นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนอีกครั้ง พร้อมทั้งถามเหตุผลที่นำมาใช้สนับสนุนแนวคำตอบของนักเรียนว่ามีเหตุผลใดที่มาสนับสนุนแนวคิดดังกล่าว แล้วแนะนำแนวทางให้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าในส่วนที่ยังมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนั้นอีกครั้งในขั้นตอนที่ 2

10. นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแล้ว ให้กลับมาตอบคำถามที่ครูได้ถามในขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอโน้ตบันทึกว่า เจ้าหน้าที่อุตุนิยมวิทยามีวิธีการตรวจอากาศอย่างไร และข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศมีสิ่งใดบ้าง (แนวการตอบ มีดังนี้ เจ้าหน้าที่อุตุนิยมวิทยาจะตรวจวัดอากาศผิวพื้น โดยใช้สายตาและเครื่องมือ และตรวจอากาศชั้นบน โดยใช้เครื่องมือหยั่งอากาศ เครื่องเรดาร์ และโพลตบอลลูน ตรวจอากาศด้วยดาวเทียม และเรดาร์ ข้อมูลที่ได้มา ได้แก่ ความกดอากาศ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ลมผิวพื้น ลมชั้นบน ปริมาณและชนิดของเมฆ ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ อุณหภูมิใต้ดิน ระยะเวลาของแสงแดด ลักษณะท้องฟ้า เมฆ ทิศนวิสัย ลักษณะอากาศ ลักษณะพื้นดิน ลักษณะคลื่นทะเล ทิศทางและความเร็วลม นักเรียนอาจตอบได้ไม่ครบทั้งหมด แต่อย่างน้อยควรได้ครึ่งหนึ่ง)

ขั้นที่ 3 จัดโครงสร้างความรู้และขยายความรู้ (15 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ ที่ได้เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับมโนทัศน์หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อจัดโครงสร้างทางปัญญา โดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์และครูทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้อง หากพบว่านักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ไม่ชัดเจนหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ครูต้องให้คำแนะนำกับนักเรียนโดยทันที

ขั้นที่ 4 ขั้นตระหนักรู้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน(10 นาที)

1. ระดมสมองรวบรวมปัญหา

ครูนำเสนอใบกิจกรรมที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ โดยสถานการณ์คือ นักเรียนสวมบทบาทเป็นเจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยาคนใหม่ และหัวหน้างานให้นักเรียนทำโมเดลการพยากรณ์อากาศของจังหวัดชัยนาท นักเรียนจะแก้ปัญหายังไง

2. **คัดกรองและระบุปัญหาหลัก** นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคัดกรองปัญหาที่เขียนมาทั้งหมดเพื่อระบุปัญหาหลักที่ต้องการศึกษา โดยควรพิจารณาเลือกปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถทำการทดลอง หรือศึกษาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้ ในขั้นนี้ควรได้ข้อสรุปว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ปัญหาคือนักเรียนจะทำโมเดลการพยากรณ์อากาศอย่างไร

3. **ตั้งสมมติฐาน** นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งสมมติฐาน สำหรับเป็นแนวคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยสมมติฐานควรเป็น ดังนี้ โมเดลการพยากรณ์อากาศต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลมฟ้าอากาศทั้งหมดที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ดังนั้นต้องอาศัยความรู้เรื่องลมฟ้าอากาศเหล่านั้นมาจัดทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ

4. **วางแผนดำเนินการแก้ปัญหา** ครูใช้คำถาม K เช่น จากประสบการณ์ที่ผ่านมา นักเรียนทราบอะไรบ้างเกี่ยวกับเรื่องการพยากรณ์อากาศ โดยนักเรียนอาจช่วยกันเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วลงในกระดาษก่อน ครูควรถามนักเรียนต่อไปว่า นักเรียนคิดว่าข้อมูลที่มีอยู่นั้นเพียงพอที่จะพิสูจน์สมมติฐานหรือไม่ ซึ่งนักเรียนควรตอบว่าไม่เพียงพอ ครูถามต่อไปว่านักเรียนต้องการข้อมูลใดบ้างในการพิสูจน์สมมติฐานและจะหาข้อมูลนั้นได้จากที่ไหน คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น จากนั้นครูใช้คำถาม H ว่านักเรียนจะมีวิธีการในการพิสูจน์สมมติฐานนั้นอย่างไรได้ ให้นักเรียนช่วยกันเขียนขั้นตอนในการพิสูจน์สมมติฐานลงในกระดาษ โดยเขียนสรุปขั้นตอนต่าง ๆ เป็นข้อตามลำดับ

ขั้นที่ 5 ขั้นสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (30 นาที)

- **ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง** นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ ด้วยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และใบความรู้ เรื่อง เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ

11. **วิเคราะห์ข้อมูล** เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองหรือการสืบค้นแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ นักเรียนควรตอบคำถามตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ได้ โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งแนวคำตอบควรเป็นดังนี้

คำถาม	แนวของคำตอบ
1. จากสถานการณ์ปัญหานี้คืออะไร	นักเรียนจะทำโมเดลการพยากรณ์อากาศอย่างไร
2. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร	แนวโน้มของสภาพอากาศน่าจะมีฝน เนื่องจากมีอุณหภูมิสูง มีเมฆมากและชนิดของเมฆเป็นคิวมูโลนิมบัส
3. คุณมีความรู้อะไรเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อนบ้าง (K)	โมเดลการพยากรณ์อากาศต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลมฟ้าอากาศทั้งหมดที่ได้เรียนรู้อยู่แล้ว ดังนั้นต้องอาศัยความรู้เรื่องลมฟ้าอากาศเหล่านั้นมาจัดทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ
4. มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา (W)	เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ สภาพลมฟ้าอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นอากาศ ฯลฯ ในช่วงเวลาที่ต้องการทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ
5. จากสมมติฐานในข้อ 2 คุณจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร (H)	ระบุวันและช่วงเวลาที่ต้องการทำโมเดลอากาศ สืบค้น และวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศในช่วงเวลาที่ระบุไว้ รวมถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ เพื่อนำมาใช้ประกอบการเขียนคำพยากรณ์อากาศ และจัดทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ และนำเสนอโมเดล
6. คุณได้เรียนรู้อะไรบ้าง (L)	เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ การทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ และการเขียนคำพยากรณ์อากาศ

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปผล นำเสนอผลงาน และประเมินค่า (15 นาที)

1. **สรุปผล** นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถาม A ตามตามแนวทางการสืบค้นแบบ KWHLAQ ว่าสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร โดยคำตอบควรเป็น ดังนี้

คำถาม	แนวของคำตอบ
7. คุณจะประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องนี้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร (A)	ใช้ในการแปลคำพยากรณ์อากาศ และเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการรับมือกับสภาพอากาศรวมทั้งภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้นได้
8. เมื่อทำตามขั้นตอนในข้อ 5 แล้ว คุณคาดว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด	คาดว่าจะได้โมเดลการพยากรณ์อากาศที่ดีในระดับหนึ่ง เนื่องจากเป็นการจัดทำโมเดลการพยากรณ์อากาศเป็นครั้งแรก

2. **นำเสนอผลงาน** นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นโดยการนำผลงานที่ตนเองได้ทำในช่วงเวลาไปแปะไว้ที่บอร์ดหรือกระดานดำหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินชมผลงานของเพื่อนโดยกำหนดเวลาไม่เกิน 10 นาที ให้นักเรียนกลับมาตั้งประจำที่แล้วร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ว่ากลุ่มใดมีวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด เพื่อให้ นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้นกว่าเดิม รวมทั้งพัฒนาวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหามาของตนเองให้ดีขึ้นกว่าเดิมด้วย

3. **ประเมินค่า** ครูแจกแบบประเมินตนเองและแบบประเมินเพื่อนให้กับนักเรียน โดยในการประเมินเพื่อนนั้น ให้นักเรียนจับคู่กันประเมินตามเกณฑ์การประเมินที่นักเรียนและครูได้ตกลงกันไว้ในชั่วโมงแรก หลังจากนั้นครูควรใช้คำถาม Q ว่าตอนนี้ นักเรียนมีสิ่งที่ต้องการรู้ต่อจากเรื่องที่เรียนหรือไม่ ถ้ามี ให้นักเรียนเขียนใส่ลงในกระดาษไว้ เพื่อฝึกให้นักเรียนกำหนดปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจมีคำถามหลากหลายรูปแบบ ครูควรแนะแนวทางให้นักเรียนเขียนคำถามที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ สามารถศึกษาหรือพิสูจน์ได้ และควรเป็นปัญหาที่สอดคล้องกับวิชาเรียนที่นักเรียนเรียนอยู่

คำถาม	แนวของคำตอบ
9. คุณมีคำถามใหม่หรือไม่ หรือมีสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมหรือไม่ (Q)	คำตอบขึ้นอยู่กับนักเรียนแต่ละคน ให้ครูพิจารณาว่าเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

สื่อการเรียนรู้ (รายบุคคล)

1. ใบความรู้ เรื่อง การพยากรณ์อากาศ
2. ใบความรู้ เรื่อง เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ
3. ใบกิจกรรมที่ 10 เรื่อง หมอดูอากาศ
4. ใบกิจกรรมที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลอากาศ
5. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เว็บไซต์ทัศนศึกษาออนไลน์ของ สสวท. เรื่อง การพยากรณ์อากาศ จาก

http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=9&content_folder_id=117

แหล่งเรียนรู้

ห้องสมุดโรงเรียน

การประเมินผล

ตัวบ่งชี้/พฤติกรรม	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายความหมายการพยากรณ์อากาศและอธิบายข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์อากาศได้	ตรวจผลงานจากใบกิจกรรมที่ 10 เรื่อง หมอดูอากาศ	ใบกิจกรรมที่ 10 เรื่อง หมอดูอากาศ	นักเรียนผ่านร้อยละ 80 จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด
2. อ่านค่าต่างๆ ในแผนที่อากาศ และแปลความหมายข้อมูลจากแผนที่อากาศได้	ตรวจผลงานจากใบกิจกรรมที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลอากาศ	ใบกิจกรรมที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลอากาศ	นักเรียนผ่านร้อยละ 80 จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด

แบบประเมินการดำเนินงานและนำเสนอผลงานของนักเรียน (สำหรับครู)
วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อกิจกรรม

ชื่อกลุ่ม ห้อง.....

สมาชิก 1) 2)

3) 4)

คะแนนการนำเสนอผลงาน													
ความรู้			คุณลักษณะ		ความสามารถในการคิด			การทำงาน			ทักษะการสื่อสาร		
1. การใช้มโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์			1. ความสนใจ ความตั้งใจ		1. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			1. การวางแผน			1. การพูด		
2. การใช้แหล่งเรียนรู้			2. การทำงานร่วมกับผู้อื่น		2. การคิดวิเคราะห์ วิจัย			2. การดำเนินงาน			2. การเขียน		
3. การสืบค้นข้อมูล					3. การให้เหตุผล			3. การประเมินผล			3. การสาธิต การจัดแสดง		
รวม			รวม		รวม			รวม			รวม		
รวมทั้งหมด													

5) 6)

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

วัน เดือน ปีที่ประเมิน

หมายเหตุ

เกณฑ์การให้คะแนน		
คะแนนในแต่ละข้อ	คะแนนรวมในแต่ละด้าน	คะแนนรวมทั้งหมด
3 คะแนน หมายถึง ดีมาก	7 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ดีมาก	ต่ำกว่า 21 คะแนน หมายถึง ไม่ผ่าน (ต่ำกว่า 50%)
2 คะแนน หมายถึง ดี	5 – 6 คะแนน หมายถึง ดี	21 – 28 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง (50-69%)
1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง	ต่ำกว่า 5 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง ยกเว้น ด้านคุณลักษณะ	29 – 33 คะแนน หมายถึง ดี (70-79%)
	5 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ดีมาก	34 คะแนนขึ้นไป หมายถึง ดีมาก (80% ขึ้นไป)
	3 – 4 คะแนน หมายถึง ดี	
	ต่ำกว่า 4 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง	

แบบประเมินตนเองในการนำเสนอผลงาน (สำหรับนักเรียนประเมินตนเอง)

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ – นามสกุล เลขที่ ห้อง

ที่	รายการ	คะแนน		
		3	2	1
1	มีการอ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการที่ได้ศึกษา			
2	การนำเสนอมีความเหมาะสมและมีเหตุผลประกอบที่น่าเชื่อถือ			
3	เนื้อหาที่น่าสนใจถูกต้อง			
4	นำเสนอได้น่าสนใจ และเข้าใจง่าย			
5	มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน			
รวม				
คะแนนที่ได้				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

วัน เดือน ปีที่ประเมิน

หมายเหตุ

3 คะแนน หมายถึง ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ดี

1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน (สำหรับนักเรียนประเมินเพื่อน)

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ – นามสกุล ของผู้ถูกประเมิน.....เลขที่..... ห้อง.....

ชื่อ – นามสกุล ของผู้ทำการประเมิน.....เลขที่..... ห้อง.....

ที่	รายการ	คะแนน		
		3	2	1
1	มีการอ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการที่ได้ศึกษา			
2	การนำเสนอมีความเหมาะสมและมีเหตุผลประกอบที่น่าเชื่อถือ			
3	เนื้อหาที่น่าสนใจถูกต้อง			
4	นำเสนอได้น่าสนใจ และเข้าใจง่าย			
5	มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน			
รวม				
คะแนนที่ได้				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

วัน เดือน ปีที่ประเมิน

หมายเหตุ

3 คะแนน หมายถึง ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ดี

1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

ใบความรู้ เรื่อง การพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศ

หมายถึง การคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในอนาคต การที่จะพยากรณ์อากาศได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 ประการ ประการแรกคือความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ประการที่สองคือสภาวะอากาศปัจจุบัน และประการสุดท้ายคือความสามารถที่จะผสมผสานองค์ประกอบทั้งสองข้างต้น เข้าด้วยกันเพื่อคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศ

ขั้นตอนที่สำคัญในการพยากรณ์อากาศได้แก่

4. การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน
5. การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ
6. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย สามารถแบ่งขั้นตอนออกไปได้อีกคือ



6.1 การบันทึกผลการตรวจอากาศที่ได้รับทั้งหมด ทั้งจากในประเทศและจากต่างประเทศ ลงบนแผนที่หรือแผนภูมิทางอุตุนิยมวิทยาชนิดต่าง ๆ เช่น แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่อากาศชั้นบน แผนภูมิการหยั่งอากาศ ด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยา

6.2 การวิเคราะห์ผลการตรวจอากาศที่ได้จากขั้นตอนแรก โดยการลากเส้นแสดงค่าองค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยา เช่น เส้นความกดอากาศ

6.3 การคาดหมายการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ของตัวระบบลมฟ้าอากาศที่วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่สอง โดยใช้วิธีการพยากรณ์อากาศแบบต่าง ๆ

6.4 การออกคำพยากรณ์ ณ ช่วงเวลาและบริเวณที่ต้องการ

6.5 การส่งคำพยากรณ์อากาศไปยังสื่อมวลชนเพื่อเผยแพร่ต่อไปสู่ประชาชน และส่งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการต่อไป ตามความเหมาะสม เช่นการป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ

ระยะเวลาของการพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศอาจเป็นการคาดหมายสำหรับช่วงเวลาไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้า จนถึงการคาดหมายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอีกหลายปีจากปัจจุบัน เช่น ช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง, ช่วงเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมง, ช่วงเวลาที่เกินกว่า 3 วัน ขึ้นไปจนถึง 10 วัน และ ช่วงเวลาระหว่าง 10 ถึง 30 วัน เป็นต้น

วิธีพยากรณ์อากาศ มีดังนี้

1. การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีแนวโน้ม เป็นการพยากรณ์อากาศโดยใช้ทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของระบบลมฟ้าอากาศที่กำลังเกิดขึ้น เพื่อคาดหมายว่าในอนาคตระบบดังกล่าวจะเคลื่อนที่ไปอยู่ ณ ตำแหน่งใด วิธีนี้ใช้ได้ดีกับระบบลมฟ้าอากาศที่ไม่มีการเปลี่ยนความเร็ว ทิศทาง และความรุนแรง มักใช้วิธีนี้สำหรับการพยากรณ์ฝนในระยะเวลาไม่เกินครึ่งชั่วโมง

2. การพยากรณ์อากาศด้วยวิธีภูมิอากาศคือการคาดหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากสถิติภูมิอากาศหลาย ๆ ปี วิธีนี้ใช้ได้เมื่อลักษณะของลมฟ้าอากาศมีสภาพใกล้เคียงกับสภาวะปกติของช่วงฤดูกาลนั้นๆ มักใช้สำหรับการพยากรณ์ระยะนาน

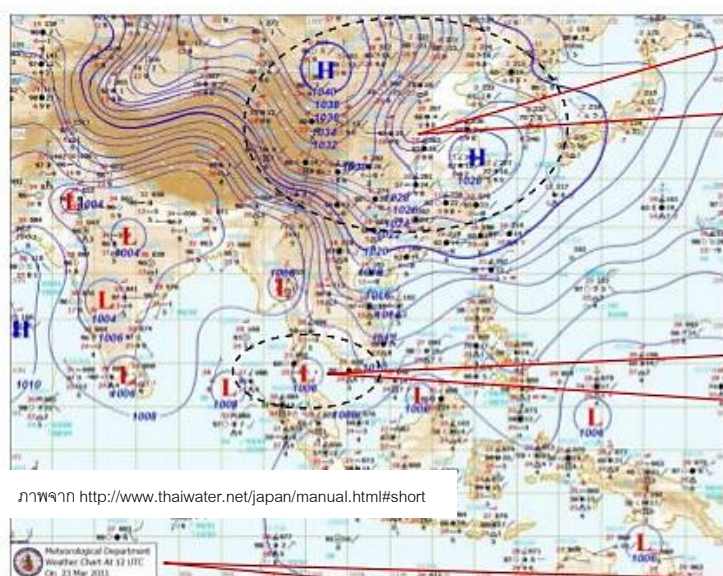
3. การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาวะของลมฟ้าอากาศ ในทางปฏิบัตินักพยากรณ์อากาศมักใช้วิธีการพยากรณ์อากาศหลายวิธีร่วมกันตามความเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ที่ถูกต้องแม่นยำที่สุดเท่าที่จะทำได้

ความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศ

แม้ว่าในปัจจุบันการพยากรณ์อากาศจะก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว แต่การพยากรณ์อากาศ ก็ถูกต้องสมบูรณ์ โดยไม่มีความผิดพลาดนั้น เป็นสิ่งที่ไม่อาจกระทำได้ สาเหตุสำคัญสามประการของความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศได้แก่

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยายังไม่สมบูรณ์
2. บรรยากาศเป็นสิ่งที่ต่อเนื่องและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่สถานีตรวจอากาศมีจำนวนน้อยและอยู่ห่างกันมาก รวมทั้งทำการตรวจเพียงบางเวลาเท่านั้น
3. ธรรมชาติของกระบวนการที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ มีความละเอียดอ่อนซับซ้อนอย่างยิ่ง ปรากฏการณ์ซึ่งมีขนาดเล็กหรือเกิดขึ้นในระยะสั้นๆ และไม่อาจตรวจพบได้จากการตรวจอากาศ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพลมฟ้าอากาศเป็นอย่างมากในระยะเวลาต่อมา ซึ่งจะทำให้ผลการพยากรณ์อากาศผิดพลาดไปได้อย่างมาก สาเหตุประการสุดท้ายนี้เป็นข้อจำกัดอย่างยิ่งในการพยากรณ์อากาศ

ตัวอย่างการพยากรณ์อากาศจากโมเดลการพยากรณ์อากาศและการแปลความหมาย



หย่อมความกดอากาศสูงกำลังแรงปกคลุมประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบน ลักษณะเช่นนี้ส่งผลให้ประเทศไทยตอนบนมีอากาศหนาวเย็น

หย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมบริเวณภาคใต้ตอนกลาง ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้มีฝนทั่วไป ทะเลมีคลื่นปานกลาง ควรเดินเรือด้วยความระมัดระวัง

ภาพแผนที่อากาศ
วันที่ 23 มีนาคม 2554
เวลา 19.00 น.

ข้อมูลที่เป็นสภาพอากาศ ปัจจุบัน	ข้อมูลที่เป็นคำพยากรณ์	ข้อมูลพื้นฐาน
4. หย่อมความกดอากาศสูง กำลังแรงปกคลุมประเทศจีน และได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศ ไทย 5. หย่อมความกดอากาศต่ำ กำลังแรงปกคลุมบริเวณภาคใต้ ตอนกลาง	3. ลักษณะเช่นนี้ส่งผลให้ประเทศไทย ตอนบนมีอากาศหนาวเย็น 4. ลักษณะเช่นนี้ส่งผลให้ภาคใต้มีฝนตก ทั่วไป ทะเลมีคลื่นปานกลาง	12. หย่อมความกดอากาศสูง 13. หย่อมความกดอากาศต่ำ 14. ฝนตกทั่วไป 15. ทะเลมีคลื่นปานกลาง



เฉลยใบกิจกรรมที่ 10

หมอดูอากาศ

ชื่อ – นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....



จากตัวอย่างคำพยากรณ์อากาศ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. การพยากรณ์อากาศ คืออะไร คือการคาดคะเนสภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นล่วงหน้าจากการเฝ้าสังเกต บันทึก วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาจัดทำแผนที่อากาศ เพื่อให้มนุษย์นำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการปฏิบัติตน และป้องกันภัยที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศในแต่ละวัน

ศึกษาตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคำพยากรณ์อากาศต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 2-4

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคำพยากรณ์อากาศ

คำพยากรณ์อากาศวันที่ 3 ธันวาคม 2551

บริเวณความกดอากาศสูงที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนและมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้มีกำลังอ่อนลง ลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงมีอากาศหนาวเย็นต่อไปอีก ส่วนบริเวณยอดดอยในภาคเหนือมีน้ำค้างแข็งเกิดขึ้นได้บางพื้นที่ในระยะ 1-2 วันนี้ สำหรับภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีลงไปถึงนราธิวาส มีฝนฟ้าคะนองกระจาย ส่วนบริเวณอ่าวไทยทะเลมีคลื่นสูง 1-2 เมตร

ข้อมูลที่เป็นสภาพอากาศปัจจุบัน	ข้อมูลที่เป็นคำพยากรณ์	ข้อมูลพื้นฐาน
1. บริเวณความกดอากาศสูงที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนมีกำลังอ่อนลง 2. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้มีกำลังอ่อนลง	1. ลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงมีอากาศหนาวเย็นต่อไปอีก 2. ลักษณะเช่นนี้ทำให้บริเวณยอดดอยในภาคเหนือมีน้ำค้างแข็งเกิดขึ้นได้บางพื้นที่ในระยะ 1-2 วันนี้ 3. ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีลงไปถึงนราธิวาส มีฝนฟ้าคะนองกระจาย 4. ลักษณะเช่นนี้ทำให้ทะเลบริเวณอ่าวไทยทะเลมีคลื่นสูง 1-2 เมตร	1. ความกดอากาศสูง 2. อุณหภูมิอากาศสูง 3. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 4. น้ำค้างแข็ง 5. ฝนฟ้าคะนอง 6. คลื่นสูง 1-2 เมตร

หมายเหตุ

ข้อมูลที่เป็นสภาพอากาศปัจจุบัน หมายถึง ลักษณะของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นในขณะนั้น จากการเก็บข้อมูลหรือจากการอ่านแผนที่อากาศ

ข้อมูลที่เป็นการพยากรณ์ หมายถึง คำทำนายสภาพอากาศที่กำลังจะเกิดขึ้น โดยแปลความหมายจากข้อมูลที่เป็นสภาพอากาศปัจจุบัน

ข้อมูลพื้นฐาน หมายถึง องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ เช่น ความชื้นอากาศ ความกดอากาศ ลม ฝน ที่พบจากคำพยากรณ์อากาศ

จากคำพยากรณ์อากาศต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 2-4

ประจำวันที่ 2 พฤศจิกายน 2557	
ลักษณะอากาศทั่วไปเมื่อเวลา 10:00 น.	มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมอ่าวไทย ประกอบกับหย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมภาคใต้จะเคลื่อนตัวลงสู่ทะเลอันดามัน ในวันที่ (2 พ.ย. 57) ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้จะมีฝนเกือบทั่วไปร้อยละ 70 ของพื้นที่ และมีฝนตกหนักบางแห่ง ขอให้ประชาชนบริเวณจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ระนอง พังงา ภูเก็ต และกระบี่ระวังอันตรายจากฝนตกหนักและปริมาณฝนตกสะสมไว้ด้วย สำหรับบริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนแล้ว ทำให้บริเวณดังกล่าวมีฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นบางแห่ง และอุณหภูมิจะลดลง 2-4 องศาเซลเซียส โดยภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีอากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า

2. จงเขียนข้อมูลที่ได้จากคำพยากรณ์

ข้อมูลที่เป็นสภาพอากาศปัจจุบัน	ข้อมูลที่เป็นคำพยากรณ์	ข้อมูลพื้นฐาน
1. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมอ่าวไทย	1. ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้จะมีฝนเกือบทั่วไปร้อยละ 70 ของพื้นที่ และมีฝนตกหนักบางแห่ง 2. ลักษณะเช่นนี้ทำให้บริเวณดังกล่าวมีฝน	1. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 2. หย่อมความกดอากาศต่ำ

ข้อมูลที่เป็นสภาพอากาศปัจจุบัน	ข้อมูลที่เป็นคำพยากรณ์	ข้อมูลพื้นฐาน
2. หย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมภาคใต้จะเคลื่อนตัวลงสู่ทะเลอันดามัน 3. ความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาถึงประเทศไทยตอนบน	ฟ้าคะนองเกิดขึ้นบางแห่ง และอุณหภูมิจะลดลง 2-4 องศาเซลเซียส โดยภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีอากาศเย็นกับมีหมอกในตอนเช้า	3. ความกดอากาศสูง 4. ฝนเกือบทั่วไป 5. ฝนฟ้าคะนอง 6. อุณหภูมิลดลง 7. หมอก

3. “ลักษณะเช่นนี้ทำให้ภาคใต้จะมีฝนเกือบทั่วไปร้อยละ 70 ของพื้นที่” หมายความว่าอย่างไร
 ภาคใต้จะมีฝนตกตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป แต่ไม่เกินร้อยละ 80 ของพื้นที่

4. จากคำพยากรณ์อากาศ ข้อใดที่แสดงถึงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ
 มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความกดอากาศสูง ฝนฟ้าคะนอง อุณหภูมิลดลง หมอก

5. จากการแปลความหมายของคำพยากรณ์อากาศ ควรมีการปฏิบัติตนอย่างไร
 ภาคใต้ระวังอันตรายจากฝนตกหนักและปริมาณฝนตกสะสม
 ภาคภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนืออากาศจะเย็นควรเตรียมเสื้อผ้าที่มีความหนาเพื่อทำ
 ร่างกายอบอุ่น และระมัดระวังการเดินทางออกจากบ้านในช่วงเช้าเนื่องจากมีหมอก

6. จงเติมคำลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

การพยากรณ์อากาศ เป็นการคาดคะเนสภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นล่วงหน้าจากการเฝ้าสังเกตบันทึก วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาจัดทำแผนที่อากาศ เพื่อให้มนุษย์นำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการปฏิบัติตน และป้องกันภัยที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศในแต่ละวัน



เจดีย์ใบกิจกรรมที่ 11

การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ

ชื่อกลุ่ม ห้อง.....

สมาชิก 1) 2).....

3) 4)

5) 6)

คำชี้แจง จงอ่านเหตุการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

นักเรียนเป็นเจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยาคนใหม่ หัวหน้างานของนักเรียนให้นักเรียนทำโมเดลการพยากรณ์อากาศของจังหวัดชัยนาทพร้อมให้เขียนคำพยากรณ์อากาศมานำเสนอ

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

คำถาม	แนวของคำตอบ
1. จากบทสนทนานี้ปัญหาคืออะไร	นักเรียนจะทำโมเดลการพยากรณ์อากาศอย่างไร
2. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร	แนวโน้มของสภาพอากาศน่าจะมีฝน เนื่องจากมีอุณหภูมิสูง มีเมฆมากและชนิดของเมฆเป็นคิวมูโลนิมบัส
3. คุณมีความรู้อะไรเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อนบ้าง (K)	โมเดลการพยากรณ์อากาศต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลมฟ้าอากาศทั้งหมดที่ได้เรียนรู้อยู่แล้ว ดังนั้นต้องอาศัยความรู้เรื่องลมฟ้าอากาศเหล่านั้นมาจัดทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ
4. มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา (W)	เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ สภาพลมฟ้าอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นอากาศ ฯลฯ ในช่วงเวลาที่ต้องการทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ
5. จากสมมติฐานในข้อ 2 คุณจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร (H)	1) ระบุวัน และช่วงเวลาที่ต้องการทำโมเดลอากาศ 2) สืบค้น และวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศในช่วงเวลาที่ระบุไว้ 3) สืบค้นเรื่อง เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ เพื่อนำมาใช้ประกอบการเขียนคำพยากรณ์อากาศ 4) จัดทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ และนำเสนอโมเดล

คำถาม	แนวของคำตอบ
6. คุณได้เรียนรู้อะไรบ้าง (L)	เกณฑ์ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ การทำโมเดลการพยากรณ์อากาศ และการเขียนคำพยากรณ์อากาศ
7. คุณจะประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องนี้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร (A)	ใช้ในการแปลคำพยากรณ์อากาศ และเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการรับมือกับสภาพอากาศรวมทั้งภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้นได้
8. เมื่อทำตามขั้นตอนในข้อ 5 แล้ว คุณคาดว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด	คาดว่าจะได้โมเดลการพยากรณ์อากาศที่ดีในระดับหนึ่ง เนื่องจากเป็นการจัดทำโมเดลการพยากรณ์อากาศเป็นครั้งแรก
9. คุณมีคำถามใหม่ หรือมีสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมหรือไม่ (Q)	คำตอบขึ้นอยู่กับนักเรียนแต่ละคน ให้ครูพิจารณาว่าเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่



แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2558

คำชี้แจง

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ฉบับนี้เป็น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน

จงทำเครื่องหมาย × ข้อที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดเรียงลำดับชั้นบรรยากาศจากพื้นโลกได้ถูกต้อง
 - ก. เอกซอสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ เทอร์โมสเฟียร์
สตาร์โทสเฟียร์ โทรโพสเฟียร์
 - ข. โทรโพสเฟียร์ สตาร์โทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์
เทอร์โมสเฟียร์ เอกซอสเฟียร์
 - ค. เทอร์โมสเฟียร์ มีโซสเฟียร์
สตาร์โทสเฟียร์ โทรโพสเฟียร์
เอกซอสเฟียร์
 - ง. มีโซสเฟียร์ สตาร์โทสเฟียร์
เทอร์โมสเฟียร์ เอกซอสเฟียร์
โทรโพสเฟียร์
2. ชั้นบรรยากาศชั้นใดที่แหล่งความร้อนมาจากพื้นโลก
 - ก. โทรโพสเฟียร์
 - ข. สตาร์โทสเฟียร์
 - ค. มีโซสเฟียร์
 - ง. เทอร์โมสเฟียร์
3. เครื่องบินโดยสารระหว่างประเทศต้องบินในตอนล่างสุดของบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์เพราะเหตุใด
 - ก. ชั้นโทรโพสเฟียร์มีวิสัยทัศน์ไม่ดีมีฝุ่นละอองมาก
 - ข. ชั้นสตราโตสเฟียร์มีแก๊สออกซิเจนหนาแน่นกว่าชั้นอื่นๆ
- ค. บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ไม่มีอากาศจึงเดินทางสะดวก
- ง. เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพอากาศที่แปรปรวนในชั้นโทรโพสเฟียร์
4. เครื่องมือในข้อใดใช้วัดความดันอากาศ
 - ก. ไฮโกรมิเตอร์
 - ข. แอมมิเตอร์
 - ค. บารอมิเตอร์
 - ง. เทอร์โมมิเตอร์
5. เมื่อนักเรียนนั่งรถขึ้นไปบนภูเขาสูงๆ จะรู้สึกหุ้อ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใด
 - ก. ความกดอากาศ
 - ข. อุณหภูมิของอากาศ
 - ค. ความชื้นอากาศ
 - ง. ไอน้ำในอากาศ
6. ข้อใดเป็นความหมายของอากาศอิมตัว
 - ก. สภาวะที่อากาศมีไอน้ำหนาแน่นมากแต่ยังรับไอน้ำได้อีก
 - ข. สภาวะที่อากาศมีไอน้ำครึ่งหนึ่งของปริมาณไอน้ำทั้งหมด
 - ค. สภาวะที่อากาศไม่มีไอน้ำอยู่เลยจึงสามารถรองรับไอน้ำได้ทั้งหมด
 - ง. สภาวะที่มีไอน้ำหนาแน่นมากจนไม่สามารถรับไอน้ำได้อีก

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง แบบวัดความสามารถ ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อคำถามปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน

ตอนที่ 2 ข้อคำถามอัตนัย จำนวน 2 ข้อ 10 คะแนน

ตอนที่ 1 ข้อคำถามปรนัย

คำสั่ง จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม โดยทำเครื่องหมาย X ข้อที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1

เอไม่ชอบดูข่าวจึงเปิดโทรทัศน์เฉพาะช่วงที่มีละคร วันหนึ่งเอสังเกตเห็นสวนส้มที่อยู่ติดกันวุ่นวายกับการเก็บผลส้มทั้งที่น้ำจะเก็บพร้อมกันทั้งสวนในสัปดาห์หน้าเพื่อประหยัดค่าจ้างคนงาน มีการนำไม้มาปักแล้วผูกยึดกับต้นส้ม ทั้งยังพ่นสารป้องกันและกำจัดเชื้อรา เอรู้สึกแปลกใจแต่ก็ไม่ได้ถามว่าเพราะอะไร หลังจากนั้นเพียง 12 ชั่วโมง เกิดพายุฤดูร้อนและสร้างความเสียหายแก่สวนส้มของเขา ในขณะที่สวนส้มที่อยู่ติดกันเสียหายน้อยกว่าเพราะมีการป้องกันล่วงหน้าและได้เก็บผลผลิตที่สามารถเก็บได้ไปก่อนหน้านี้

1. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. สวนส้มของเอได้รับความเสียหายจากพายุ
 - ข. เอไม่ทราบว่าเกิดพายุฤดูร้อน
 - ค. สวนส้มที่อยู่ติดกันมีการป้องกันไว้ล่วงหน้า
 - ง. เอไม่มีเงินทุนปรับปรุงสวนส้ม
2. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร
 - ก. สวนส้มของเอเสียหายเพราะเอไม่ได้เตรียมการป้องกันไว้ล่วงหน้า
 - ข. ไม่มีการแจ้งเตือนจากหน่วยงานใดเลยว่าจะเกิดพายุฤดูร้อน
 - ค. สวนส้มที่อยู่ติดกันเตรียมการป้องกันไว้ล่วงหน้าจึงเสียหายน้อยกว่า
 - ง. เอไม่มีแหล่งเงินทุนสำหรับกู้ยืมมาปรับปรุงสวนส้ม
3. มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา
 - ก. การพยากรณ์อากาศในช่วงก่อนเกิดพายุฤดูร้อน
 - ข. เครือข่ายการแจ้งเตือนภัยธรรมชาติของชุมชนที่เออาศัย

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

อายุ ปี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ปาน กลาง	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
ด้านเนื้อหา						
1.	รายการโทรทัศน์ หรือวีดิทัศน์บนเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อที่สนุก					
2.	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วเครียด เพราะต้องใช้ความคิดตลอดเวลา					
3.	เนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ					
4.	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องคิดคำนวณมาก					
5.	การบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ยากกว่าวิชาอื่น					
6.	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างมีเหตุผล					
7.	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาทันสมัย					
8.	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจ					
9.	วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
10.	นักเรียนชอบทำการทดลองวิทยาศาสตร์					
11.	การทดลองวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ					



ภาคผนวก ง

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และตัวอย่างผลงานนักเรียน



ภาพประกอบ 19 นักเรียนทำการทดลองเกี่ยวกับความชื้นในอากาศ



ภาพประกอบ 20 นักเรียนช่วยกันเขียนแผนผังมโนทัศน์



จากการศึกษาค้นคว้าของนักเรียน จึงตอบคำถามต่อไปนี้

จงให้นิยามของคำต่อไปนี้

1) อุณหภูมิ

ก็คือ ระดับความเย็นที่สัมผัสได้เป็นตัวเลย
คุณสมบัติอากาศ (Air temperature) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

2) แรงดันอากาศ คือ แรงที่อากาศกดลงบนพื้นผิวของวัตถุใดๆ

ก็ตาม

3) ความดันอากาศ คือ ค่าของแรงดันอากาศ พื้นที่ของพื้นที่แรงดัน

ให้ไว้

4) ความกดอากาศ คือ ความดันอากาศ ซึ่งเป็นค่าใช้ ในหน่วยของอากาศ
ความกดอากาศ มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เป็นต้น

5) ลม คือ ลมที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

2. อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับความดันอากาศ หรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับความดันอากาศ โดย เมื่อความดันอากาศจะไม่เท่า
กัน ขึ้นลงกับอุณหภูมิ โดยมีอุณหภูมิสูง จะมีความกดอากาศต่ำ
จะทำให้ลมพัดแรงและเร็ว ส่วนที่มีอุณหภูมิสูง จะมีความกดอากาศต่ำ เป็นต้น

3. จากการทดลองในคลิปวิดีโอ ถ้าเราใช้น้ำเย็นใส่อากาศแทนน้ำร้อน จะให้ผลเหมือนกันหรือไม่

เพราะเหตุใด

จาก การทดลอง เราใช้ได้น้ำเย็นอยู่ไม่ได้อากาศ ได้น้ำจะเย็นไม่แทนที่
อากาศจนเต็ม หลังจากนั้นก็หาหลอดดูดและปิดฝาขวดไว้ น้ำภายใน

ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างผลงานนักเรียน



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	ภูรินทร์ แดงน้อย
วันเดือนปีเกิด	3 พฤษภาคม 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยนาท
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	122/1 หมู่ 3 หมู่ 3 ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเทศบาลบ้านกล้วย
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	วิทยาศาสตรบัณฑิต(เคมี) จาก สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2545	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู จาก สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2550	การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2559	การศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ