

การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

พิมพ์ผกา วิเศษสา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

พ.ศ.2564

**DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPT FORMATION ABILITY
USING INQUIRY-BASED LEARNING AND MODEL-BASED
LEARNING OF MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS**

PIMPAKA WISETSA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

For the Degree of Education

Department of Curriculum and Instruction

College of Education Science, Dhurakij Pundit University

2021



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1


เสนอโดย นางสาวพิมพ์ผกา วิเศษสา

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุคคณิง นฤพนธ์จิรกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.สุคคณิง นฤพนธ์จิรกุล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พักขาว)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พจมาลย์ สกลเกียรติ)

วิทยาลัยครุศาสตร์รับรองแล้ว


..... คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์
(อาจารย์ ดร.พงษ์ภิญโญ แม้น โสภล)

วันที่ .. 16 .. เดือน กรกฎาคม .. พ.ศ. 2564



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1


เสนอโดย นางสาวพิมพ์ผกา วิเศษสา

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุคคณิง นฤพนธ์จิรกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.สุคคณิง นฤพนธ์จิรกุล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พักขาว)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พจมาลย์ สกลเกียรติ)

วิทยาลัยครุศาสตร์รับรองแล้ว


..... คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์
(อาจารย์ ดร.พงษ์ภิญโญ แม้น โกศล)

วันที่ .. 16 .. เดือน .. กรกฎาคม .. พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ชื่อผู้เขียน	พิมพ์ผกา วิเศษสา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.สุดคนึง นฤพนธ์จิรกุล
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 47 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานในระดับมาก

Thesis Title	DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPT FORMATION ABILITY USING INQUIRY-BASED LEARNING AND MODEL-BASED LEARNING OF MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS
Author	PIMPAKA WISSETSA
Thesis Advisor	Dr. Sudkanung Naruponjirakul
Department	Curriculum and Instruction
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research aimed to (1) compare the scientific concept formation ability of Matthayomsuksa 1 students after learning through inquiry-based learning and model-based learning with the set criteria at 70 percent, (2) compare learning achievement in Science before and after learning through inquiry-based learning and model-based learning, and (3) study the students' satisfaction towards the instruction using inquiry-based learning and model-based learning. The samples used in the research were 47 students from Matthayomsuksa 1 at Suankularb Wittayalai Nonthaburi School. A cluster sampling method was used. The research instruments were lesson plans in Science, the test of scientific concept formation, the Science achievement test, and the questionnaire on the students' satisfaction towards the instruction using inquiry-based learning and model-based learning. Statistics used to analyze data were mean scores, standard deviation, and t-test.

The findings revealed that:

1) the scientific concept formation ability of Matthayomsuksa 1 students after learning through inquiry-based learning and model-based learning was higher than the 70 percent criteria at the statistical significance level of 0.05,

2) the posttest scores of the achievement test of Matthayomsuksa 1 students after learning through inquiry-based learning and model-based learning were higher than the pretest scores at the statistical significance level of 0.05,

3) the students' satisfaction level towards the instruction using inquiry-based learning and model-based learning was high.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.สุดคนึง นฤพนธ์จิรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พักขาว อาจารย์ ดร.รมย์มาศ จันทร์ขาว และนายสม โภช จันทาป ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน และสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอน้อมรำลึกพระคุณของบิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัย มีความเพียรพยายามในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

พิมพ์ภา วิเศษสา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามการวิจัย.....	5
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.4 สมมติฐานการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	6
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	7
1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	7
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	11
2.2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะ.....	18
2.3 การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	26
2.4 การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	32
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
2.6 ความพึงพอใจ.....	38
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	49
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	50
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	52
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	61
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
4. ผลการศึกษา.....	66
5. สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	70
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	73
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	73
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	79
บรรณานุกรม.....	81
ภาคผนวก.....	88
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	89
ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	91
ค ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	140
ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด/แบบทดสอบ.....	149
จ ตารางแสดงคะแนนนักเรียน.....	153
ฉ ตัวอย่างชิ้นงานของนักเรียน.....	157
ประวัติผู้เขียน.....	160

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	14
3.1	51
3.2	56
3.3	59
4.1	67
4.2	67
4.3	68

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	49



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกในยุคปัจจุบัน นับได้ว่าเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ คือ “เทคโนโลยี” มนุษย์สามารถสืบค้น เข้าถึงข้อมูล หรือใช้ประโยชน์ต่าง ๆ จากเทคโนโลยี ส่งผลให้เทคโนโลยี มีอิทธิพลต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเด็กที่อยู่ในช่วงวัยเรียน การใช้เทคโนโลยี เพื่อสืบค้น หรือค้นคว้าข้อมูลเพื่อการศึกษาสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย กล่าวคือการใช้เทคโนโลยีเพื่อสืบค้นเนื้อหาของข้อมูลที่ถูกต้องในเวลาที่เหมาะสมถือเป็นเรื่องที่ดี ควรค่าแก่การส่งเสริม แต่หากใช้เทคโนโลยี ไปกับการสืบค้นข้อมูลที่ไม่เหมาะสม รวมถึงการใช้เทคโนโลยีในทางลบ ไม่ว่าจะเป็นการเล่นเกม ดูสื่อออนไลน์ที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลถึงตัวเด็กในทางลบ อีกทั้งการที่เด็กสามารถเข้าถึงข้อมูล ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เด็กขาดวิจารณญาณในการไตร่ตรองข้อมูลที่ได้รับ ขาดกระบวนการคิด วิเคราะห์ แยกแยะข้อมูล เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาดังกล่าว การเลี้ยงดู การปลูกฝังค่านิยม และการให้การศึกษาแก่เด็กถือเป็นเรื่องสำคัญประการหนึ่ง เพราะเด็กหรือเยาวชนจะเติบโต ไปเป็นอนาคตของชาติ อีกทั้งการศึกษาถือเป็นปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และเป็นกลไกในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในรัฐบาลปัจจุบัน การศึกษาเป็นหนึ่งในนโยบายที่สำคัญที่สุด ซึ่งถือเป็นรากฐานของการผลิตทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพเพื่อเป็นอนาคตของชาติ และเป็นรากฐานของการสร้างสังคมให้เข้มแข็ง มีคุณภาพและคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561)

เป้าหมายของการศึกษาของไทย คือการเตรียมกำลังคนเพื่อเป็นกำลังของชาติ และการศึกษาไทย ถือว่าเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาประเทศ จึงต้องมีการเตรียมความพร้อม ด้านการศึกษาสำหรับแข่งขันกับนานาชาติ การเรียนรู้ที่ดีควรมีการส่งเสริมความรู้ความสามารถ ทักษะในการดำรงชีวิต การแก้ไขสถานการณ์ที่ซับซ้อนตามสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2563 สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ที่ 29.89 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนในปีการศึกษา 2562 (30.07 คะแนน) จะเห็นแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ O-NET มีความซับซ้อนหรือต้องทำหลายขั้นตอนกว่าจะได้คำตอบหรือต้องวัดหลายตัวชี้วัดด้วยข้อสอบเพียงข้อเดียว ทำให้เด็กยังไม่คุ้นเคยและทำไม่ได้ ซึ่งรูปแบบของข้อสอบดังกล่าวยังไม่ค่อยมีมาใช้ในการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนในประเทศไทย (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563)

จากปัญหาข้างต้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เป้าหมายในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนตามหลักธรรมาภิบาล การศึกษามีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ที่ 3 หรือในด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ โดยจำเป็นต้องมุ่งเน้นการพัฒนาและยกระดับคนในทุกมิติและทุกช่วงวัยให้เป็นทรัพยากรมนุษย์ที่ดี เก่ง และมีคุณภาพพร้อมขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไปข้างหน้าได้อย่างเต็มศักยภาพ เนื่องจากเด็กในช่วงวัยเรียนต้องมีการพัฒนาทักษะความสามารถการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน มีภูมิคุ้มกันต่อปัญหาหรืออาชญากรรมต่าง ๆ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความยืดหยุ่นทางความคิด (ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580, 2561) ซึ่งนั้นสอดคล้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งหวังให้ผู้เรียนจากการเรียนวิทยาศาสตร์ เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ โดยมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ที่หลากหลายจากการใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่างๆ และแก้ปัญหาที่หลากหลายตามที่ผู้เรียนออกแบบ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน และมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งลักษณะเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้เรียนมีจำนวนมากค่อนข้างซับซ้อน ยากต่อการเข้าใจ จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน คือ ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้หมดและไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ได้ อีกทั้งลักษณะเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับเรื่องของนามธรรมที่มองไม่เห็น

และสัมผัสไม่ได้ จึงทำให้ผู้เรียนจำนวนมากมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ อารยา ควัฒน์กุล (2558) กล่าวว่า จากการสังเกตชั้นเรียน สัมภาษณ์ผู้เรียนและผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก น่าเบื่อ และบางเนื้อหาไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยปัจจัยเหล่านี้ล้วนทำให้ผู้เรียนไม่สนใจเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ไม่เป็นที่น่าพอใจสำหรับผู้สอนและผู้เรียน โดยเฉพาะเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน เป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ทั้งหมด ทำให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาประมวลผล จัดหมวดหมู่ ซึ่งสามารถจำแนก แยกประเภทสิ่งที่มีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย (กมุทุทัย วิทวิจิน, 2556)

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ “การสืบเสาะ” กล่าวคือ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) มีความหมายที่มากกว่าการสังเกตหรือการจดบันทึก มากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการทำการทดลอง เพราะการสืบเสาะหาความรู้นอกจากต้องใช้หลักการ เหตุผล และข้อมูลที่ได้จากการทดลองแล้ว ยังต้องอาศัยจินตนาการ ความสำเร็จสรรค์ และการลงความเห็นร่วมกัน ดังนั้นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึงการที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และกระบวนการคิดที่หลากหลาย ศึกษาค้นคว้าเรื่องต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) และนอกจากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้วนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based learning) ถือเป็นอีกหนึ่งวิธีที่เหมาะสมแก่การจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหลากหลายเหตุการณ์ เราไม่สามารถศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้โดยวิธีการสร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการให้เห็นเชิงประจักษ์ได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องมีวิธีการในการศึกษาที่ช่วยให้เข้าใจได้อย่างเหมาะสม และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ คือ “วิธีการจัดการเรียนรู้โดยมีแบบจำลองเป็นฐาน” ซึ่งแบบจำลองถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น และการสร้างแบบจำลองช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นพบความรู้และเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนรับรู้ปรากฏการณ์ ผู้เรียนจะสามารถสร้างความคิดขึ้นในตนเอง

หรือที่เรียกว่า แบบจำลองทางความคิด จากนั้นผู้เรียนจะแสดงแบบจำลองออกมาเป็นสัญลักษณ์ ที่ถือเป็นตัวแทนความคิด ความเข้าใจของผู้เรียน โดยอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ แสดงลักษณะทางวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ ซึ่งนั่นจะสะท้อน โครงสร้างทางปัญญา ของตัวผู้เรียนออกมาได้ (วิทยา อินโท, 2559)

จากการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานมีนักวิจัยจำนวนมากได้นำการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 นี้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียน การสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะวิธีการสอนมีความสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อความสามารถของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อาทิ เยาวเรศ สังข์ทอง (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอน แบบชัดเจน โดยให้นักเรียนทำการเชื่อมโยงสิ่งที่พบในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่เคยได้ยิ นรวบรวมข้อมูลและอภิปรายร่วมกัน ซึ่งผู้สอนให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองด้วยตนเอง และการลงมือปฏิบัติ ผลที่ได้รับคือ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มากขึ้นได้ และ ฝนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความสามารถ ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอีกด้วย

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงสภาพปัญหาการจัดการ เรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนา ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้ แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และลงมือปฏิบัติ ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง มีความเข้าใจและมีแนวความคิดที่ถูกต้องในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อสร้างแบบจำลองที่ผ่านกระบวนการคิดการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ หรือผ่านกระบวนการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้ดังกล่าวจะนำมาใช้ในการพัฒนาความรู้ความสามารถ ในการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวมทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับ ครูผู้สอนในการพัฒนาหรือปรับปรุงการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้ แบบจำลองเป็นฐานในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 คำถามการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือไม่
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานในระดับใด

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 3 จังหวัด นนทบุรี จำนวน 7 โรงเรียน ได้แก่ 1) โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี จำนวน 582 คน 2) โรงเรียนปากเกร็ด จำนวน 615 คน 3) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี จำนวน 657 คน 4) โรงเรียนนวนิมนตรีราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี จำนวน 522 คน 5) โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 634 คน 6) โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จำนวน 619 คน และ 7) โรงเรียนสตรีนนทบุรี จำนวน 504 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 4,133 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3, 2563)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จังหวัด นนทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 มีจำนวนนักเรียน 47 คน ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3. เนื้อหาในการเรียนการสอน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1) บรรยากาศ

2) เมฆ หมอก และน้ำค้าง

3) ฝน

4) ลมและพายุ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น
2. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น
3. ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น
4. ครูได้แนวทางในการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น
5. ครูได้แนวทางในการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสริมความสามารถและทักษะด้านการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

การเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎี Constructivism เน้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย สืบค้น และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสำรวจ วิเคราะห์ ลองผิดลองถูกกับข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำแนวทาง และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ที่ได้ใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น เป็นกรอบการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยแต่ละขั้นในวัฏจักรการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

- (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม
- (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสังเกตหรือปรากฏการณ์ต่างๆ
- (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำเสนอข้อมูลสังเกตที่ได้มา วิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ
- (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ

(5) **ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นสถานการณ์จริงหรือบริบทในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดขึ้นผ่านการศึกษาทดลอง หรือผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ โดยแบบจำลองสามารถทำออกมาได้เป็นภาพ 2 มิติ หรือโมเดล 3 มิติ เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายความเข้าใจของผู้เรียนที่มีต่อแนวคิดทฤษฎีหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ผ่านการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ในรูปแบบจำลอง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นำการเรียนรู้แบบสืบเสาะซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนแสวงหา ค้นคว้า และสร้างความรู้ด้วยตนเอง และแสดงความเข้าใจหรือมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างแบบจำลอง 2 มิติ หรือ 3 มิติ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

(1) **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นที่ครูนำเสนอคำถามเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน กระตุ้นความสงสัย และยังสามารถตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนได้อีกด้วย

(2) **ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อค้นคว้าข้อมูลระดมความคิด วิเคราะห์ และสรุปความรู้เกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นร่วมกันสร้างแบบจำลอง 2 มิติ หรือ 3 มิติ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

(3) **ขั้นอธิบาย** เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงความเข้าใจหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รับฟังข้อเสนอแนะและคำอภิปรายจากแบบจำลองกลุ่มอื่น เพื่อหาข้อสรุปหรือสรุปความรู้ร่วมกัน

(4) **ขั้นขยายความรู้** เป็นขั้นที่ครูนำเสนอคำถามเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามเพื่อให้ได้ความรู้และมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์

(5) **ขั้นประเมินผล** เป็นขั้นที่ผู้เรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง โดยการสรุปความรู้ วิเคราะห์แบบจำลองที่กลุ่มตนเองและเพื่อน สร้างขึ้นมา เพื่อสามารถนำไปอธิบายหรือหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น การสรุปผล การให้เหตุผลที่ใช้ความรู้เชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง สามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกัน และจำแนกสิ่งที่แตกต่างกัน

นอกจากกันได้ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ พร้อมเขียนแสดงเหตุผล จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย
ผลคะแนนจากการวัดด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์
ซึ่งวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศ
ในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นทางบวกที่มีต่อ
การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน
เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ สอบถามความพึงพอใจใน 4 ประเด็น ได้แก่ ด้านผู้สอน
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7
ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี
จำนวน 47 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 2.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 2.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2.2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 - 2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 - 2.2.2 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 - 2.2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 - 2.2.4 วิธีวัดผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- 2.3 การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 2.3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 2.3.2 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 2.3.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 2.3.4 วิธีวัดผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
- 2.4 การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4.1 ความหมายของการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4.2 ความสำคัญของการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4.3 วิธีประเมินความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.3 วิธีประเมินของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 ความพึงพอใจ

2.6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

2.6.2 แนวทางการวัดความพึงพอใจ

2.6.3 วิธีประเมินของความพึงพอใจ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กล่าวว่าในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและค้นพบความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยให้ได้มาทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง จากนั้นนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ตาม que ผู้เรียนเข้าใจ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา

วิชาวิทยาศาสตร์

3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมุ่งหวัง
ให้ผู้เรียนจากการเรียนวิทยาศาสตร์ เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ โดยมีทักษะสำคัญ
ในการค้นคว้าข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ที่หลากหลาย จากการใช้กระบวนการในการสืบเสาะ
หาความรู้ในรูปแบบต่างๆ และแก้ปัญหาที่หลากหลายตามที่คุณเรียนออกแบบ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม
ในการจัดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน และมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ
วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) สาระและมาตรฐานการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์
และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

โดยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วย 4 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่าง
สิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ
การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหา
และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์
ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสาร
เข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์
ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงาน
สัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะ
ทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย
ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้ปรับปรุง เพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และสอดคล้องกับนานาชาติ

สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญ ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ มาตรฐาน และตัวชี้วัด ดังนี้

ตารางที่ 2.1 สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	มฐ. ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงาน	1. เปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ รวมทั้งบรรยายหน้าที่ของผนังเซลล์เยื่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวกิวโอล ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์
		2. ใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงศึกษาเซลล์และโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์
		3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
	สัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<p>4. อธิบายการจัดระบบของสิ่งมีชีวิต โดยเริ่มจากเซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ จนเป็นสิ่งมีชีวิต</p> <p>5. อธิบายกระบวนการแพร่และออสโมซิสจากหลักฐานเชิงประจักษ์และยกตัวอย่างการแพร่และออสโมซิสในชีวิตประจำวัน</p> <p>6. ระบุปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>7. อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p>8. ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยการร่วมกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียนและชุมชน</p> <p>9. บรรยายลักษณะและหน้าที่ของไซเล็มและโฟลเอ็ม</p> <p>10. เขียนแผนภาพที่บรรยายทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็มของพืช</p> <p>11. อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของพืชดอก</p> <p>12. อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณูรวมทั้งบรรยายการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ดและการกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด</p> <p>13. ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู</p> <p>14. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช</p>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
		15. เลือกใช้ปฏิกิริยาที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับพืชในสถานการณ์ที่กำหนด
		16. เลือกวิธีการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช
		17. อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ
		18. ตระหนักถึงประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืชโดยการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก
	มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลและคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$
		2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร
		3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน
		4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
		5. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
		<p>ที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$</p> <p>6. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน</p> <p>7. ออกแบบ เลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน</p>
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<p>1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น</p> <p>2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>3. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย</p> <p>4. อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>5. ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากค่าพยากรณ์อากาศ</p> <p>6. อธิบายสถานการณ์และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>7. ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก</p>

จากตารางที่ 2.1 สารการเรียนรู้ มาตรฐาน และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจลักษณะและความสำคัญของอากาศ การเกิดลม ประโยชน์และโทษของลม สามารถตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ สังเกต สืบค้น ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย รวบรวมข้อมูล บันทึก และอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบด้วยการเขียนหรือวาดภาพ และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง หรือด้วยการแสดงท่าทางเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ พร้อมทั้งยังตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ

2.2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ศึกษาหรือค้นพบความรู้ด้วยการทบทวนประสบการณ์หรือความรู้เดิม การวางแผนในการสืบค้นข้อมูล การสร้างความรู้ใหม่ สร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูล อธิบายและแปลผลข้อมูลด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผ่านการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยมีครูเป็นผู้แนะแนวทางความรู้ในทางการคิดแก้ปัญหา (วิริยา คำศรี, 2560) แต่อย่างไรก็ตาม มีผู้ให้ความหมายของการวิธีสอนแบบสืบเสาะไว้มากมายทั้งในมุมมองกว้างและมุมแคบ อาทิ ปรีศนา อัมพรหม (2562) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุและผล ลงมือปฏิบัติในการเสาะแสวงหาความรู้ และค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือ ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณภา วงคะฮาด (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางความคิด และลงมือปฏิบัติ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนเป็นผู้สืบค้น เสาะหา สืบค้น ตรวจสอบ หรือค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เหมาะสม ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถือเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพในธรรมชาติและเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ยังหมายถึงกิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งต่าง ๆ บนโลกนี้ได้อย่างไร สอดคล้องกับที่ กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ จึงกล่าวได้ว่าหัวใจสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนก็คือ การให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการสำรวจตรวจสอบ (Investigation Process) และรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาข้อสงสัยที่ตนมี เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนได้ทำระหว่างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีส่วนที่คล้ายคลึงกับวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ

จากความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำแนวทาง และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2.2 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์ (2558) ได้อธิบายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสร้าง หรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบหรือผ่านการทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย โดยกิจกรรมที่จัดเป็นการสืบเสาะหาความรู้จะมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

- 1) ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยมนุษย์จะตั้งคำถามต่าง ๆ ได้ก็ต่อเมื่อเกิดการสังเกต เกิดปัญหาหรือข้อสงสัยขึ้นในตนเอง แม้ว่าผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการสร้างคำถาม แต่สถานการณ์จริง เราอาจไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องในช่วงเวลานั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อจำกัดของความรู้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนั้นผู้สอนควรเป็นผู้ช่วยเป็นผู้แนะนำให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด หรือปรับข้อคำถามให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจหรือสามารถตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น จากคำถามที่ผู้สอนตั้งขึ้น ผู้เรียนสามารถหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้ เช่น การสืบค้น การสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียด ถูกต้องและแม่นยำ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และควรให้ความสำคัญกับการฝึกทักษะการปฏิบัติเบื้องต้น ก่อนการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี เมื่อผู้เรียนได้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความละเอียดแล้วนั้น ข้อมูลที่รวบรวมได้ จะถูกนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐาน ในการสร้างคำอธิบาย ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสม และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้

4) ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้คู่ของค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังจากผู้เรียน ได้หลักฐาน จากนั้นสามารถสร้างคำอธิบายและใช้กระบวนการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำอธิบาย ของตนเองแล้ว ผู้เรียนควรได้ทำการสืบค้น เพื่อศึกษาเพิ่มเติมว่าองค์ความรู้ของตนเองนั้น มีความสอดคล้องหรือแตกต่างกับองค์ความรู้ หลักการ หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีในปัจจุบัน หรือไม่ อย่างไร

5) ผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล การที่ผู้เรียนได้องค์ความรู้ จากการสืบเสาะและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้จะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกเห็นคุณค่า ของการทำงานต่งเช่นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะไม่สิ้นสุดลงที่การได้ผล การทดลอง แต่จะนำองค์ความรู้ที่ได้มาสื่อสารต่อประชาคมโลก ดังนั้นการสื่อสาร จึงเป็นคุณลักษณะอีกประการหนึ่งที่จำเป็น ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียน เรียนรู้ที่จะรับฟังความคิดเห็น ข้อวิพากษ์และวิจารณ์จากผู้อื่นด้วย

กระทรวงศึกษาธิการ (2561) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญ 5 ลักษณะในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามที่นำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน คำถามที่ผู้เรียนมักถาม คือ “ทำไม” เกี่ยวกับ สิ่งต่าง ๆ ถ้าหากเปลี่ยนไปใช้คำว่า “อย่างไร” จะสามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ได้ เช่น

“ทำไมไส้เดือนจึงชอบอยู่ในที่มืด เป็น ไส้เดือนตอบสนองต่อแสงแดดอย่างไร”

คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามนั้น ๆ ได้

2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบาย จากคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่ผ่านการสำรวจตรวจสอบ หรือทำการทดลอง ครูควรชี้ให้ผู้เรียนเข้าใจว่า การอธิบายตามความเชื่อส่วนตัว การคาดเดา ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) ผู้เรียนมีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่สงสัย โดยมีหลักฐานหรือข้อมูลเชิงประจักษ์สนับสนุน การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล ตามข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงประจักษ์นั้นผู้เรียนต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็น และอธิบายได้ จากนั้นผู้เรียนควรตรวจสอบว่าคำอธิบายของตนขัดแย้งหรือสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้อื่นสำรวจตรวจสอบมาหรือไม่ อย่างไร

4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่สะท้อนถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เมื่อทำการสำรวจตรวจสอบแล้วสามารถประเมิน ปรับปรุง หรือตัดคำอธิบายนั้นทิ้งเมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลเชิงประจักษ์เพียงพอ ในขณะที่เดียวกันสามารถเปิดโอกาสให้มีการประเมินคำอธิบายซึ่งกันและกัน จากการสนทนา จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากครูผู้สอน ดังนั้นคำอธิบายของผู้เรียนต้องถูกต้องและสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ

5) เกี่ยวกับการค้นพบของตนเอง นักวิทยาศาสตร์สื่อสารและนำเสนอการค้นพบของตนในรูปแบบที่ผู้อื่นสามารถทำตามได้ ดังนั้นการนำเสนอผลงานจึงต้องประกอบด้วยคำถาม วิธีการ ข้อมูลเชิงประจักษ์ คำอธิบายและตรวจสอบคำอธิบายอื่น ๆ การให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นการเปิดโอกาสให้ได้มีการซักและตอบคำถาม ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผล วิเคราะห์ และรับคำวิจารณ์ และยังได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นในการปรับปรุงการอธิบายหรือการสำรวจตรวจสอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2561) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนสามารถออกแบบการสอนให้มีลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ ดังนี้

1) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้หมายถึง คำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะ ค้นหา และรวบรวมข้อมูลหลักฐาน

2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายหรือคำตอบ ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติการ เช่น สังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาเชื่อมโยง หาแบบรูป และอธิบายหรือตอบคำถาม

3) ผู้เรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล ต้องแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ สามารถจำแนกวิเคราะห์ ลงความเห็นจากข้อมูล พยากรณ์ ตั้งสมมติฐาน หรือลงข้อสรุป

4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนสามารถประเมิน (Judge) ข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ เพื่อนำคำอธิบายนั้นมาพิจารณา และปรับปรุงคำอธิบายของตนเอง ในขณะที่เดียวกันก็สามารถประเมินคำอธิบายของเพื่อน บุคคลอื่น หรือแหล่งข้อมูลอื่น แล้วนำมาเปรียบเทียบ เชื่อมโยงจากนั้นสร้างคำอธิบายอย่างมีเหตุผลและหลักฐานสนับสนุน ซึ่งสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ

5) สื่อสารการค้นพบของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ ผู้เรียนได้สื่อสารและนำเสนอการค้นพบของตนในรูปแบบที่ผู้อื่นเข้าใจ สามารถทำตามได้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ได้มีการซักถามและตอบคำถาม ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผลวิจารณ์และรับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นในการปรับปรุงการอธิบาย หรือวิธีการสืบเสาะค้นหาคำตอบ

จากลักษณะสำคัญของวิธีสอนแบบสืบเสาะข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของวิธีการสอนแบบสืบเสาะในชั้นเรียนมี 5 ประการ ดังนี้

1) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนพิจารณาจากคำถามที่ครูถามในชั้นเรียน คำถามที่เกิดจากตัวผู้เรียน หรือผู้เรียนสนใจคำถามจากสื่อการสอนหรือแหล่งต่าง ๆ

2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม ซึ่งผู้เรียนกำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการสืบค้น รวบรวมเพื่อตอบคำถาม โดยการสืบค้นด้วยวิธีการต่างๆอยู่บนหลักของความเป็นเหตุเป็นผล และผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ เพื่อได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

3) ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้าจากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้รวบรวม ซึ่งการอธิบายต้องผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และอธิบายบนพื้นฐานของเหตุและผล โดยผ่านทักษะทางวิทยาศาสตร์

4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำข้อมูลที่ตนมีตรวจสอบกับแหล่งข้อมูลอื่น หรือผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อาจจะมาจากการเปรียบเทียบความรู้กับครูผู้สอน หรือจากการเปิดโอกาสให้ซักถาม จากนั้นนำมาปรับปรุง แก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องและสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน โดยนำคำแนะนำ แนวทาง หรือคำชี้แนะที่ได้รับมาปรับปรุงการอธิบาย หรือการสำรวจตรวจสอบให้อยู่บนพื้นฐานของเหตุ และผล พร้อมทั้งฝึกฝนตนในการพัฒนา เพื่อการสื่อสารที่ชัดเจน ตรงประเด็นยิ่งขึ้น

2.2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

มีนักการศึกษาและสถาบันการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวิธีสอน แบบสืบเสาะ (5E) ไว้ดังต่อไปนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2561) ได้กล่าวว่า ในช่วงปลายปี ค.ศ. 1980 (พ.ศ. 2530) เป็นต้น มา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) และอีกหลายหลักสูตรในสหรัฐอเมริกาและหลายประเทศทั่วโลก ได้ใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น เป็นกรอบการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยแต่ละขั้นในวัฏจักรการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตนเองหรือเกิดจากการอภิปราย ภายในกลุ่ม

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำเสนอข้อมูลสังเกตที่ได้มา วิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่นๆ

5) ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

จรรยา โทะนานบุตร (2560) กล่าวถึง กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) 5Eประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดจากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่ขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม ที่เรียนมาแล้ว ซึ่งถือเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ไม่มี

ประเด็นที่น่าสนใจ ผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมา ก่อน เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกัน กำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมถึง การรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจ เรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ ศึกษา อย่างถ่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการ ตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์ จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจ ตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้ เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้อง กับประเด็นที่กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการ เรียนรู้ได้

4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้ เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยง กับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวิธีสอนแบบสืบเสาะ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่คล้าย ๆ กัน โดยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา
- 3) ขั้นอธิบาย
- 4) ขั้นขยายความรู้
- 5) ขั้นประเมิน

โดยการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน จะเน้นผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทางและอำนวยความสะดวก

2.2.4 วิธีวัดผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ระบบการวัดและประเมินผลการเรียนในปัจจุบัน ควรวัดตามประเภทและระดับขั้นพฤติกรรมที่ระบุไว้ตามมาตรฐานตัวชี้วัดการเรียนรู้รายวิชา ได้แก่ ประเภทการวัดด้านความรู้ ความสามารถ (Cognitive Domain) ได้ระบุระดับพฤติกรรมที่จะวัดได้ตั้งแต่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์นำไปใช้ การวิเคราะห์และวิพากษ์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า การวัดทักษะ การปฏิบัติ (Psychomotor Domain) ได้ระบุระดับพฤติกรรมที่จะวัดไว้ตั้งแต่ การลอกทำตามแบบ การทำโดยไม่ต้องดูแบบ การทำที่เกิดผลตามเป้าหมายทุกครั้ง การทำที่เกิดผลอย่างมีคุณภาพทุกครั้ง และการนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้เป็นอย่างดี และการวัดตามประเภทเจตคติ และบุคลิกภาพต่อการทำงาน (Affective Domain) ได้ระบุระดับพฤติกรรมที่จะวัดไว้ตั้งแต่ การรับรู้ การตอบสนอง การเกิดค่านิยม การนำความรู้และค่านิยมไปจัดระบบการทำงาน และเกิดเป็นวิถี การปฏิบัติ ซึ่งการวัดผล ประเมินผลตามสภาพจริง โดยการวัดผลคุณภาพสูง จากการสร้างเครื่องมือ วัดความรู้ ทักษะ บุคลิกภาพ ตามระดับขั้นพฤติกรรมที่ระบุในตัวชี้วัดมาตรฐานรายวิชาให้ครบ ทุกตัวชี้วัด และการประเมินผลสมมูลเชิงคุณภาพ จากการสร้างเครื่องมือประเมินความสอดคล้อง กันของทักษะ บุคลิกภาพ และความรู้ในแต่ละกระบวนการเรียนรู้ แปลผลบุคลิกภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562) นอกจากนั้น กระทรวงศึกษาธิการ (2561) ได้กล่าวถึง วิธีวัดผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะไว้ว่า การเรียนรู้จะสามารถ บรรลุตามเป้าหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางไว้ได้ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

- 1) ต้องวัดและประเมินทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 2) วิธีการวัดและประเมินต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3) ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผล ภายใต้อ้อมูลที่มีอยู่

4) ผลการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุป ที่สมเหตุสมผล

5) การวัดและประเมินต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

จากรูปแบบการวัดผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า ผู้สอนต้องวัดและประเมินทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ วิธีการวัดและประเมินต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ต้องมีแบบวัด ที่ชัดเจน เก็บข้อมูลได้อย่างตรงไปตรงมา จากนั้นนำผลการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน ไปแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

2.3 การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

นักวิชาการและนักวิจัยหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการสอนโดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานในทิศทางเดียวกัน เช่น ปาณิสรา ไม้รอด (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลอง เป็นฐาน (Model-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างและปรับปรุง แบบจำลอง โดยแบบจำลองเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นจากวัตถุประสงค์เฉพาะ ใช้เป็นตัวแทนแนวคิด ที่เป็นนามธรรม กระบวนการหรือระบบ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งความหมายนั้น สอดคล้องกับ ภรทิพย์ สุภัทรชังค์ (2556) ที่ได้อธิบายไว้ว่า แบบจำลอง เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเป็นตัวแทนของเป้าหมายในการใช้อธิบายแนวคิด ทฤษฎี กฎ เหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรงให้สามารถเข้าใจสิ่งเหล่านี้ ได้ง่ายขึ้น ซึ่งการใช้แบบจำลองให้มีประสิทธิภาพควรคำนึงถึงธรรมชาติและข้อจำกัด ของแบบจำลองด้วย นอกจากนี้แบบจำลองยังสะท้อนให้เห็นถึงความคิดของผู้เรียน โดย อารยา ควัฒน์กุล (2558) กล่าวถึง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ ภาพที่นักเรียนสะท้อน ออกมาจากความคิดของตนเอง โดยผ่านการให้เหตุผลที่ใช้ความรู้ เพื่อใช้ในการอธิบายหรือทำนาย สถานการณ์ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

แบบจำลองเป็นฐานถือได้ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของผู้สอนนิยมใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนใช้แบบจำลองในการแสดงความคิด ความเข้าใจ ที่มีต่อปรากฏการณ์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนให้สามารถนำไปสู่การสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถคัดค้านได้โดยง่าย (สุทธิชาติ เปรมกมล, 2558) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองอาจจะเป็นแบบย่อให้เล็กลงหรือขยายให้ใหญ่ขึ้นกว่าความเป็นจริงได้ เพื่อใช้การจำลองเป็นสื่อแทนความคิดของผู้เรียน (สุรัสวดี ปะภิระเค, 2561) ทั้งนี้แบบจำลองถือได้ว่าเป็นความสามารถในการสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมา เพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ เช่น กราฟ สมการ แผนภูมิรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว รวมถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561)

จากการศึกษาความหมายของการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นผ่านการศึกษา หรือกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้อธิบายแนวคิด ทฤษฎี หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ผ่านหลักฐานเชิงประจักษ์ได้อย่างถูกต้อง

2.3.2 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แบบจำลองถือเป็นหัวใจสำคัญและมีส่วนช่วยในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาองค์ความรู้ โดยจะใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของเป้าหมาย เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการเข้าใจทำความเข้าใจ นำมาถ่ายทอดแนวคิด ทฤษฎีเหล่านี้ให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายขึ้น

โกเมศ นาแจ้ง (2554) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของแบบจำลองไว้ว่า แบบจำลองถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการสำรวจตรวจสอบ การสร้างความเข้าใจ และอธิบายความรู้ในปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ ถือเป็นการฝึกกระบวนการทางความคิดตามแนวทางการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556) ได้อธิบายถึงลักษณะสำคัญของการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ออกเป็น 2 ข้อ ดังนี้

- 1) แบบจำลองเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงสถานการณ์ ปรากฏการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น
- 2) การสร้างแบบจำลองทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นพบองค์ความรู้และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

รวิวรรณ เมืองรามัญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2556) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ว่า เนื่องจากผู้เรียนได้เกิดการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากการสื่อสารการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น ทั้งด้านการพูดนำเสนอ การเขียนบรรยาย การเขียนแผนผังความคิด การสื่อสารความคิดของตนเองออกมาในลักษณะรูปแบบจำลอง ช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความคิดของตนเอง มองความคิดอย่างเป็นระบบ โดยผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงความคิดของตนเองได้หลากหลายลักษณะ ได้แก่ การพูดสิ่งที่ตนเองรู้ การเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในลักษณะบรรยายหรือแผนผังทางความคิด การวาดภาพ และการสร้างแบบจำลอง ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการสื่อสารแบบจำลองที่สร้างให้ผู้อื่นทราบ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นจากการพูดและการเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าในลักษณะบรรยายหรือผังทางความคิด การวาดภาพ และการสร้างแบบจำลอง

ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของแบบจำลอง มีดังต่อไปนี้

- 1) แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย เช่น ปรากฏการณ์ กระบวนการ แนวคิด ทฤษฎี โดยแบบจำลองถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ นำมาใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์
- 2) แบบจำลองใช้มาเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นภาพเป้าหมายได้ชัดเจน และสามารถเข้าถึงข้อมูล เข้าใจได้ง่ายขึ้น การสร้างสมมติฐานจากแบบจำลอง ทำให้สามารถนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้
- 3) แบบจำลองมีความแตกต่างจากเป้าหมาย โดยอาจจะเล็กหรือใหญ่กว่าเป้าหมายก็ได้ ทำให้แบบจำลองสามารถใช้งานง่าย และสามารถพัฒนา หรือปรับปรุงให้ดีขึ้นได้
- 4) แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรมได้ในแบบจำลองเดียว สามารถแทนเหตุการณ์ กระบวนการทางความคิด ความเข้าใจของผู้จัดทำได้

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน คือ การสร้างแบบจำลองซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ได้ เข้าใจง่ายขึ้น โดยผ่านกระบวนการคิด การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งการวางแผนอย่างรอบคอบ ทั้งนี้แบบจำลองอาจอยู่ในรูปของรูปธรรม นามธรรม หรือรูปแบบอื่น ๆ ที่ผู้เรียนสนใจได้

2.3.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

โกเมศ นาแจ้ง (2554) กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1) ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาหรือมาตรฐานการเรียนรู้ จากนั้นสร้างแบบจำลองทางความคิดจากปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษา แก้ปัญหา ลงข้อสรุป และให้เหตุผลด้วยแบบจำลองตามลำดับ

2) ผู้เรียนจะสร้างแบบจำลองจากความรู้เดิมและสารสนเทศใหม่ที่ได้รับระหว่างการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิดของปรากฏการณ์

3) เมื่อผู้เรียนประเมินแบบจำลองแล้วพบว่ามียุทธวิธี อาจปรับปรุงแก้ไข หรือสร้างแบบจำลองขึ้นใหม่ แต่ถ้าแบบจำลองมีความถูกต้อง สามารถคงแบบจำลองไว้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสร้างแบบจำลอง (Generating model) โดยครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมาให้มากที่สุด ผ่านการใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต และสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ

2) การประเมินและการดัดแปลงแบบจำลอง (Evaluating model) สำหรับการประเมินแบบจำลอง ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์

3) การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) ผู้เรียนจะมีการดัดแปลงแก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติมจนกระทั่งแบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วสามารถอธิบายข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้อง โดยเมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมแล้วค้นพบปรากฏการณ์ข้อเท็จจริง หลักการหรือกฎใหม่ ๆ ที่ไม่อาจอธิบายได้ด้วยแบบจำลองที่ตั้งไว้ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองนั้น อาจเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มเพื่อนที่สร้างขึ้น ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

4) การขยายแบบจำลอง (Elaborating) ผู้เรียนจะใช้แบบจำลองผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ หรือสถานการณ์อื่น ซึ่งทำให้ผู้เรียนเชื่อและเข้าใจแบบจำลองที่ตนสร้างขึ้น หรือแบบจำลองที่ได้เรียนรู้ว่าสามารถอธิบายหรือปรากฏการณ์อื่นได้

ฝนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล (2559) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (produce mental model) ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้สร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแสดงความรู้เดิมเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องที่กำลังศึกษาออกมา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูอาจจะใช้คำถามหรือใช้สถานการณ์ ในการกระตุ้นผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงออกแบบจำลอง (express model) ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมและข้อมูลใหม่ที่ได้รับเข้าด้วยกัน จากนั้นจัดกระทำข้อมูลแล้วลงมือสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของข้อความ แนวคิด หรือสัญลักษณ์รูปภาพ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบแบบจำลอง (test model) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปทดสอบและอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluate model) ผู้เรียนประเมินว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายแนวคิดที่เป็นปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้หรือไม่ หรือมีความสอดคล้องเหมาะสมเพียงใด หากผู้เรียนตรวจสอบและพบว่าไม่สามารถอธิบายได้ ผู้เรียนสามารถปรับปรุงแก้ไข โดยให้ผู้เรียนและเพื่อนประเมินแบบจำลองร่วมกัน ในขณะที่ทำการประเมิน ผู้เรียนจะถูกฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสรุปและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ มาประเมินให้เหมาะสมและมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง (elaborate model) ผู้เรียนนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติม หรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ขั้นการสร้างแบบจำลอง โดยลงมือสร้างแบบจำลอง ที่ได้จากการศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ อาจอยู่ในลักษณะของข้อความ แนวคิด หรือสัญลักษณ์รูปภาพ

2) ขั้นประเมินและทบทวนแบบจำลอง โดยประเมินว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายแนวคิดที่เป็นปรากฏการณ์และความสอดคล้องกับเรื่องที่กำลังศึกษาหรือไม่

3) ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง อาจมีการเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มเพื่อนที่สร้างขึ้น และปรับปรุงแก้ไข เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

4) ขั้นอธิบายและทดสอบแบบจำลอง โดยอธิบายแบบจำลองปรากฏการณ์ที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนจากแบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้นได้

2.3.4 วิธีวัดผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ปานิสรา ไม้รอด (2557) ได้มีการวัดผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีการแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่

1) แบบจำลองถูกต้อง หมายถึง ผู้เรียนสร้างแบบจำลองตรงตามเนื้อหา หรือมาตรฐานการเรียนรู้ และอธิบายเหตุผลถูกต้องสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2) แบบจำลองที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง ผู้เรียนสร้างแบบจำลองตรงตามเนื้อหา หรือมาตรฐานการเรียนรู้ และอธิบายเหตุผลถูกต้องสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3) แบบจำลองที่สมบูรณ์แต่ไม่ถูกต้อง หมายถึง ผู้เรียนสร้างแบบจำลองตรงตามเนื้อหา หรือมาตรฐานการเรียนรู้ แต่อธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือสร้างแบบจำลองไม่ตรงตามเนื้อหา หรือมาตรฐานการเรียนรู้ และอธิบายเหตุผลถูกต้องสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

4) แบบจำลองไม่ถูกต้อง หมายถึง ผู้เรียนสร้างแบบจำลองไม่ตรงตามเนื้อหา หรือมาตรฐานการเรียนรู้ และอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

5) แบบจำลองคำที่ไม่เชื่อมโยง หมายถึง ผู้เรียนสร้างแบบจำลองและอธิบายเหตุผล ไม่สอดคล้องกับข้อความ หรือมีการบรรยายแต่ไม่อธิบายเหตุผล

6) ไม่แสดงแบบจำลอง หมายถึง ผู้เรียนไม่ตอบคำถาม หรืออธิบายแต่ไม่มีแบบจำลอง หรือมีแบบจำลองแต่ไม่อธิบาย

โกเมศ นาแจ้ง (2554) มีการจัดทำวิธีวัดผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีลักษณะเป็นแบบรูปบrikส์ แบ่งระดับการให้คะแนน 3 ระดับ โดยมีรายการประเมิน 3 ข้อ ดังนี้

- 1) แบบจำลองมีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
- 2) มีการระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา
- 3) มีการอธิบายถึงแบบจำลองตามหลักของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

นอกจากวิธีวัดผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจากการศึกษาข้างต้นแล้ว ยังมีผู้เสนอวิธีคิดหลากหลาย เช่น ละมัย โชคชัย (2557) การใช้แบบวัดชนิดคำถามปลายเปิด ซึ่งหลังจากผู้เรียนอธิบายแบบจำลองของตนเองแล้ว ผู้สอนอาจเป็นผู้ถามหรือให้เพื่อนเป็นผู้ถามคำถามเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน โดยเป็นคำถามที่ได้ไม่เตรียมตัวเลือกไว้ คำถามในลักษณะนี้จะมีความหลากหลายของคำตอบ ในบางครั้งอาจได้คำตอบที่เป็นข้อมูลที่ที่น่าสนใจหรือประเด็นที่คาดคิดไว้ล่วงหน้า นอกจากนี้ ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2554) มีวิธีวัดผลการ

จัดการเรียนการสอน โดยการตั้งเกณฑ์พิจารณาจากการอธิบายแบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้น โดยกำหนดการให้คะแนนไว้ว่า ถ้าอธิบายได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นมีข้อจำกัดที่ครบถ้วน ได้ 2 คะแนน ถ้าหากอธิบายได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นมีข้อจำกัดได้บางส่วน ได้ 1 คะแนน และหากอธิบายไม่ได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นมีข้อจำกัด ได้ 0 คะแนน

2.4 การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์มาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ในภาษาไทยอาจเรียกว่า มโนภาพ มโนคติ สังกัป หรือความคิดรวบยอด เป็นต้น ซึ่งทุกคำมีความหมายไม่แตกต่างกัน ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า “มโนทัศน์”

ราชบัณฑิตยสถาน (2524) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพในใจหรือแบบของความคิดที่เป็นตัวแทนสิ่งของทั้งประเภท เช่น แมว เป็นมโนทัศน์ทั่วไป สำหรับแมวทั้งหมด แม้ว่าแมวแต่ละตัวจะมีลักษณะไม่เหมือนกัน มโนทัศน์จึงเป็นภาพกลาง ๆ ที่ประมวลสรุปได้จากภาพเฉพาะหลาย ๆ ภาพของสิ่งของประเภทเดียวกัน หรือลักษณะร่วมที่รับรู้ ด้วยประสาทสัมผัสและแยกออกจากของต่าง ๆ กัน

ธนัชชัย สิงห์มาตย์ (2555) กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพในความคิดที่เปรียบเสมือน ภาพตัวแทน หมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของแนวคิด หรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ไปคล้ายกัน ดังนั้นคำจำกัดความของคำว่ามโนทัศน์ คือ ภาพที่เกิดขึ้นในใจซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งหลายสิ่งที่แตกต่างกัน แต่มีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน เช่น สุนัข มโนทัศน์ทั่วไปของสุนัข คือ เป้าบ้าน เป็นต้น

อรพรรณ เลื่อนแป้น (2555) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดสำคัญและความเข้าใจ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ โดยสามารถจัดกลุ่ม สิ่งที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกัน และจำแนกสิ่งที่แตกต่างกันออกจากกันได้

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2557) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า ความรู้ความคิด ทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์เดิม จนสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยได้กำหนดเกณฑ์ ดังนี้

มโนทัศน์สมบูรณ์ คือ ให้คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญ

มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ คือ ให้คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบ บางส่วนที่สำคัญ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ให้คำตอบถูกต้องแต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้อง และบางส่วนไม่ถูกต้อง ความเข้าใจผิด คือคำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลผิด

พัชรีย์ โพชนา (2559) กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ โดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะ ร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ

วัฒนา แผ่นผา (2558) อธิบายถึงความหมายของมโนทัศน์ ว่าเป็น ลักษณะร่วมของวัตถุ เหตุการณ์แนวคิด ทฤษฎีทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งเขียนเป็นคำหรือประโยค และสามารถจำแนกประเภทได้

จากความหมายของการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมา สามารถสรุปได้ว่าการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยสรุปผ่านการให้เหตุผลจากที่ใช้ความรู้เชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง และสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกัน และจำแนกสิ่งที่แตกต่างกันออกจากกันได้

2.4.2 ความสำคัญของการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

De Cecco (1976) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย นอกจากนี้มโนทัศน์ยังช่วยในการเรียนรู้ และช่วยให้เรารู้จักสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เมื่อเรากຸ້นเคย เราจะสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้น โดยมนุษย์จะใช้มโนทัศน์ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นกลุ่มทำให้มีการตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น ซึ่งมีการจำแนกสิ่งที่เหมือนกันไว้อยู่กลุ่มเดียวกัน และแยกสิ่งที่แตกต่างกันออกจากกันได้ถูกต้อง

ภูมิฤทัย วิทยวิจิน (2556) ได้อธิบายว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำแนก แยกประเภท สรุป หรือจัดหมวดหมู่สิ่งที่มีลักษณะเหมือนกันได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ธนัชชัย สิงห์มาตย์ (2555) กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1) มโนทัศน์มีลักษณะเป็นความความคิดรวบยอด เช่น เมื่อเรากล่าวถึงคำว่า แม่ สมองเราสร้างมโนทัศน์คือ ผู้หญิงมีลูก และเราเห็นผู้หญิงตั้งครรภ์เราสามารถบอกได้ว่า อีกไม่นานเขาจะเป็นแม่

2) มโนทัศน์เป็นการรวมกันของลักษณะร่วม เช่น มโนทัศน์ของปากกา ไม่ว่าจะเป็ นปากกาแดง ปากกาน้ำเงิน ปากกาสีเขียว สีดำ หรือสีอะไรก็แล้วแต่ ล้วนเรียกว่าปากกาทั้งสิ้น ดังนั้นมโนทัศน์คือปาก

3) มโนทัศน์เปรียบเหมือนตะแกรงเชื่อมโยงกัน กรอบตะแกรงเปรียบเหมือนเค้าโครงของแกนสิ่งนั้น เช่น สุนัขเป็นโครงสร้างภายนอก ส่วนประกอบคือ หาง ตา เท้า หอน เป็นต้น

4) มโนทัศน์ส่วนใหญ่มีขอบเขตคลุมเครือ โดยทั่วไปนั้นมโนทัศน์ที่อยู่ตามธรรมชาติมักเป็นมโนทัศน์ที่คลุมเครือ เช่น นกเพนกวิน เป็นนกไข่หรือไม่

5) มโนทัศน์เชื่อมโยงเหตุผลเป็นคำข่ายนามธรรม เช่น การเชื่อมโยงผู้หญิงกับดอกไม้

6) มโนทัศน์ถูกกำหนดภายใต้อิทธิพลบริบทแวดล้อม เช่น ในการแยกแยะสีนั้น บางสังคม แยกสีออกมาเป็นแค่สีอ่อนกับสีแก่ แต่บางสังคมแยกออกมาเป็นสีแดง สีเขียว สีดำ ในขณะที่บางสังคมแยกออกมาเป็นว่าสีแดงเลือดหมู สีแดงอมชมพู ดังนั้นจึงแล้วแต่สังคมและบริบท

อรพรรณ เลื่อนแป้น (2555) กล่าวว่า มโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน เพราะเป็นรากฐานของความคิด ช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้อย่างมีความหมาย

ดังนั้น จากความสำคัญของการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าความสำคัญของการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ถือเป็นการนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาประมวลผล จัดหมวดหมู่ ซึ่งสามารถจำแนก แยกประเภทสิ่งที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันได้

2.4.3 วิธีประเมินความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

พัชรีย์ โพชนา (2559) กล่าวถึงเกณฑ์หรือแนวทางในการวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ และให้คะแนน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1) คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

2) คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3) คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบาย มีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4) คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

กระทรวงศึกษาธิการ (2561) การประเมินความสามารถต้องวัดและประเมินทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน และวิธีการวัดและประเมินต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน

การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ต้องเก็บข้อมูล และประเมินภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่โดยตรงไปตรงมาจากนั้นนำผลการวัดมาแปลผลและลงข้อสรุป

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ดังนั้น การประเมินจึงเป็นการวัดความเข้าใจข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ และขั้นตอนวิธีทางวิทยาศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2555) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็นการประเมินความรู้ความสามารถ ทักษะ เจตคติ ทักษะการคิดที่กำหนดอยู่ในตัวชี้วัดในหลักสูตร ซึ่งนำไปสู่การสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ จัดเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ซึ่งผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัด เพื่อบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนถึงสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทุกระดับ

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าผลของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ได้รับการฝึกอบรม การสั่งสอน หรือทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ รวมทั้งความรู้สึกรัก ค่านิยม และจริยธรรม อันเนื่องมาจากการได้รับการฝึกอบรม การสั่งสอน

ฝนทิพย์ ชนชัยสิทธิกุล (2559) ได้ให้หมายถึงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นคะแนนที่แสดงออกทั้งทางด้านความรู้ ความเข้าใจ และทักษะปฏิบัติการต่าง ๆ จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วรรณภา วัจนะฮาด (2559) อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการวัดทั้งระหว่างหรือหลังการจัดกิจกรรม

พัศกร ฤทธิ์ฤดี (2561) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และทัศนคติ ที่ได้จากการประเมินผลในรูปแบบต่าง ๆ หลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้

สุรัสวดี ปะกิระเก (2561) ได้ให้ความหมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคุณลักษณะ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำมาลงประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้และการทำ กิจกรรมต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

Good (1973) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงการเข้าถึงความรู้ (Knowledge attained) หรือการพัฒนาทักษะทางการเรียน โดยปกติมีการพิจารณาจากคะแนนสอบ ที่กำหนดคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย ให้หรือทั้งสองอย่าง

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถของผู้เรียนที่ได้จากการวัดความรู้ ความเข้าใจ อันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2.5.2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2555) ได้กำหนดแนวทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีแนวทางการดำเนินการ คือ ผู้สอนต้องดำเนินการวัดและประเมินผล และกำหนดเอกสาร บันทึกรผลการประเมินให้สอดคล้องกับแนวทางการวัดและประเมินผล จากนั้นให้ครูผู้สอนนำผลการประเมินบันทึกลงในเอกสารบันทึกผลการประเมิน และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน นอกจากนั้นแนวทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจออกแบบได้จากการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเป็นวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีการสร้างแบบทดสอบ หลากหลาย ได้แก่ ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง ข้อสอบแบบกาถูกกาผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่า (ปรัชญา นวนแก้ว, 2560) โดยการวัดผลที่มีคุณภาพสูงควรประกอบด้วยเกณฑ์คุณภาพ ที่เฉพาะเจาะจง การประเมินทุกชนิดต้องเป็นไปตามเกณฑ์ ซึ่งได้แก่ การมีจุดมุ่งหมาย ของการประเมินชัดเจน มีจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ชัดเจนและเหมาะสม มีวิธีการประเมินเหมาะสม มีคู่มือตัวอย่างการปฏิบัติที่ดี และการประเมินต้องแม่นยำปลอดจากความลำเอียงและอคติ เป็น ซึ่งเป็นหลักการของการประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน, 2562) ทั้งนี้ Bloom (1976) ยังกล่าวถึง องค์ประกอบของสิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีทั้งหมด 3 ตัวแปร ดังนี้

1) พฤติกรรมด้านสติปัญญา เป็นพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ความเข้าใจ คือการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และสิ่งที่ผู้เรียนมีมาก่อนที่จะเรียน คือ ความถนัดและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน

2) ลักษณะทางอารมณ์ หมายถึง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความกระตือรือร้นที่มีต่อการเรียน รวมถึงทัศนคติที่มีต่อการเรียน ต่อโรงเรียน ระบบการเรียน และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง

3) คุณภาพของการสอน เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ประกอบด้วย การชี้แนะ หมายถึง การอธิบายจุดมุ่งหมายของกระบวนการเรียนการสอนและภาระงาน ที่จะต้องทำให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน การให้การเสริมแรงของครู การใช้ข้อมูลย้อนกลับ หรือการให้ผู้เรียนรู้ผลการประเมินว่าตนเอง กระทำได้หรือไม่ และการแก้ไขข้อบกพร่อง

จากการสืบค้นข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ผู้สอนจะต้องมีการสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุหรือประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย ที่วางไว้ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถออกแบบได้ตามบริบทที่ผู้สอนเห็นสมควร เพื่อใช้ในการวัดความสามารถของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับตัวของผู้เรียน ได้แก่ องค์ประกอบทางสติปัญญา ทางอารมณ์ เจตคติต่อการเรียนในรายวิชานั้น ๆ โดยสิ่งที่มีอิทธิพลส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.5.3 วิธีประเมินของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2555) กำหนดวิธีประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ ความสามารถ ทักษะ เจตคติ ทักษะการคิดที่กำหนดอยู่ในตัวชี้วัด ในหลักสูตร โดยจะนำไปสู่การสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ในการดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ 1) กำหนดสัดส่วนคะแนน 2) กำหนดเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาความเหมาะสม กำหนดเป็นระดับผลการเรียน หรือระดับคุณภาพการปฏิบัติของผู้เรียน เป็นระบบตัวเลข ระบบตัวอักษร ระบบร้อยละ หรือระบบที่ใช้คำสำคัญสะท้อนมาตรฐาน ซึ่งวิธีประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ในภาพรวม การประเมินผลจึงประกอบด้วย การประเมินความเข้าใจ กระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนจะส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมาตรฐานการเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนดไว้

(ปรัชญา นวนแก้ว, 2560) โดยใช้มาตรฐานตัวชี้วัดการเรียนรู้รายวิชาทุกตัว นำไปออกแบบการสร้างเครื่องมือวัดผลความก้าวหน้าการเรียนรู้ในส่วนคะแนนเก็บ โดยประเภทความรู้ความสามารถ ใช้ Mind Map การตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 5 ชั้น (ชั้นที่ 1 ตั้งคำถาม ชั้นที่ 2 แสวงหาสารสนเทศ ชั้นที่ 3 สร้างความรู้ ชั้นที่ 4 สื่อสาร และชั้นที่ 5 ตอบแทนสังคม) โดยเป็นไปตามระดับชั้นพฤติกรรมของมาตรฐานตัวชี้วัดการเรียนรู้รายวิชา ส่วนประเภททักษะและบุคลิกภาพการทำงาน ใช้แบบวัดระดับคุณภาพของพฤติกรรมที่แสดงออกที่มีต่อเหตุการณ์ของกิจกรรมตามกระบวนการ 5 ชั้น และแปลระดับคุณภาพเป็นคะแนนถ้ามีมาตรฐานตัวชี้วัดการเรียนรู้รายวิชารองรับ และประเมินสมรรถนะ และคุณลักษณะตามกระบวนการทำงานของ 5 ชั้น เก็บผลประเมินไว้ในแบบประเมินพฤติกรรม หลังจากนั้นประเมินความสมดุลเชิงคุณภาพ โดยการนำคะแนนของแต่ละประเภทมาตรฐานตัวชี้วัดการเรียนรู้รายวิชา มาหาค่าความสัมพันธ์หรือนำไปแสดงผลโดยกราฟชนิดต่าง ๆ เพื่อดูแนวโน้มที่ดีเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงว่านักเรียนมีความสมดุลเชิงคุณภาพทั้งสอง ร่างกาย และจิตใจ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562)

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวิธีและกระบวนการอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายจากมาตรฐานตัวชี้วัดการเรียนรู้รายวิชา 2) กำหนดรูปแบบวิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ และ 3) ตัดสินระดับคุณภาพจากเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

2.6 ความพึงพอใจ

2.6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นสภาพความรู้สึกของบุคคลที่มีความสุข ความอึดอเมใจ เมื่อความต้องการหรือแรงจูงใจของตนได้รับการตอบสนองความพึงพอใจ

วาสน์ระรวย อินทรสงเคราะห์ (2553) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึกและทัศนคติของบุคคล อันเนื่องมาจากสิ่งเร้า และแรงจูงใจ ซึ่งปรากฏออกมาทางพฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

เกวลี ผังดี และ พิมพรรณดา ครอบยุดิ (2556) ระบุว่า ความพึงพอใจเป็นทัศนคติอย่างหนึ่งที่เป็นนามธรรมเป็นความรู้สึกส่วนตัวทั้งทางด้านบวกและทางลบขึ้นอยู่กับ การได้รับการตอบสนอง เป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรม ในการแสดงออกของบุคคลที่มีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

วิษุตา คัมภีร์เวช (2556) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความพึงพอใจ จะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง

อรวรรณ ธนุสร (2559) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลหนึ่งที่มีต่อสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึก ความพอใจ และเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง มีความรู้สึกในทางบวกและความรู้สึกในทางลบ ความรู้สึกในทางบวกทำให้เกิดความสุข ความรู้สึกในทางลบจะตรงกันข้ามกับทางบวกโดยสิ้นเชิง

Shellli (1995) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกทางบวก หากเกิดขึ้นอาจจะเกิดระบบหมุนกลับ อาจเกิดความสุขในแง่บวกเพิ่มขึ้น ดังนั้น ความพึงพอใจเกิดขึ้นได้ หากความพึงพอใจนั้นเกิดในทางบวกมากกว่าทางลบ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจข้างต้นนี้ สามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง คุณภาพหรือระดับความพอใจในสิ่งที่สอดคล้องกับความต้องการของตนเอง เป็นสภาพหรือระดับของความรู้สึกที่บุคคลมีต่อประสิทธิภาพของการปฏิบัติหน้าที่หรือความรู้สึกมีความสุขพึงพอใจ ความสำเร็จตามความมุ่งหมายหรือความคาดหวังที่มีต่อการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ

2.6.2 แนวทางการวัดความพึงพอใจ

สมชาย บุญสุน (2554) ในการจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในการทำงาน การสร้างสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน การที่ผู้เรียนจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนนั้น ผู้เรียนต้องมีแรงจูงใจที่จะอยากเรียน ซึ่งผู้สอนต้องคำนึงถึงสิ่งที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจหลาย ๆ ด้าน เช่น การจัดบรรยากาศ สถานการณ์ เทคนิคการสอนที่ดีให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนตามความต้องการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจ ในความสำเร็จ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีจะทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียน

อุดม ยอดจันทร์ (2558) กล่าวว่า การวัดระดับความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธีดังนี้

1) การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยการขอความร่วมมือจากกลุ่มบุคคลที่ต้องการวัด แสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนด

2) การสัมภาษณ์ ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตอบตามข้อเท็จจริง

3) การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้งก่อนการรับบริการ ขณะรับบริการและหลังการรับบริการ การวัดโดยวิธีนี้จะต้องกระทำอย่างจริงจังและมีแบบแผนที่แน่นอนจะเห็นได้ว่าการวัดความพึงพอใจต่อการให้บริการนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความสะดวกเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมายของการวัดด้วย จึงจะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือได้

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่าแนวทางของความพึงพอใจ การสร้างสิ่งจูงใจ หรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ใน การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งแนวทางการของความพึงพอใจทางการเรียน มีการวัดได้หลายวิธี คือ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ หรือใช้การสังเกต

2.6.3 วิธีประเมินของความพึงพอใจ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) กล่าวว่า วิธีการวัดและประเมิน ต้องพิจารณาคำสำคัญ (Key Word) ประกอบกับสาระการเรียนรู้แกนกลางของชั้นปีนั้น ๆ ว่าควรจะใช้วิธีการวัดและประเมินวิธีใด จึงจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือปฏิบัติได้ตามคำสำคัญ ตามสาระการเรียนรู้ชั้น ๆ การกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตลอดจนพัฒนาการของผู้เรียนและบริบทของการจัดการเรียนรู้ ในการประเมินครั้งหนึ่งอาจวัดได้หลายตัวชี้วัด หรือตัวชี้วัดเดียวอาจวัดหลาย ๆ ครั้ง ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวชี้วัด เช่น ตัวชี้วัดที่เน้นทักษะควรมีการวัดและประเมินผลหลาย ๆ ครั้ง ทั้งนี้ตัวชี้วัดหลาย ๆ ตัวที่สอดคล้องและสัมพันธ์กันอาจกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลร่วมกันได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมิน พิจารณาจากวิธีการประเมินที่กำหนดว่าจะใช้เครื่องมือชนิดใดจึงจะสอดคล้องและสัมพันธ์กับหลักฐานการเรียนรู้วิธีการวัดและประเมินผล มีแบบบันทึกใดบ้างเป็นส่วนประกอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) หรือไม่ โดยมีนักการศึกษาได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีประเมินของความพึงพอใจไว้ เช่น เสกสิทธิ์ ทองมาก (2560) นำเสนอวิธีการวัดความพึงพอใจนั้นจะสามารถวัดออกมาได้ในหน่วยของ “ยูทิล” โดยจะมีหลักในการวัด 4 ขั้นตอน คือ ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ที่จะต้องการวัด จากนั้นทำการกำหนดว่าจะวัดความพึงพอใจในปัจจัยใดบ้าง เมื่อได้วัตถุประสงค์และปัจจัยแล้วทำการกำหนดเกณฑ์เพื่อแปลผลความพึงพอใจ จากนั้นทำการกำหนดวิธีการวัดความพึงพอใจ เพื่อหาค่าทางสถิติ ในขณะที่วัดนา สุนทรชัย (2542) นำเสนอวิธีประเมินของความพึงพอใจทางการเรียน โดยการคำนวณค่าร้อยละของความพึงพอใจที่ถูกต้อง ให้คำนวณจากแบบสอบถามโดยตรงเพราะการคำนวณโดยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์จากค่าเฉลี่ย จะทำให้ค่าที่คำนวณได้สูงกว่าความเป็นจริงแต่ถ้าจำเป็นต้องคำนวณจากค่าเฉลี่ยดังกล่าวแล้วจะต้องเลือกใช้สูตรปรับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้ค่าที่คำนวณได้ไม่สูงกว่าความเป็นจริงมากเกินไป

จากการศึกษาวิธีประเมินของความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่า วิธีการประเมินความพึงพอใจสามารถวัดได้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดวัตถุประสงค์ความพึงพอใจ 2) กำหนดเกณฑ์การวัดความพึงพอใจ 3) กำหนดวิธีการวัดความพึงพอใจ 4) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความพึงพอใจ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2556) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียน กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุมาแล้วในช่วงต้นของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพัทลุง จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 30 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอม แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลอง อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และแบบบันทึกหลังสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา การตีความและสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่อง โครงสร้างอะตอมมีการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด ร่วมกับการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม รวมไปถึงมีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีทั้ง 3 ระดับ (จุลภาค มหภาค และสัญลักษณ์) สำหรับในแนวคิดที่เป็นนามธรรมมีการใช้กิจกรรมอุปมาในการจัดการเรียนรู้ และมีการสอดแทรกกิจกรรมที่สะท้อนธรรมชาติของแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองและนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

พรรทิพา ฮวบลอยฟ้า (2558) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสมบัติของสาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสมบัติของสาร 2) ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสมบัติของสาร 3) ศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสมบัติของสารกลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยาเขต 1 จำนวน 31 คน จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสมบัติของสาร เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสมบัติ

ของสาร 2) อนุทินสะท้อนความคิดของครู 3) แบบบันทึกกิจกรรมนักเรียน 4) อนุทินของนักเรียน 5) แบบสัมภาษณ์นักเรียน 6) แบบฝึกหัดวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาความถี่ของจำนวนนักเรียน และร้อยละของนักเรียนที่ได้ในแต่ละระดับคะแนน และวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า

- 1) นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสมบัติของสารหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
- 2) แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ ครูใช้สื่อที่หลากหลายและใช้คำถามกระตุ้นให้แยกแยะความสำคัญตรวจสอบความสัมพันธ์และพิจารณาหลักการของข้อมูลนักเรียนสืบค้น โดยการทดลองและการสำรวจด้วยตนเองร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็น
- 3) ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การตั้งคำถามของครู การร่วมอภิปรายของนักเรียนและการสืบค้น โดยการทดลองและการสำรวจด้วยตนเองของนักเรียนอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียนไม่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ด้านหลักการไม่แสดงความคิดเห็นและไม่ร่วมอภิปราย

สุทธิชาติ เปรมกมล (2558) ศึกษาผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมุ่งศึกษาผลของการใช้การสืบสอบให้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยการเลือกแบบเจาะจงมีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนรู้ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และหลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล มีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ ANCOVA ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อารยา ควณันกุล (2558) ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุลด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต

“พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน 72 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) และสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) อีกหนึ่งครั้งโดยวิธีการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล (2559) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน โรงเรียนบ้านห้วยทราย อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งออกแบบโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องสารรอบตัว แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงขึ้นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัว ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ปฐมรัฐ กุหา (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสื่อสาร

ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หลังเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 33 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) มโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิริยา คำศรี (2560) ทำการศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแผนผังความคิดเรื่องทรัพยากรธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแผนผังความคิด 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแผนผังความคิด และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับแผนผังความคิด กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านหนองบัวส้ม อำเภอลำดัก จังหวัดสกลนคร จำนวน 24 คน มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และแบบประเมินความพึงพอใจ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ค่าที t-test ชนิด Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแผนผังความคิด มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.76/75.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแผนผังความคิด สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแผนผังความคิด สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแผนผังความคิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 อยู่ในระดับมากที่สุด

ศุรัสวัสดิ์ ปะกิระเค (2561) ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรัชญาการณของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองกุงโนนทัน จำนวน 20 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Custer Random) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐานใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีค่าเท่ากับ 76.5 และ 78.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปรีศนา อิ่มพรหม (2562) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มกับจำนวนร้อยละ 75 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งหมด 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนวัดวิจิตรรังสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน 12 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 4 แผน ที่มีคุณภาพในระดับความเหมาะสมมากที่สุด 2) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.95 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ ไค-สแควร์ และการทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายกำกับของวิลคอกสัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียน การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนร้อยละ 100 มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อทำการเปรียบเทียบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เยาวเรศ สังข์ทอง (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการสอนแบบจัดแจ้ง มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอน แบบจัดแจ้ง และเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอน แบบจัดแจ้งที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในสังกัดกรมการปกครอง ส่วนท้องถิ่น ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจาก วิธีการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นห้องที่ทำการสอนและจัดนักเรียน แบบคละความสามารรถ เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ บันทึกลับหลังสอน และอนุทินของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนา ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกด้าน สำหรับแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การเชื่อมโยงสิ่งที่พบในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่เคยได้ยินรวมถึงการอภิปรายร่วมกัน การให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองด้วยตนเอง และการลงมือปฏิบัติ

Wu and Hsieh (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 58 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในไต้หวัน แบ่งออกเป็น นักเรียนชาย จำนวน 29 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 29 คน อายุเฉลี่ย 12 ปี เนื้อหาที่ใช้สอนมี 6 หัวข้อ ใช้เวลาในการสอน 15 คาบ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การบันทึกวิดีโอ การบันทึกภาคสนาม ผลงานของนักเรียน แบบทดสอบ และแบบสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ SPSS 11.0 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การถอดความจากวิดีโอ และแบบสัมภาษณ์ แล้วใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 10.3; p < .01$) 2) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการ 3 ชั้น คือ ด้านบอกความสัมพันธ์/บอกสาเหตุของปรากฏการณ์ ด้านอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และด้านแสดงหลักฐานสนับสนุนการโต้แย้ง 3) นักเรียนต้องได้รับการกระตุ้นจากครู จึงจะกล้าแสดงออกหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น 4) นักเรียนขาดทักษะการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินหลักฐานที่นักเรียนคนอื่นนำเสนอเพื่อโต้แย้ง ครูที่จะใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะต้องมีวิธีการช่วยเหลือ (Scaffolding) นักเรียน เช่น การเป็นต้นแบบ การชี้แนะ และการใช้เทคโนโลยีในการสอน

Simsek and Kabapinar (2010) ได้ศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีต่อความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีต่อความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน จากโรงเรียนระดับประถมศึกษาในเมืองอิสตันบูล ประเทศตุรกี เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจ เป็นแบบปรนัย 27 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น 0.857 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 31 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น 0.81 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น 0.89 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 18.55, S.D. = 5.97$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 9.50, S.D. = 5.97$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -7.282; p < 0.05$) 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 17.00,$

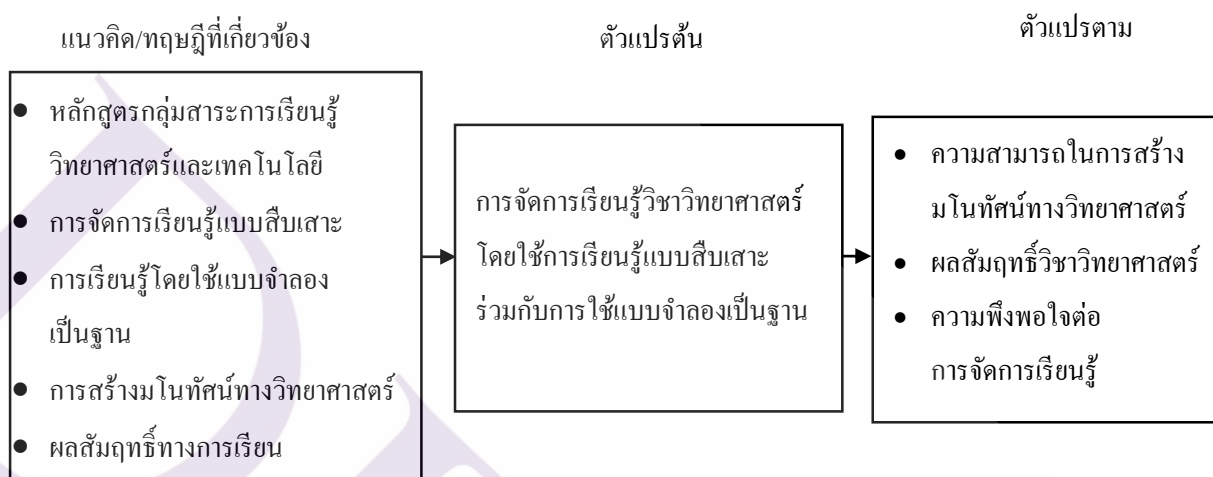
S.D. = 4.96) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 13.50$, S.D. = 3.48) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -2.742$; $p < 0.05$) 3) เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 0.435$; $p > 0.05$) แสดงว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะไม่ส่งผลต่อเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และการจัดการสอนเพียง 8 สัปดาห์อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเปลี่ยนเจตคติต่อการเรียน

Abdi (2014) ศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระดับประถมศึกษาในเมืองเคอร์มันชาห์ ประเทศอิหร่าน จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 0.75 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยมีผู้สอนคนเดียวกัน ใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะทำให้นักเรียนได้รับความรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนแบบปกติ การใช้งานจริง 5E ในการสอนวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมและควรควรนำวงจร 5E ไปประยุกต์ใช้กับการสอน เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่นำมาใช้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิผลทุกการวิจัย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบนั้นมีขั้นตอนและวิธีการศึกษาอย่างเป็นขั้นตอน และออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่ชัดเจน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ความสามารถในการพัฒนาของผู้เรียนดีขึ้น และผู้เรียนมีความพึงพอใจและมีเจตคติกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้การศึกษาค้นครั้งนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5. การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัด นนทบุรี จำนวน 7 โรงเรียน ได้แก่ 1) โรงเรียนเทพสิรินทร์ นนทบุรี 2) โรงเรียนปากเกร็ด 3) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี 4) โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี 5) โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี 6) โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม และ 7) โรงเรียนสตรีนนทบุรี นักเรียนทั้งหมด 4,133 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3, 2563)

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัด นนทบุรี

โรงเรียน	จำนวนห้อง (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)		
		ชาย	หญิง	รวม
เทพศิรินทร์ นนทบุรี	14	303	279	582
ปากเกร็ด	15	330	285	615
เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี	15	317	340	657
นวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี	12	217	305	522
สวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี	15	294	340	634
วัดเขมาภิรตาราม	16	421	198	619
สตรีนนทบุรี	13	-	504	504
รวม	100	1,882	2,251	4,133

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จังหวัด นนทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 มีจำนวนนักเรียน 47 คน ได้กลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) มีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

1. จับสลากเลือกโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัด นนทบุรี มา 1 โรงเรียน จากจำนวนทั้งหมด 7 โรงเรียน ได้โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี มีห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 634 คน

2. จับสลากเลือกห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี มาจำนวน 1 ห้อง สุ่มเลือกได้ห้อง 1/7 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 47 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 10 ข้อ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ ข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน

3.2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบจำนวน 30 ข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

3.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อาศัยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นเอกสารที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้สอนทราบถึงแนวทาง ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผลการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการใช้แบบจำลองเป็นฐาน และศึกษาเอกสารตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.3.1.2 คัดเลือกเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้อาศัยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมใช้เวลา 16 ชั่วโมง ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชิ้นงาน สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีสาระสำคัญแต่ละแผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องบรรยากาศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องเมฆ หมอก และน้ำค้าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องฝน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องลมและพายุ

3.3.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผนที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พร้อมแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นและให้บรรลุตามเป้าหมาย โดยวิธีประเมินเป็นแบบจัดอันดับแบบมาตราส่วน 5 ระดับ ได้แก่

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

ใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของผลประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2560 น. 75)

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.3.1.6 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผน เท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผน เท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผน เท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผน เท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความเหมาะสมในการนำไปใช้

3.3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและนำไปทดลองสอนกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 แผน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 48 คน พบว่า มีปัญหาในเรื่องของเวลาที่ใช้ไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยกำหนดรายการสื่อและเว็บไซต์ให้นักเรียนใช้ค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนค้นคว้าเองอย่างอิสระ

3.3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

3.3.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบพร้อมเขียนแสดงเหตุผล เพื่อให้ผู้สอนประเมินความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากคำตอบของนักเรียนตามสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.3.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

3.3.2.3 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบคำถาม วิธีการประเมิน และเกณฑ์การประเมิน

3.3.2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ ตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ เป็นแบบปรนัย 10 ข้อ และเกณฑ์การให้คะแนนประเมิน ดังนี้

3 คะแนน หมายถึง เข้าใจมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด

2 คะแนน หมายถึง เข้าใจมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนของที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์

1 คะแนน หมายถึง เข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนที่ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ความเข้าใจผิด นักเรียนเลือกคำตอบผิด และการให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

3.3.2.5 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา การประเมินความสอดคล้องใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

โดยแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

3.3.2.7 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความสอดคล้อง ผลที่ได้จากการประเมินความสอดคล้อง คือ 1.00 แสดงว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

3.3.2.8 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.3.2.9 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์

3.3.2.10 นำผลคะแนนไปหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์หาระดับความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) และทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficients)

3.3.2.11 วิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ ปรากฏผลดังนี้ ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.54 - 0.74 อำนาจจำแนกมีค่า 0.33 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93 แสดงว่าแบบวัดความสามารถฉบับนี้มีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

3.3.2.12 จัดทำแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบประเภทต่าง ๆ

3.3.3.2 วิเคราะห์เนื้อหา สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดโครงสร้างและขอบเขตของแบบทดสอบ แล้วนำผลการวิเคราะห์ไปสร้างตารางกำหนดรายละเอียดแบบทดสอบ (Table of Test Specification) ให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยโครงสร้างที่กำหนดมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนข้อคำถามของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่วัดระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (ด้านพุทธิพิสัย)				รวม จำนวนข้อ
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน					
1. บรรยากาศ	2	2	1	2	7
2. เมฆ หมอก และน้ำค้าง	1	3	2	2	8
3. ฝน	1	1	2	3	7
4. ลมและพายุ	2	2	1	3	8
รวม	6	8	6	10	30

3.3.3.3 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางกำหนดรายละเอียดแบบทดสอบ ตอบถูก ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดข้อละ 0 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 30 คะแนน

3.3.3.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.3.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา การประเมินความสอดคล้องใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

3.3.3.6 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลที่ได้จากการประเมินความสอดคล้อง คือ 1.00 แสดงว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

3.3.3.7 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงตามคำแนะนำ และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.3.3.8 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน จากนั้นทำการตรวจให้คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

3.3.3.9 นำผลคะแนนไปหาคุณภาพของแบบวัดผล โดยวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) และทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นหาความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้วิธีของ Kuder Richardson สูตรที่ 20 (KR-20)

3.3.3.10 วิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45-0.80 อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.46 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93 แสดงว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับนี้มีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

3.3.3.11 จัดทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นแบบสอบถามเพื่อให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3.3.4.2 กำหนดโครงสร้างของแบบสอบถาม ประเด็นที่จะสอบถาม และลักษณะการประเมิน

3.3.4.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วยประเด็นประเมิน 4 ประเด็น ได้แก่ ด้านผู้สอน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ลักษณะของรูปแบบการประเมินเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ของชานินทร์ ศิลป์จารุ (2560, น. 75)

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.3.4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

โดยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

3.3.4.6 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องผลที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แสดงว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

3.3.4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.3.4.8 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 48 คน จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficients) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.71 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูงสามารถนำไปใช้ได้

3.3.4.9 จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือ	ลักษณะ	การหาคุณภาพ	ผลที่ได้
1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน	แผนจำนวน 4 แผน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องบรรยากาศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องเมฆ หมอก และน้ำค้าง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องฝน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องลมและพายุ	ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสม ของแผนฯ	- ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนที่ 1 เท่ากับ 4.70 อยู่ ในระดับเหมาะสมมากที่สุด - ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนที่ 2 เท่ากับ 4.70 อยู่ ในระดับเหมาะสมมากที่สุด - ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนที่ 3 เท่ากับ 4.70 อยู่ ในระดับเหมาะสมมากที่สุด - ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนที่ 4 เท่ากับ 4.70 อยู่ ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

เครื่องมือ	ลักษณะ	การหาคุณภาพ	ผลที่ได้
2. แบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ พร้อมเขียนแสดงเหตุผล ประกอบคำตอบ - 3 คะแนน หมายถึง มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ - 2 คะแนน หมายถึง มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ มโนทัศน์ - 1 คะแนน หมายถึง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน - 0 คะแนน หมายถึง ความเข้าใจผิด	- ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงตามเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) - ความยากง่าย - อำนาจจำแนก - ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์อัลฟา)	- ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัด ๑ คือ 1.00 - ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.54-0.74 - อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33 ขึ้นไป - ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดได้ข้อละ 0 คะแนน	- ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงตามเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) - ความยากง่าย - อำนาจจำแนก - ค่าความเชื่อมั่น KR-20	- ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัด ผลสัมฤทธิ์ คือ 1.00 - ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45 - 0.80 - อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.46 ขึ้นไป - ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน	แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด	- ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงตามเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) - ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์อัลฟา)	- ดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 - ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ด้วยรูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) โดยมีแบบแผนทดลองดังนี้

	E	O ₁	X	O ₂
เมื่อ	E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง	
	O ₁	หมายถึง	การวัดผลด้านความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน	
	X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน	
	O ₂	หมายถึง	การวัดผลด้านความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน	

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานให้กลุ่มตัวอย่างทราบ
2. กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยตรวจและบันทึกคะแนนก่อนเรียน
3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาในการสอน 16 ชั่วโมง
4. หลังจากทำการสอนจนครบทั้ง 4 แผน กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยตรวจและบันทึกคะแนนหลังเรียน

5. กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

6. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปประมวลผลทางสถิติและวิเคราะห์ผลการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติ t-test แบบ One sample

3.5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติ t-test แบบ Dependent samples

3.5.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.6.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, น.221)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าความยาก (P) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556. น.97)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าดัชนีความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

3.6.1.3 ค่าอำนาจจำแนก (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนนักเรียนสอบผ่านที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนนักเรียนสอบไม่ผ่านที่ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านทั้งหมด
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งหมด

3.6.1.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้

3.6.1.5 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 125)

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

เมื่อ	α	แทน	ความเชื่อมั่นของเครื่องมือการวิจัย
	n	แทน	จำนวนข้อความ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3.6.2 สถิติพื้นฐาน

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น.124)

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

เมื่อ \bar{X}	แทน	ค่าตัวกลางเลขคณิต หรือค่าเฉลี่ย
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกตัว
N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น.126)

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

เมื่อ S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X	แทน	คะแนนของแต่ละคน
$\sum X$	แทน	ผลรวม
N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 สถิติ t – test แบบ One sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.3.2 สถิติ t – test แบบ Dependent samples (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 104)

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

เมื่อ	t	แทน	สถิติทดสอบที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต จากการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน



บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแสดงผลการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบ t
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน
กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานกับ
เกณฑ์ร้อยละ 70

ความสามารถใน การสร้างมโนทัศน์	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ ร้อยละ 70	\bar{X}	S.D.	t	p
หลังเรียน	47	30	21	24.49	2.63	9.102*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีค่าเท่ากับ 24.49 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.63 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21 คะแนน พบว่าความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผลสัมฤทธิ์	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	47	30	14.87	1.83	46	23.577*	.000
หลังเรียน	47	30	23.21	2.19			

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานเท่ากับ 14.87 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.83 และหลังเรียนเท่ากับ 23.21 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.19 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน (n = 47)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านผู้สอน	4.51	0.48	มากที่สุด
1. วิธีการสอนของครูช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย	4.49	0.72	มาก
2. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและเรียนรู้ร่วมกัน	4.53	0.75	มากที่สุด
3. ครูให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาในขณะทำกิจกรรม	4.51	0.72	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.43	0.40	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้ น่าสนใจและสร้างความกระตือรือร้นให้นักเรียน	4.32	0.66	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน	4.57	0.65	มากที่สุด
6. นักเรียนมีโอกาสค้นคว้าข้อมูล แสดงความคิดเห็น และฝึกทักษะการแก้ปัญหา	4.53	0.65	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดและการตัดสินใจ	4.45	0.62	มาก
8. นักเรียนได้สร้างความเข้าใจในสาระที่เรียนจากการแสดงผลงานแบบจำลอง	4.26	0.77	มาก

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านการวัดและประเมินผล	4.28	0.39	มาก
9. วิธีการวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน	3.81	0.61	มาก
10. การวัดและประเมินผลมีความยุติธรรมและชัดเจน	4.74	0.44	มากที่สุด
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.57	0.44	มากที่สุด
11. การเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.47	0.72	มาก
12. การเรียนรู้ช่วยสร้างกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ	4.68	0.47	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยทุกรายการ	4.45	0.43	มาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานในภาพรวมเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายด้าน เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่าด้านประโยชน์ที่ได้รับมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.57, S.D. = 0.44$) ลำดับต่อมาคือด้านผู้สอน ($\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.48$) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.43, S.D. = 0.40$) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.28, S.D. = 0.39$)

รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 3 ลำดับแรกได้แก่ข้อ 10 การวัดและประเมินผลมีความยุติธรรมและชัดเจน ($\bar{X} = 4.74, S.D. = 0.44$) ข้อ 12 การเรียนรู้ช่วยสร้างกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ($\bar{X} = 4.68, S.D. = 0.47$) และข้อ 5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน ($\bar{X} = 4.57, S.D. = 0.65$) ในขณะที่รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ข้อ 9 วิธีการวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน ($\bar{X} = 3.81, S.D. = 0.61$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิธีการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัด นนทบุรี จำนวน 7 โรงเรียน ได้แก่ 1) โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี จำนวน 582 คน 2) โรงเรียนปากเกร็ด จำนวน 615 คน 3) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี จำนวน 657 คน 4) โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี จำนวน 522 คน 5) โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 634 คน 6) โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จำนวน 619 คน และ 7) โรงเรียนสตรีนนทบุรี จำนวน 504 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด เท่ากับ 4,133 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3, 2563)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 มีจำนวนนักเรียน 47 คน ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง

2. แบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 10 ข้อ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ ข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบจำนวน 30 ข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

4. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรีมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 47 คน โดยดำเนินการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนและประเมินกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง
3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามขั้นที่ระบุในแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน
5. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test แบบ One sample
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent samples
3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

5.1.1 ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่าด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.57, S.D. = 0.44$) ลำดับต่อมาคือ ด้านผู้สอน ($\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.48$) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.43, S.D. = 0.40$) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.28, S.D. = 0.39$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยและมีประเด็นการอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้ ปัจจัยอาจเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานในการการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจากคำถามและสถานการณ์ที่นำเข้าสู่บทเรียน ได้มีการสืบค้นข้อมูล มีการวางแผน สร้างแบบจำลองได้ตามความสนใจและความถนัดของตนเอง อีกทั้งยังถือเป็นการฝึกทักษะการค้นคว้า ฝึกการสร้างมโนทัศน์

ของเนื้อหาที่ได้รับ และได้ฝึกการทำงานร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม เกิดการระดมสมอง ความคิด และวางแผนเพื่อค้นหาหาข้อมูล แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มผ่านกระบวนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และชี้แนะแนวทางที่เหมาะสม ให้แก่นักเรียน จนนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และเก็บประสบการณ์ด้วยตนเองได้ ดังที่ วิทยา คำศรี (2560) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียน ได้ศึกษาหรือค้นพบความรู้ การวางแผนในการสืบค้นข้อมูล การสร้างความรู้ใหม่ สร้างสิ่งประดิษฐ์ ใหม่จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูล อธิบายและแปลผลข้อมูลด้วยกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และผ่านการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยมีครูเป็นผู้แนะแนวทางการเรียนรู้ ในทางการคิดแก้ปัญหา ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอลำถามเกี่ยวกับการเกิดขึ้น ของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน กระตุ้นความสงสัย

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อค้นหาข้อมูล ระดมความคิด วิเคราะห์ และสรุปความรู้เกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือประเด็น ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นร่วมกันสร้างแบบจำลอง 2 มิติ หรือ 3 มิติ เพื่อใช้ในการสรุปปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง และสิ่งเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงความเข้าใจหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยการอธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รับฟังข้อเสนอแนะและคำอภิปราย จากแบบจำลองกลุ่มอื่น เพื่อหาข้อสรุปหรือสรุปความรู้ร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอลำถามเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกัน อภิปรายและตอบคำถามเพื่อให้ได้ความรู้และมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง โดยการสรุป ความรู้ วิเคราะห์แบบจำลองที่กลุ่มตนเองและเพื่อนสร้างขึ้นมา เพื่อสามารถนำไปอธิบาย หรือหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนเกิดความสนใจจากคำถามที่ครู ได้กระตุ้นให้เกิดความสนใจ รวมทั้งผู้เรียนได้เกิดการสร้างทักษะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนได้คิด วางแผน และลงมือค้นหาคำตอบได้อย่างต่อเนื่อง พร้อมกับ สร้างองค์ความรู้ให้เกิดขึ้นด้วยตนเอง ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผน อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อออกแบบและกำหนดแนวทางในการสร้างมโนทัศน์ โดยแต่ละขั้นตอน

ในการค้นหาคำตอบ ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมและแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ที่ได้ค้นคว้าร่วมกันในกลุ่ม นอกจากนี้ องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวางแผนและลงมือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ในบทเรียนได้อย่างแท้จริง เนื่องจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจและประมวลความรู้ในแบบองค์รวม ซึ่งสอดคล้องกับ ภูมิฤทัย วิทย์วิจิน (2556) ที่ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำแนก แยกประเภท สรุปรูป หรือจัดหมวดหมู่สิ่งที่มีลักษณะเหมือนกันได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และ อรพรรณ เลื่อนแป้น (2555) ได้กล่าวว่ามโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน เพราะเป็นรากฐานของความคิด ช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้สอนได้พัฒนาทักษะในการสอน และผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่หลากหลายและซับซ้อนขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับชาตรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้กล่าวว่า แบบจำลองถือเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งแบบจำลอง คือ ตัวแทนวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง โดยแบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมไปถึงนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและช่วยทำให้มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเน้นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นจริงที่จะนำไปสู่การสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ เน้นการแสดงออกและอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองเพื่อให้เกิดการทดสอบและประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานถือเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

จากการพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า มีนักเรียนที่ทำคะแนนได้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้ติดตามสำรวจพฤติกรรมในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น พบว่า นักเรียนค่อนข้างที่จะสนใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะใหม่ ซึ่งแตกต่างจากปกติที่อาจเน้นการบรรยายเป็นหลัก ทำให้มีความสนใจ เกิดความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ รวมถึงการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ส่งผลให้นักเรียนนั้นเกิดกระบวนการสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง และเป็นระบบ จึงส่งผลให้นักเรียนทำคะแนนได้ดีในการสอบหลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฐมรัฐ กุหา (2560) ที่ทำการศึกษารื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา ควณิกกุล (2558) ที่ทำการศึกษารื่องผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 แสดงว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเรียนรู้ดังกล่าว ถือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ใช้แหล่งเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม สามารถแก้ไขปัญหา และหาคำตอบได้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกับการเรียนรู้อย่างเต็มที่ในทุกขั้นตอน มีความกล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออกทุกกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนยังไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ นอกจากความรู้พื้นฐานบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเท่านั้น ดังนั้นหลังจากผู้เรียนได้มีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ในการเรียนการสอนที่นอกเหนือจากการฟังครูสอนบรรยายอย่างเดียว ผู้วิจัยพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ตั้งแต่ขั้นที่ 1 ขึ้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยเน้นการถามจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ใกล้ตัว

ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากนั้นผู้เรียนศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติด้วยตนเองในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ซึ่งเป็นการเน้นกระบวนการกลุ่ม ได้สืบค้นข้อมูลและหาคำตอบ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลซึ่งกันและกัน ออกแบบและสร้างแบบจำลองจากการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังต้องมีการนำเสนอแบบจำลองของกลุ่มตนเองให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนฟัง ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งหมดที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยพยายามสร้างประสบการณ์การเรียนรู้และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ให้ผู้เรียนรู้จักคิด ศึกษา ค้นคว้า รู้จักวางแผนร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนสามารถตอบคำถามของผู้สอนได้ เกิดปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและผู้สอน จึงส่งผลดีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสามารถทำแบบทดสอบในเนื้อหาที่กำหนดนี้ได้

จากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า มีนักเรียนจำนวน 8 คนที่ทำคะแนนได้สูงจากการสอบก่อนเรียนและสามารถทำคะแนนได้สูงขึ้นอีกจากการสอบหลังเรียน และมีนักเรียนจำนวน 23 คนที่ทำคะแนนได้ต่ำจากการสอบก่อนเรียน แต่สามารถทำคะแนนได้สูงมากขึ้นจากการสอบหลังเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยพบจากการสำรวจพฤติกรรมการเรียนว่า นักเรียนทุกคนนอกจากมีความตั้งใจในการเรียนเป็นอย่างดีแล้ว ยังให้ความสนใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย ส่งผลให้นักเรียนทำคะแนนการสอบหลังเรียนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณภา วังคะฮาด (2559) ที่ทำการศึกษารื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นต่อแบบจำลองทางความคิดเรื่องยีนและโครโมโซมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 32.37 ± 4.17 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 14.13 ± 7.67 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ali Abdi (2014) ที่ทำการศึกษารื่องผลของการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 อยู่ในระดับมาก

ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของนักเรียนรายด้าน เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ด้านประโยชน์ที่ได้รับมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.44) อยู่ในระดับมากที่สุด ตามด้วยด้านผู้สอน ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.48) อยู่ในระดับมาก ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.40) อยู่ในระดับมาก และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.39) อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ เนื่องจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้มุ่งเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานและเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยในการจัดการเรียนรู้ทุกคาบเรียน ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลภายในกลุ่ม และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการนำเสนอเกี่ยวกับเนื้อหาผ่านแบบจำลองในบทเรียนนั้น ๆ และมีการตอบคำถามในชั้นเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจ เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สอดแทรกในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการระดมสมอง เนื่องจากแต่ละกลุ่มได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น โดยครูจะคอยป้อนคำถามเพื่อให้ผู้เรียนเสนอความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ ซึ่งการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกิจกรรมในลักษณะใหม่นอกเหนือจากการเรียนการสอนแบบเดิมที่เป็นลักษณะบรรยาย จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างดี สอดคล้องกับแนวคิดของ รวีวรรณ เมืองรามัญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2556) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ว่า เนื่องจากผู้เรียนได้เกิดการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากการสื่อสารการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น ทั้งด้านการพูดนำเสนอ การเขียนบรรยาย การเขียนแผนผังความคิด การสื่อสารความคิดของตนเองออกมาในลักษณะรูปแบบจำลอง ช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความคิดของตนเอง มองความคิดอย่างเป็นระบบ โดยผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงความคิดของตนเองได้หลากหลายลักษณะ ได้แก่ การพูดสิ่งที่ตนเองรู้ การเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในลักษณะบรรยายหรือแผนผังทางความคิด การวาดภาพ และการสร้างแบบจำลอง ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการสื่อสารแบบจำลองที่สร้างให้ผู้อื่นทราบ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นจากการพูดและการเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าในลักษณะบรรยายหรือผังทางความคิด การวาดภาพ และการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่ไม่ได้เน้นแต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวแต่ต้องใช้การสื่อสารแบบจำลองที่สร้างขึ้นให้เพื่อน

ร่วมชั้นฟังด้วย ไม่ให้นำเบื่อ และตัวผู้เรียนเองได้มีส่วนร่วมมากขึ้น อีกทั้งผู้เรียนเมื่อได้ทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันตอบ ทำให้ลดความเขินอายหรือลดความกลัวในการแสดงความคิดเห็น ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้นี้ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ ปรีสนา อิมพรหม (2562) ที่ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุและผล ลงมือปฏิบัติในการเสาะแสวงหาความรู้ และค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ผู้เรียนจึงเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรธรรณา วังคะฮาด (2559) ที่ทำการศึกษารื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ต่อแบบจำลองทางความคิดเรื่องยีนและโครโมโซมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 32.37 ± 4.17 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 14.13 ± 7.67 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ในระดับมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้หรือในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการนำแผนการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้ ผู้สอนควรศึกษาการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้เข้าใจ เพื่อจะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิผล โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลองซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย

5.3.1.2 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม โดยการจัดสภาพแวดล้อม เตรียมสื่อ การใช้คำถาม การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และไม่ควรปิดกั้นหรือกำหนดรูปแบบของแบบจำลอง เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

5.3.1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้สอนควรแนะนำและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนให้เข้าใจ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกัน การค้นคว้าหาข้อมูล และการอธิบายคำตอบร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ของตนเองได้ง่าย ทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น และทันตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้

5.3.1.4 ควรวางแผนเพื่อเวลาในการทำกิจกรรมให้มากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และออกแบบแบบจำลอง รวมถึงวิเคราะห์บทเรียนนั้น ๆ ก่อนที่จะสร้างแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นสมบูรณ์ที่สุด

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในวิชาวิทยาศาสตร์กับหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ หรือกับผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5.3.2.2 ควรศึกษาผลการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับตัวแปรอื่นเพิ่มเติม เช่น เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างสรรค์แบบจำลอง และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กมลวรรณ ก้นขาประสิทธิ์. (2558). 5 คุณลักษณะสำคัญ ของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry). [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). ชุดฝึกอบรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. ชุมชนุสสทศรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). หลักเกณฑ์และวิธีการปรับใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ. ม.ป.ท.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. ชุมชนุสสทศรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2563, จาก <http://scimath.org/e-books/8923/flippingbook/index.html#2>
- โกเมศ นาแจ้ง. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถ ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมนทัศน์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบ ของการเคลื่อนที่ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรรยา โท๊ะนาบุตร. (2560). รูปแบบการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในศตวรรษที่ 21. [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. (2554). การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา, และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 29(3), 86-99.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. ไทยเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

ชนัญชัย สิงห์มาตย์. (2555). *การคิดเชิงมโนทัศน์*. สืบค้น 5 มิถุนายน 2564, จาก

<https://www.gotoknow.org/posts/500907>.

ชานินทร์ ศิลป์จารุ. (2560). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS* (พิมพ์ครั้งที่ 17). บิสซิเนสอาร์แอนด์ดี.

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2557). *การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ การคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี พื้นฐานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 5). สุวีริยาสาส์น.

ปฐมรัฐ ภูเขา. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปรัชญา นวนแก้ว. (2560). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2563, จาก

<http://www.pratya.nuankaew.com/wp-content/uploads/2017/01/Academic-Achievement-20160109.pdf>

ปริศนา อิมพรหม. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ปาณิสรา ไม่รอด. (2557). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฝนทิพย์ ชนชัยสิทธิกุล. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรเทพ จันทราอุกฤษณ์. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พรทิพา สวบลอยฟ้า. (2558). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสมบัติของสาร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). เจริญผล.
- พัชรี โพชนา. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พัสดกร ฤทธิ์ฤดี. (2561). การพัฒนาสื่อการสอนบนแท็บเล็ตสำหรับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ภรติพย์ สุกัทรชัชวงศ์. (2556). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภูมิฤทัย วิทวิจิณ. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580. (2561, 8, ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 135 ตอนที่ 82, 30-37.
- เยาวเรศ สังข์ทอง. (2562). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนแบบชัดเจน. วารสารศึกษาศาสตร์, 30(3), 86-95.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สุวีริยาสาส์น.
- ละมัย โชคชัย. (2557). การพัฒนาแนวคิดเรื่องเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- รวีวรรณ เมืองรามัญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2556). การส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของเราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 4(1), 38-45.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.
- วรรณภา วังคะฮาด. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ต่อแบบจำลองทางความคิด เรื่องยีน และโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- วัฒนา แผ่นผา. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการสร้างมโนทัศน์เรื่องพืชสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- วาสน์ระรวย อินทรสงเคราะห์. (2553). ความพึงพอใจของนักศึกษาวิทยาลัยราชพฤกษ์ศูนย์การศึกษา นอกที่ตั้งวิทยาลัยเทคโนโลยีภูเก็ตที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน (รายงานผลการวิจัย). วิทยาลัยราชพฤกษ์ ศูนย์ศึกษานอกที่ตั้ง วิทยาลัยเทคโนโลยีภูเก็ต.
- วิษชุดา คัมภีร์เวช. (2556). ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มี ต่อการจัดการสถานศึกษาของ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- วิทยา อินโท. (2559). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ. [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม.
- วิริยา คำศรี. (2560). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563. สืบค้น 1 พฤษภาคม 2564, จาก <http://www.niets.or.th>
- สมชาย บุญสุน. (2554). ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก ภัททิยชนิ. (2551). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6). ประสานการพิมพ์.

- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3. (2563). ข้อมูลสารสนเทศ ปีการศึกษา 2563. สืบค้น 12 ธันวาคม 2563, จาก <http://www.secondary3.go.th>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะสาขาวิชาชีพ. สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2563, จาก <https://econdary11.go.th/2016/th/download/files/guidance10.pdf>
- สุทธิชาติ เปรมกมล. (2558). ผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรัสวดี ปะภิระเก. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เสกสิทธิ์ ทองมาก. (2560). การวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บริการศูนย์ยื่นวีซ่า ประเทศอิตาลี ด้วยตัวแบบคุณภาพการบริการ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- อรพรรณ เลื่อนแป้น. (2555). การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “ลำดับและอนุกรม” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรวรรณ ธนุสร. (2559). ความพึงพอใจของนิสิตต่อการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- อารยา ควัฒน์กุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์, 26(2), 42-55.
- อุดม ยอดจันทร์. (2558). ความพึงพอใจ (Satisfaction). สืบค้น 26 พฤศจิกายน 2563, จาก <http://km.narathiwat1.go.th/?name=research&file=readresearch&id=55>

ภาษาต่างประเทศ

Abdi, A. (2014). The effect of inquiry-based learning method on students' academic achievement in science course. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 37-41.

Bloom, Benjamin S. (1976). *Human characteristics and school learning*. McGraw-Hill Book Company.

De Cecco, J. P. (1976). *The psychology of learning and instruction: educational psychology* englewook: Pentice – Hall.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of education*. 3rd.ed. McGraw-Hill Book Company Inc.

Shelli, D.F. (1995). Tackling family member compensation. *American Printer*, 215, 2.

Simsek, P. & Kabapinar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2(2010), 1190-1194.

Wu, H. & Hsieh, C. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รองศาสตราจารย์ ดร. ไสว พิกขาว

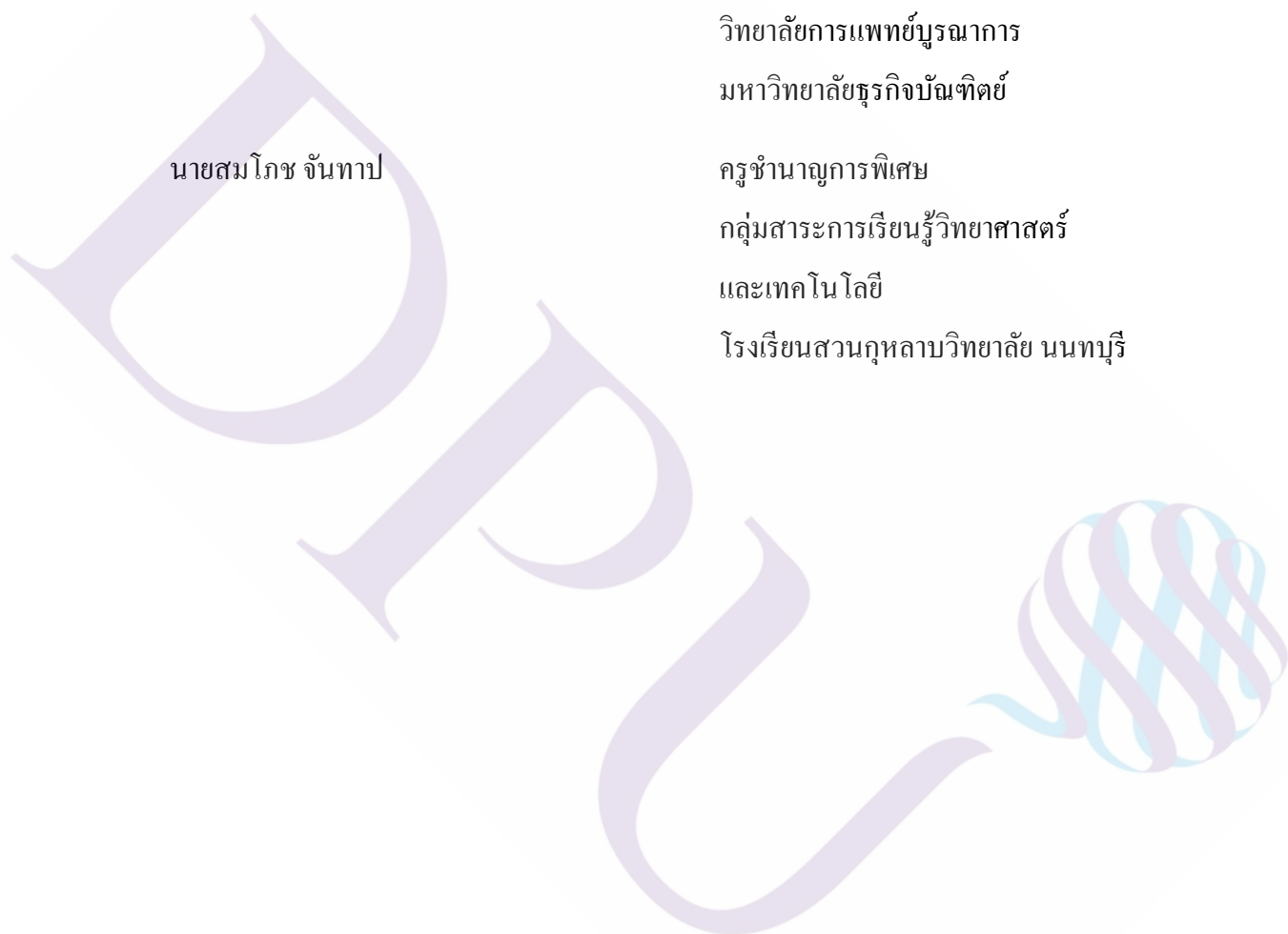
อาจารย์ประจำวิทยาลัยครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อาจารย์ ดร. รมย์มาศ จันทร์ขาว

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

นายสม โภช จันทาป

ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แผนการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง บรรยากาศ

เวลา 4 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวพิมพ์ผกา วิเศษสา

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศ และเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น

2. สาระสำคัญ

บรรยากาศ หมายถึง อากาศที่ห่อหุ้มโลกจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป 1,000 กิโลเมตร บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต คือ ช่วยปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต ป้องกันอันตรายจากรังสีและอนุภาคต่างๆ จากภายนอกโลก ชั้นบรรยากาศแบ่งตามอุณหภูมิและความสูงจากพื้นโลกออกเป็น 5 ชั้น คือ โทรโพสเฟียร์ สตราโทสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ เทอร์โมสเฟียร์ และชั้นเอกโซสเฟียร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนอธิบายและจำแนกการแบ่งชั้นบรรยากาศได้ (K)

3.2 นักเรียนออกแบบและสร้างแบบจำลองแสดงชั้นบรรยากาศของโลกได้ (P)

3.3 นักเรียนให้ความร่วมมือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น และมีความพยายามในการแสวงหาคำตอบ (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความสำคัญและองค์ประกอบของบรรยากาศ

บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลกเราอยู่โดยรอบ โดยมีขอบเขตนับจากน้ำทะเลขึ้นไปประมาณ 1,000 กิโลเมตร ที่บริเวณใกล้พื้นดินอากาศจะมีความหนาแน่นมาก และความหนาแน่นของอากาศจะลดลงเมื่ออยู่สูงขึ้นไปจากระดับพื้นดิน บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต คือ ช่วยปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต ป้องกันอันตรายจากรังสีและอนุภาคต่างๆ จากภายนอกโลก อากาศมีแก๊สต่าง ๆ ประกอบอยู่ ได้แก่ แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน แก๊สอาร์กอน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ เช่น ฝุ่นละออง ควันทันไฟ ไออน้ำ และแก๊สชนิดอื่น ๆ

4.2 การแบ่งชั้นบรรยากาศ

นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงแบ่งบรรยากาศได้เป็น 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นโทรโพสเฟียร์ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์

บรรยากาศแต่ละชั้นมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน โดยชั้นโทรโพสเฟียร์มีปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ชั้นสตราโตสเฟียร์ช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตดวงอาทิตย์ไม่ให้มายังโลกมากเกินไป ชั้นมีโซสเฟียร์ช่วยชะลอวัตถุจากโลกที่ผ่านเข้ามาให้เกิดการเผาไหม้กลายเป็นวัตถุขนาดเล็ก ลดโอกาสที่จะทำความเสียหายแก่สิ่งมีชีวิตบนโลก ชั้นเทอร์โมสเฟียร์สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุ และชั้นเอกโซสเฟียร์เหมาะสำหรับการโคจรของดาวเทียมรอบโลกในระดับต่ำ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 6.1 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 6.2 ทักษะการสื่อสาร
- 6.3 ทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม
- 6.4 ทักษะการคิดสร้างสรรค์และการแสวงหาคำตอบ

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 7.1 ใฝ่เรียนรู้
- 7.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

8.1 แบบจำลองการแบ่งชั้นบรรยากาศ

8.2 ใบงาน เรื่อง บรรยากาศ

9. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (20 นาที)

1.1 ครูเริ่มสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าสิ่งใดที่ทำให้ร่างกายของเราสดชื่นและสามารถมีชีวิตอยู่ได้
(แนวคำตอบ: น้ำ อากาศ)

- นักเรียนคิดว่าในอากาศมีอะไรประกอบอยู่บ้าง (แนวคำตอบ: แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน แก๊สอาร์กอน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ เช่น ฝุ่นละออง ควันท่อ ไอน้ำ และแก๊สชนิดอื่นๆ)

- บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกของเรายิ่งสูงขึ้นไป มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ: แตกต่างกันตามระดับความสูง โดยมีไอน้ำ หมอก ฝน พายุ และแก๊สต่าง ๆ ที่มีปริมาณแตกต่างกัน)

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกของเราแบ่งออกเป็นกี่ชั้น อะไรบ้าง (แนวคำตอบ: มี 5 ชั้น คือ ชั้นโทรโพสเฟียร์ ชั้นสตราโทสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และชั้นเอกโซสเฟียร์)

- นักเรียนคิดว่ามีวิธีใดบ้างที่เราสามารถอธิบายชั้นบรรยากาศให้เข้าใจง่ายและเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้นได้ (แนวคำตอบ: แบบจำลอง 3 มิติ แผนภาพ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (40 นาที)

2.1 ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน รวมเป็น 10 กลุ่ม โดยการให้นักเรียนจับฉลากแบ่งกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มว่าต้องทำหน้าที่อย่างไรบ้างในการดำเนินการด้วยกระบวนการทำงานกลุ่ม

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเรื่อง บรรยากาศ โดยสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบ ลักษณะและประโยชน์ของชั้นบรรยากาศ และการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง จากหนังสือเรียน เอกสารความรู้ และแหล่งการเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาแบบจำลองที่สนใจ และเหมาะสมต่อการอธิบายเรื่อง บรรยากาศ และศึกษาวิธีการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นสื่อในการนำเสนอเรื่อง บรรยากาศ

โดยลักษณะของแบบจำลองจะต้องมีองค์ประกอบการแบ่งชั้นบรรยากาศชัดเจน มีประโยชน์ให้เข้าใจง่าย มีความคิดสร้างสรรค์และสีสันสวยงาม

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งเรื่อง บรรยากาศ และการสร้างแบบจำลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มารวบรวม สรุปความรู้ และออกแบบแบบจำลอง โดยเป็นแบบจำลองแบบโมเดลสามมิติ

2.5 สมาชิกในแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นสื่อในการนำเสนอเรื่อง บรรยากาศ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (1 ชั่วโมง)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลอง เรื่อง บรรยากาศ โดยครูกำหนดเวลาในการนำเสนอ พร้อมตอบคำถาม กลุ่มละ 5 นาที การนำเสนอจะต้องประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ
- ลักษณะของชั้นบรรยากาศ
- ประโยชน์ของชั้นบรรยากาศ
- การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง

3.2 เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอแล้วให้ตั้งคำถามเพื่อถามเพื่อนในชั้นเรียน 2 ข้อ เพื่อเป็นการทำให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนสนใจและตั้งใจฟังการนำเสนอ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

4.1 หลังจากนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนร่วมกันตอบคำถามลงในใบงาน เรื่องบรรยากาศ ดังนี้

- เมื่อใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูงแล้วสามารถแบ่งชั้นบรรยากาศเป็นอะไรบ้าง (คำตอบ: การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูง สามารถแบ่งชั้นบรรยากาศได้ ดังนี้ โทรโปสเฟียร์ สตราโตสเฟียร์ มีโซสเฟียร์ เทอร์โมสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์)

- บรรยากาศชั้นใดมีแก๊สโอโซนอยู่หนาแน่น (คำตอบ: บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ (stratosphere))

- บรรยากาศชั้นใดสามารถสะท้อนคลื่นวิทยุได้ (คำตอบ: บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ (thermosphere))

- บรรยากาศชั้นใดที่มีไอน้ำจำนวนมาก (คำตอบ: บรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ (troposphere))

- บรรยากาศชั้นใดเป็นชั้นที่ห่อหุ้มโลก (คำตอบ: บรรยากาศชั้นเอกโซสเฟียร์ (exosphere))

- ลักษณะของบรรยากาศแต่ละชั้นเหมือนหรือแตกต่างกัน (คำตอบ: แตกต่างกัน)

- แก๊สไอโซนในชั้นบรรยากาศมีประโยชน์อย่างไร (แนวคำตอบ: ดูคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต)

- การกระทำหรือเหตุการณ์ใดบ้างที่เป็นการลดแก๊สไอโซนในบรรยากาศ (แนวคำตอบ: การใช้สารในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น ตู้เย็น โฟม ผลิตภัณฑ์ ออกไซด์ของไนโตรเจนจากท่อไอเสียรถยนต์ เครื่องบินโดยสาร ซึ่งจะไปทำลายแก๊สไอโซน ทำให้มีจำนวนลดลง)

- แบบจำลองเรื่อง บรรยากาศ มีประโยชน์อย่างไร (แนวคำตอบ: ทำให้เข้าใจองค์ความรู้ได้ง่ายขึ้น มองเห็นชั้นบรรยากาศได้เป็นรูปธรรมมากขึ้น)

4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ดังนี้

- บรรยากาศ คือ อากาศที่ห่อหุ้มโลกเราอยู่โดยรอบ โดยมีขอบเขตนับจากระดับน้ำทะเลขึ้นไปประมาณ 1,000 กิโลเมตร ที่ใกล้พื้นดินจะมีความหนาแน่นของอากาศมากและจะลดลงเมื่ออยู่สูงขึ้นจากพื้นดิน บรรยากาศแบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

- ชั้นโทรโพสเฟียร์ อยู่สูงจากพื้นดิน 15 กิโลเมตร อุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น เป็นชั้นที่สำคัญมากเพราะเป็นบริเวณที่มีไอน้ำ เมฆ หมอก และพายุ ทั้งยังเป็นชั้นที่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

- ชั้นสตราโทสเฟียร์ สูงจากพื้นดินตั้งแต่ 15-50 กิโลเมตร ใช้ในการคมนาคมทางอากาศ ช่วยดูคลื่นรังสียูวี เครื่องบินจะบินอยู่ในชั้นนี้ มีอากาศเบาบาง เมฆน้อยมาก เนื่องจากปริมาณไอน้ำน้อย อากาศไม่แปรปรวน มีแก๊สไอโซนมาก

- ชั้นมีโซสเฟียร์ สูงจากพื้นดิน 50-80 กิโลเมตร อุณหภูมิของอากาศจะลดลงอย่างรวดเร็ว เริ่มพบการลุกไหม้ของวัตถุนอกโลก/อุกกาบาต

- ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ สูงจากพื้นดิน 80-500 กิโลเมตร แก๊สต่าง ๆ อยู่ในรูปไอออน สะท้อนคลื่นวิทยุได้

- ชั้นเอกโซสเฟียร์ เริ่มตั้งแต่ 500 กิโลเมตรจากผิวโลก บรรยากาศชั้นนี้เจือจางมาก ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรเจนและฮีเลียม ไม่มีรอยต่อที่ชัดเจนระหว่างบรรยากาศกับอวกาศ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (1 ชั่วโมง)

5.1 นักเรียนประเมินตนเอง โดยเขียนแสดงความรู้สึกหลังการเรียนรู้ ในประเด็นต่อไปนี้

- สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในวันนี้คืออะไร
- นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมในกลุ่มมากน้อยเพียงใด
- แบบจำลองของนักเรียนมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างไร
- นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้นี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างไร

5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบท 10 ข้อ 20 นาที

5.3 ครูประเมินแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างและให้ข้อเสนอแนะ

9. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

9.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

9.2 แหล่งการเรียนรู้ ได้แก่

<http://www.lesa.biz/earth/atmosphere>

<https://www.scimath.org/article-earthscience/item/11337-2020-03-06-07-53-54>

9.3 ใบความรู้เรื่อง บรรยากาศ

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
อธิบายและจำแนกการแบ่งชั้นบรรยากาศ	ประเมินจากแบบทดสอบท้ายบท	แบบทดสอบท้ายบท 10 ข้อ	คะแนนไม่ต่ำกว่า 6 คะแนน
ออกแบบและสร้างแบบจำลองแสดงชั้นบรรยากาศของโลก	ประเมินชิ้นงานแบบจำลองชั้นบรรยากาศ	แบบประเมินชิ้นงาน (Rubric)	คะแนนกลุ่มไม่ต่ำกว่า 3 คะแนน
ให้ความร่วมมือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น และมีความพยายามในการแสวงหาคำตอบ	- สังเกตพฤติกรรมกรเรียนรู้เป็นรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมกรทำงานเป็นรายกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมกรเรียนรู้ - แบบสังเกตพฤติกรรมกรทำงานกลุ่ม	- คะแนนรายบุคคลไม่ต่ำกว่า 14 คะแนน - คะแนนกลุ่มไม่ต่ำกว่า 14 คะแนน

11. บันทึกหลังการสอน

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

ปัญหา/อุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ _____ (ผู้บันทึก)

(_____)

_____/_____/_____

แบบประเมินชิ้นงาน
(ใช้สำหรับประเมินชิ้นงานแบบจำลอง)

การให้คะแนน/ระดับคะแนน				
ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
แบบจำลองมีความถูกต้องชัดเจนครบถ้วนสมบูรณ์ตามจุดประสงค์ของกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบ สวยงาม สอดคล้องกับข้อมูลชัดเจน	แบบจำลองมีความถูกต้องพอสมควรตามจุดประสงค์ของกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบ สวยงาม สอดคล้องกับข้อมูลชัดเจน	แบบจำลองมีความถูกต้องพอสมควรตามจุดประสงค์ของกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบ สวยงาม สอดคล้องกับข้อมูลพอสมควร	แบบจำลองมีข้อมูลแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามจุดประสงค์ของกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบ แต่ขาดความสอดคล้องกับข้อมูล	แบบจำลองมีข้อมูลไม่ถูกต้องตามจุดประสงค์ของกิจกรรม ขาดความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีภาพประกอบ

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
(ใช้สำหรับประเมินพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล)

คำชี้แจง : ให้ ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด
✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล ของผู้รับการ ประเมิน	ความตั้งใจ ในการทำงาน				ความ รับผิดชอบ				การตรง ต่อเวลา				ความ สะอาด เรียบร้อย				ผลสำเร็จ ของงาน				รวม 20 คะแนน	
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18 - 20	ดีมาก
14 - 17	ดี
10 - 13	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
(ใช้สำหรับประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นรายกลุ่ม)

กลุ่มที่

สมาชิกกลุ่ม 1. 2.
3. 4.

คำชี้แจง : ให้ ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด
✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การแบ่งหน้าที่กันอย่างเหมาะสม				
2	ความร่วมมือกันทำงาน				
3	การแสดงความคิดเห็น				
4	การรับฟังความคิดเห็น				
5	ความมีน้ำใจช่วยเหลือกัน				
	รวม				

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน
..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18 - 20	ดีมาก
14 - 17	ดี
10 - 13	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง



ใบความรู้ เรื่องบรรยากาศ

บรรยากาศ

อากาศ (air) ที่ห่อหุ้มโลกอยู่ทั้งหมด เรียกว่า **บรรยากาศ** ส่วนอากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่เฉพาะส่วนเรียกว่า **อากาศ** อากาศเป็นสิ่งที่อยู่ในสถานะที่เป็นแก๊ส มีส่วนประกอบต่างๆ ในอัตราส่วนที่ต่างกันไป

1. **ไนโตรเจน (nitrogen)** เป็นส่วนประกอบอยู่ในอากาศประมาณร้อยละ 78 โดยปริมาตร ไนโตรเจนทำให้ออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศไม่เข้มข้น ทำให้การสันดาปซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีลดความเร็วลง ไนโตรเจนในอากาศบางส่วนจะถูกแบคทีเรียที่อยู่ในดิน ในรากพืชบางชนิด ตรึงเอาไปไว้เพื่อประโยชน์ของพืช เมื่อพืชและสัตว์ตายลงจะสลายตัวเป็น ไนโตรเจนกลับสู่อากาศอีกครั้ง

2. **ออกซิเจน (oxygen)** เป็นส่วนประกอบอยู่ในอากาศประมาณร้อยละ 21 โดยปริมาตร ออกซิเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสันดาป พืชและสัตว์ใช้ออกซิเจนในการหายใจ (กระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์) และออกซิเจนเกิดมาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

3. **คาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide)** เป็นส่วนประกอบอยู่ในอากาศประมาณร้อยละ 0.04 โดยปริมาตร พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจออกของสิ่งมีชีวิตจะหายใจเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ภายนอก

4. **แก๊สเฉื่อย (inert gas)** เป็นแก๊สที่ไม่มีควมว่องไวต่อปฏิกิริยาทางเคมีใดๆ เช่น

1) อาร์กอน (Ar) มีอยู่ในอากาศมากที่สุดในกลุ่มของแก๊สเฉื่อยด้วยกัน มีอยู่ประมาณร้อยละ 0.09 โดยปริมาตร นำไปใช้ในการทำหลอดไฟฟ้าเรืองแสง เพราะพบว่า ถ้านำอาร์กอนกับไนโตรเจนใส่ลงในหลอดไฟฟ้า โขของอาร์กอนจะทำให้หลอดไฟฟ้า เกิดการเรืองแสงขึ้นได้

2) ฮีเลียม (He) เป็นแก๊สที่มีความหนาแน่นต่ำ นำไปใช้ในการบินของเรือเหาะในยุคก่อน ซึ่งปัจจุบันไม่มีแล้ว

3) นีออน (Ne) เป็นแก๊สที่เปล่งแสงได้สวยงามเมื่อกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่าน นิยมนำมาทำป้ายโฆษณาในเวลากลางคืน

4) ไอน้ำ เป็นส่วนของน้ำที่กลายเป็นไอน้ำเนื่องจากความร้อนของแหล่งความร้อนต่างๆ แล้วไปอยู่ในอากาศเป็นส่วนประกอบของอากาศ ถ้าในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 ณ อุณหภูมิ 68 องศาฟาเรนไฮต์ เราจะรู้สึกสบายที่สุด

5) ฝุ่นละออง ในอากาศมีฝุ่นละอองจำนวนไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประกอบของอากาศอื่นๆ ฝุ่นละอองจะเป็นตัวช่วยสะท้อนแสงทำให้แสงจากดวงอาทิตย์สว่างมากขึ้น

6) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในอากาศจะมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเป็นส่วนประกอบด้วย เช่น แบคทีเรีย รา ไวรัส เป็นต้น

*** จากผิวโลกสูงขึ้นไปในระยะ 800 - 1,000 กิโลเมตร โดยนับจากระดับน้ำทะเลจัดเป็นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก ถัดจากความสูงนี้ขึ้นไปเป็นบริเวณที่มีอนุภาคต่างๆ น้อยมากและไม่อยู่ภายใต้แรงดึงดูดของโลก เรียกส่วนนี้หรือบริเวณนี้ว่า อวกาศ

สมบัติของอากาศ

1. เป็นสสาร มีมวล มีตัวตน ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้
 2. เป็นของไหลถ่ายเทไปได้ตลอดเวลา อากาศจะไหลจากบริเวณที่มีความกดดันอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดดันอากาศต่ำ จึงทำให้เกิดลม
 3. ทำให้เป็นของเหลวได้โดยการเพิ่มความดันสูงๆ หรือทำให้เย็นจัดๆ อากาศจะเปลี่ยนไปเป็นของเหลว เรียกว่า อากาศเหลว มีลักษณะเป็นของเหลวไม่มีสี
 4. อากาศมีความหนาแน่น มีความดัน มีความชื้น และมีระดับอุณหภูมิ ดังนี้
- **ความหนาแน่นของอากาศ**
ความหนาแน่นของอากาศ คือ อัตราส่วนระหว่างมวลกับปริมาตรของอากาศ
-ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกัน อากาศจะมีความหนาแน่นต่างกัน
-เมื่อระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง
- ความหนาแน่นของอากาศจะเปลี่ยนแปลงตามมวลของอากาศ อากาศที่มวลน้อยจะมีความหนาแน่นน้อย
- อากาศที่ผิวโลกมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศที่อยู่ระดับความสูงจากผิวโลกขึ้นไป เนื่องจากมีชั้นอากาศกดทับผิวโลกหนากว่าชั้นอื่นๆ และแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อมวลสารใกล้ผิวโลก
 - **ความดันของอากาศ**
- เครื่องมือวัดความดันอากาศ เรียกว่า บารอมิเตอร์
- เครื่องมือวัดความสูง เรียกว่า แอลติมิเตอร์

- **อุณหภูมิของอากาศ**

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูงในบรรยากาศชั้นนี้พบว่า โดยเฉลี่ยอุณหภูมิลดลงประมาณ 6.5°C โดยในช่วงความสูงจากระดับน้ำทะเล 0 – 10 กิโลเมตร

- **ความชื้นของอากาศ**

ความชื้นของอากาศ หมายถึง ปริมาณไอน้ำในอากาศที่เกิดจากกระบวนการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ และกระบวนการคายของพืช ซึ่งการระเหยและการคายน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน

การบอกค่าความชื้นของอากาศ สามารถบอกได้ 2 วิธี คือ

1. **ความชื้นสัมบูรณ์** (absolute humidity) คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศกับปริมาตรของอากาศขณะนั้น

2. **ความชื้นสัมพัทธ์** (relative humidity) คือ ปริมาณเปรียบเทียบระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้นกับมวลของไอน้ำอิ่มตัว ที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ เรียกว่า ไฮโกรมิเตอร์ ที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ

1. ไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะกระเปาะแห้ง
2. ไฮโกรมิเตอร์แบบเส้นผม

การจัดแบ่งชั้นบรรยากาศ

การจำแนกเพื่อจัดชั้นของบรรยากาศ โดยทั่วไปจะจัดจำแนกตามลักษณะที่มีลักษณะเด่นชัด ตัวอย่างเช่น จัดจำแนกตามอุณหภูมิ จัดจำแนกตามสมบัติของแก๊สที่มีอยู่ จัดจำแนกตามสมบัติทางอุณหพลศาสตร์

การจัดจำแนกชั้นบรรยากาศโดยใช้ระดับอุณหภูมิเป็นเกณฑ์

การจัดจำแนกชั้นบรรยากาศโดยใช้ระดับอุณหภูมิจะแบ่งชั้นบรรยากาศได้ 4 ชั้น คือ

1. **โทรโปสเฟียร์ (troposphere)** เป็นชั้นบรรยากาศที่มีลักษณะดังนี้

- 1) เริ่มตั้งแต่ผิวโลกขึ้นไปถึงระยะ 10 กิโลเมตร
- 2) อุณหภูมิจะเปลี่ยนไปตามระดับความสูง โดยระดับอุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง โดยทั่วไปจะลดลงประมาณ 6.5 องศาเซลเซียสต่อความสูงหนึ่งกิโลเมตร และมีลักษณะเฉพาะ คือ บริเวณที่อยู่เหนือภาคพื้นทวีปในฤดูร้อน บริเวณที่อยู่เหนือภาคพื้นมหาสมุทรในฤดูหนาว อุณหภูมิจะลดลงตามความสูงอย่างรวดเร็ว

3) มีปรากฏการณ์ต่างๆ เกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นนี้ เช่น ลมพายุ ฝนฟ้าคะนอง ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า

2. สตราโทสเฟียร์ (stratosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่สูงถัดจากบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ขึ้นไปอีก 50 กิโลเมตร มีลักษณะเฉพาะที่ชัดเจน เช่น

1) จะมีอุณหภูมิคงที่ในส่วนที่อยู่ติดกับชั้นโทรโพสเฟียร์ขึ้นไป 20 กิโลเมตร ถัดจากความสูง 20 กิโลเมตรนี้ไปอีก 10-15 กิโลเมตร หรือที่ความสูงจากชั้นโทรโพสเฟียร์ขึ้นไป 30-35 กิโลเมตร อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น และต่อจากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยอัตรา 0.5 องศาเซลเซียสต่อความสูง 1 กิโลเมตร

2) สตราโทสเฟียร์เป็นชั้นบรรยากาศที่มีความชื้นในระดับต่ำมาก มีปริมาณของฝุ่นละอองน้อย

3) เป็นชั้นบรรยากาศที่มีปริมาณแก๊สโอโซนเข้มข้นมาก

3. มีโซสเฟียร์ (mesosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากสตราโทสเฟียร์ขึ้นไปอีกเป็นระยะความสูงประมาณ 80 กิโลเมตร มีลักษณะเฉพาะก็คือ อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศจะลดลงตามระดับของความสูงที่เพิ่มขึ้น

4. เทอร์โมสเฟียร์ (thermosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากมีโซสเฟียร์ขึ้นไปเป็นระยะความสูง 400-500 กิโลเมตร มีลักษณะเฉพาะ คือ

1) อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้จะร้อนมาก มีระดับอุณหภูมิสูงถึง 227-1,727 องศาเซลเซียส

2) ปริมาณของอนุภาคต่างๆ มีความหนาแน่นน้อยมาก

การจัดแบ่งชั้นบรรยากาศ

ใช้ระดับอุณหภูมิเป็นเกณฑ์	ใช้ส่วนประกอบของอากาศที่มีแก๊สต่างๆ เป็นเกณฑ์
1. โทรโพสเฟียร์ (troposphere) มีปรากฏการณ์ต่างๆ เกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นนี้ เช่น ลมพายุ ฝนฟ้าคะนอง ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า	1. โทรโพสเฟียร์ (troposphere) มีส่วนประกอบของอากาศที่สำคัญมากคือ ไอน้ำ โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบของอากาศตามปกติ
2. สตราโทสเฟียร์ (stratosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่มีปริมาณแก๊สโอโซน (O_3) เข้มข้นมาก	2. โอโซนสเฟียร์ (ozonosphere) บรรยากาศชั้นนี้จะมีปริมาณของแก๊สโอโซน (O_3) อยู่มากที่สุด (ชั้นโอโซน)

3. มีโซสเฟียร์ (mesosphere) อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศจะลดลงตามระดับของความสูงที่เพิ่มขึ้น	3. ไอโอโนสเฟียร์ (ionosphere) มีปริมาณอิเล็กตรอนอิสระอยู่เป็นจำนวนมาก
4. เทอร์โมสเฟียร์ (thermosphere) ขึ้นไปเป็นระยะความสูง 400-500 กิโลเมตร ระดับอุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้จะร้อนมาก โดยจะมีระดับอุณหภูมิสูงถึง 227-1,727 องศาเซลเซียส	4. เอกโซสเฟียร์ (exosphere) ในชั้นบรรยากาศนี้ความหนาแน่นขององค์ประกอบของอากาศจะมีน้อยลง

***บรรยากาศชั้นนี้เป็นบริเวณที่บรรยากาศเปลี่ยนไปเป็นแก๊สระหว่างดวงดาวที่มีความเบาบางมาก ซึ่งเรียก เอกโซสเฟียร์

การจัดจำแนกชั้นบรรยากาศโดยใช้ส่วนประกอบของอากาศที่มีแก๊สต่างๆ เป็นเกณฑ์

การจัดจำแนกชั้นบรรยากาศโดยใช้ส่วนประกอบของอากาศที่มีแก๊สต่างๆ เป็นเกณฑ์ จัดแบ่งชั้นบรรยากาศได้เป็น 4 ชั้น ดังนี้

1. โทรโพสเฟียร์ (troposphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ตั้งแต่ส่วนที่ติดผิวโลกขึ้นไปในอากาศที่ระยะความสูง 10 กิโลเมตรโดยประมาณ มีส่วนประกอบของอากาศที่สำคัญมากคือ ไอน้ำ โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบของอากาศตามปกติ

2. โอโซนอสเฟียร์ (ozonosphere) เป็นชั้นของบรรยากาศที่อยู่ถัดจากบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ขึ้นไปอีก ถึงระยะประมาณ 50-55 กิโลเมตรจากผิวโลก บรรยากาศชั้นนี้จะมีปริมาณของแก๊สโอโซนอยู่มากที่สุด (ชั้นโอโซน)

3. ไอโอโนสเฟียร์ (ionosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่มีลักษณะเฉพาะดังนี้

1) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากชั้นโอโซนอสเฟียร์ขึ้นไปถึงระยะความสูงประมาณ 600 กิโลเมตรจากผิวโลก

2) มีปริมาณอิเล็กตรอนอิสระอยู่เป็นจำนวนมาก

3) ระยะจากผิวโลกขึ้นไปถึงชั้นไอโอโนสเฟียร์ พบว่าคลื่นความถี่ของวิทยุสามารถส่งสัญญาณไปได้ทั่วทุกหนทุกแห่งบนโลกไปได้ไกลเป็นระยะทางประมาณ 1,000 กิโลเมตร

4. เอกโซสเฟียร์ (exosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่สูงสุดถัดจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ขึ้นไปถึงระยะความสูงกว่าผิวโลกประมาณ 660 กิโลเมตร ในชั้นบรรยากาศนี้ความหนาแน่นขององค์ประกอบของอากาศจะมีน้อยลง



ใบงาน เรื่อง บรรยากาศ

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ชื่อ _____ เลขที่ _____ ชั้น _____

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. เมื่อใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูงแล้วสามารถแบ่งชั้นบรรยากาศเป็น
อะไรบ้าง

.....

2. บรรยากาศชั้นใดมีแก๊สโอโซนอยู่มาก

.....

3. บรรยากาศชั้นใดสามารถสะท้อนคลื่นวิทยุได้

.....

4. บรรยากาศชั้นใดที่มีไอน้ำจำนวนมาก

.....

5. บรรยากาศชั้นใดเป็นชั้นที่ห่อหุ้มโลก

.....

6. ลักษณะของบรรยากาศแต่ละชั้นเหมือนหรือแตกต่างกัน

.....

7. แก๊สโอโซนในชั้นบรรยากาศมีประโยชน์อย่างไร

.....

8. การกระทำหรือเหตุการณ์ใดบ้างที่เป็นการลดแก๊สโอโซนในบรรยากาศ

.....

9. แบบจำลองเรื่อง บรรยากาศ มีประโยชน์อย่างไร

.....

10. บรรยากาศของโลกแต่ละชั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร และสามารถใช้ประโยชน์จากบรรยากาศแต่ละชั้นได้อย่างไร

ตาราง ลักษณะและประโยชน์ของบรรยากาศ

ชั้นบรรยากาศ	ลักษณะ	ประโยชน์
1. โทรโพสเฟียร์		
2. สตราโตสเฟียร์		
3. มีโซสเฟียร์		
4. เทอร์โมสเฟียร์		
5. เอกโซสเฟียร์		

การแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงแบ่งได้ 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นโทรโพสเฟียร์ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และชั้นเอกโซสเฟียร์



แบบทดสอบ เรื่อง บรรยากาศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ถ้าโลกไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม อุณหภูมิในช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน จะเป็นอย่างไร
 - อุณหภูมิช่วงกลางวันต่ำมาก อุณหภูมิช่วงกลางคืนสูงมาก
 - อุณหภูมิช่วงกลางวันสูงมาก อุณหภูมิช่วงกลางคืนต่ำมาก
 - อุณหภูมิกกลางวันและกลางคืนมีค่าเท่ากันและคงที่
 - ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
- มนุษย์อาศัยอยู่ในบรรยากาศชั้นใด
 - เทอร์โมสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์
 - โทรโพสเฟียร์ ง. มีโซสเฟียร์
- เพราะเหตุใด บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ จึงสามารถสะท้อนคลื่นวิทยุได้
 - โมเลกุลของแก๊สแตกตัวเป็นไอออนและมีประจุไฟฟ้า
 - มีแก๊สไอโซนหนาแน่น
 - มีไอน้ำอยู่หนาแน่น
 - มีอุณหภูมิสูงมาก
- แก๊สไอโซนมีอยู่มากในบรรยากาศชั้นใด
 - เทอร์โมสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์
 - โทรโพสเฟียร์ ง. มีโซสเฟียร์
- เพราะเหตุใด เครื่องบินจึงมักบินในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์
 - บรรยากาศชั้นนี้มีความหนาแน่นของอากาศและไอน้ำมากที่สุด
 - บรรยากาศชั้นนี้สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุที่มีความถี่ไม่มากได้
 - บรรยากาศชั้นนี้ประกอบด้วยแก๊สที่มีน้ำหนักเบา
 - บรรยากาศชั้นนี้ไม่มีไอน้ำ อากาศไม่แปรปรวน
- บรรยากาศชั้นใดที่มีปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยา มากที่สุด
 - เทอร์โมสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์
 - โทรโพสเฟียร์ ง. มีโซสเฟียร์
- แก๊สชนิดใดที่พบเป็นส่วนประกอบของอากาศแห้งมากที่สุด
 - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
 - แก๊สไนโตรเจน
 - แก๊สออกซิเจน
 - แก๊สอาร์กอน
- “สาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิมบนโลกสูงขึ้น คือแก๊สไอโซนในชั้นบรรยากาศถูกทำลายจนเกิดคูโหว่ รังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์จึงผ่านมายังพื้นผิวโลกมากขึ้น” จากข้อความดังกล่าว แสดงว่าชั้นบรรยากาศใดถูกทำลาย
 - สตราโตสเฟียร์ ข. โทรโพสเฟียร์
 - เอกโซเฟียร์ ง. มีโซสเฟียร์
- ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของบรรยากาศ
 - ช่วยให้โลกเย็นลงอย่างรวดเร็วในช่วงกลางคืน
 - ช่วยให้โลกร้อนขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงกลางวัน
 - ช่วยป้องกันอันตรายจากสะเก็ดดาว
 - ช่วยดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต
- “เป็นชั้นบรรยากาศที่สูงจากพื้นโลก 16-17 กิโลเมตร มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตเพราะมีองค์ประกอบที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต” ข้อความข้างต้นเป็นสมบัติของบรรยากาศชั้นใด
 - เทอร์โมสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์
 - โทรโพสเฟียร์ ง. มีโซสเฟียร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง

เวลา 4 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวพิมพ์ผกา วิเศษสา

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.1/2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้

2. สาระสำคัญ

เมฆเกิดจากไอน้ำที่ระเหยขึ้นสู่บรรยากาศกระทบกับความเย็นแล้วกลั่นตัวเป็นละอองน้ำจับกลุ่มกัน มีลักษณะแตกต่างกันตามระดับความสูงและการก่อตัว

หมอกเกิดจากไอน้ำที่ระเหยจากแหล่งน้ำ เมื่ออุณหภูมิลดลงจะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำใกล้พื้นดิน น้ำค้างเกิดจากไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เมื่ออุณหภูมิจากอากาศลดต่ำลง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนอธิบายลักษณะรูปร่างของเมฆต่าง ๆ บนท้องฟ้าได้ (K)

3.2 นักเรียนออกแบบและสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของเมฆ หมอกและน้ำค้างได้ (P)

3.3 นักเรียนให้ความร่วมมือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น และมีความพยายามในการแสวงหาคำตอบ (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 เมฆ

เมฆ คือ ละอองน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำ มองเห็นได้ด้วยตา เล็กละเอียดและเบา ล่องลอยอยู่ในอากาศระดับสูง ถ้าเมฆเกิดใกล้พื้นดินเรียก หมอก

สิ่งที่ช่วยให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำเป็นก้อนเมฆ คือ ฝุ่นผงเล็ก ๆ หรือเกลือในบรรยากาศ ที่มีคุณสมบัติดูดน้ำในบรรยากาศได้ดี เรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ว่า อนุภาคกลั่นตัว ซึ่งการกลั่นตัวของไอน้ำ ในบรรยากาศจะไม่เกิดขึ้นหากบรรยากาศปราศจากฝุ่นผง แม้ว่าไอน้ำจะอิ่มตัวแล้วก็ตาม

4.2 หมอกและน้ำค้าง

หมอก เป็นกลุ่มของไอน้ำในอากาศที่รวมตัวกันหนาแน่นอยู่ในระดับต่ำใกล้ผิวโลก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ลอยอยู่ในอากาศใกล้พื้นดิน ซึ่งทำให้ทัศนวิสัยหรือการมองเห็นเลวลง เป็นอันตรายต่อการจราจรทั้งทางบกและทางอากาศ

น้ำค้าง คือ ละอองไอน้ำที่รวมตัวเป็นหยดน้ำที่เกาะตามใบไม้ใบหญ้าใกล้พื้นดิน ส่วนมากจะเกิดตอนใกล้สว่าง

น้ำค้างแข็ง คือ ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นน้ำค้างอยู่บนวัตถุหรือพื้นผิวของใบไม้ใบหญ้า ที่อุณหภูมิของน้ำค้างต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ทำให้น้ำค้างแข็งตัวเป็นหยดน้ำแข็ง

ลูกเห็บ คือ ก้อนน้ำแข็งกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร เกิดจากละอองน้ำฝนถูกพายุหอบขึ้นจนถึงบริเวณที่เย็นจัดจึงจับเป็นก้อนตกลงมา ส่วนมากจะเกิดเมื่อมีพายุฝนฟ้าคะนองอย่างแรง

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 6.1 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 6.2 ทักษะการสื่อสาร
- 6.3 ทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม
- 6.4 ทักษะการคิดสร้างสรรค์และการแสวงหานวัตกรรม

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 7.1 ใฝ่เรียนรู้
- 7.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

- 8.1 แบบจำลองแสดงชั้นของเมฆ
- 8.2 ใบงาน เรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง

9. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (20 นาที)

1.2 ครูเริ่มสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับน้ำในบรรยากาศ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- น้ำในบรรยากาศได้แก่อะไรบ้าง (แนวคำตอบ: เมฆ หมอก ฝน ลูกเห็บ)
- เมฆเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวคำตอบ: การรวมตัวกันของไอน้ำในอากาศ)
- หมอกและน้ำค้างก็เป็นไอน้ำในอากาศเหมือนกัน แล้วแตกต่างจากเมฆอย่างไร

(แนวคำตอบ: ระดับความสูงที่เกิด)

- ข้อใดบ้างต่อไปนี้จัดเป็นหยาดน้ำฟ้า

- | | | | |
|----------------------------------|--|---|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> น้ำค้าง | <input type="checkbox"/> น้ำค้างแข็ง | <input checked="" type="checkbox"/> ฝน | <input type="checkbox"/> หมอก |
| <input type="checkbox"/> เมฆ | <input checked="" type="checkbox"/> หิมะ | <input checked="" type="checkbox"/> ลูกเห็บ | |

- ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> เมฆเป็นไอน้ำ | <input type="checkbox"/> การควบแน่นของเมฆทำให้เกิดฝน |
| <input checked="" type="checkbox"/> เมฆเป็นกลุ่มของละอองน้ำ | <input checked="" type="checkbox"/> ละอองน้ำที่รวมตัวกันจนมีน้ำหนักมากทำ |

ให้เกิดฝน

1.2 นักเรียนคิดว่ามีวิธีใดบ้างที่เราสามารถอธิบายองค์ประกอบ และความแตกต่างของเมฆ หมอกและน้ำค้างให้เข้าใจง่ายและเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้นได้ (แนวคำตอบ: แบบจำลอง 3 มิติ แผนภาพ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (40 นาที)

2.1 ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน รวมเป็น 10 กลุ่ม โดยการให้นักเรียนจับฉลากแบ่งกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มว่าต้องทำหน้าที่อย่างไรบ้างในการดำเนินการด้วยกระบวนการทำงานกลุ่ม

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง โดยสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ องค์ประกอบ ลักษณะ และการแบ่งชั้นของเมฆ จากหนังสือเรียน เอกสารความรู้ และแหล่งการเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาแบบจำลองที่สนใจ และเหมาะสมต่อการอธิบายเรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง และศึกษาวิธีการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นสื่อในการนำเสนอเรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง โดยลักษณะของแบบจำลองจะต้องมีองค์ประกอบการแบ่งชั้นเมฆชัดเจน มีชื่อและลักษณะสำคัญให้เข้าใจง่าย มีความคิดสร้างสรรค์และสีสันสวยงาม

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งเรื่องเมฆ หมอกและน้ำค้าง และการสร้างแบบจำลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อารวบรวม สรุปความรู้ และออกแบบแบบจำลอง โดยเป็นแบบจำลองแบบโมเดลสามมิติ หรือแผนภาพ

2.5 สมาชิกในแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นสื่อในการนำเสนอเรื่อง เรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (1 ชั่วโมง)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลอง เรื่อง เรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง โดยครู กำหนดเวลาในการนำเสนอ พร้อมตอบคำถาม กลุ่มละ 5 นาที การนำเสนอจะต้องประกอบไปด้วย หัวข้อต่างๆ ดังนี้

- องค์ประกอบ เมฆ หมอกและน้ำค้าง
- ลักษณะของเมฆ หมอกและน้ำค้าง
- การแบ่งชั้นของเมฆ หมอกและน้ำค้าง

3.2 เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอแล้วให้ตั้งคำถามเพื่อถามเพื่อนในชั้นเรียน 2 ข้อ เพื่อเป็นการทำให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนสนใจและตั้งใจฟังการนำเสนอ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (1 ชั่วโมง)

4.1 หลังจากนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนร่วมกันตอบคำถามลงในใบงาน เรื่องบรรยากาศ ดังนี้

- เมฆคืออะไร (คำตอบ: เมฆ คือ ละอองน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำ มองเห็นได้ด้วยตา เล็กละเอียดและเบา ล่องลอยอยู่ในอากาศระดับสูง ถ้าเมฆเกิดใกล้พื้นดินเรียก หมอก)
- หมอกมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร (คำตอบ: หมอกเป็นกลุ่มของไอน้ำในอากาศที่รวมตัวกันหนาแน่นอยู่ในระดับต่ำใกล้ผิวโลก สามารถมองเห็น ได้ด้วยตาเปล่า)
- น้ำค้างมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร (คำตอบ: น้ำค้าง คือ ละอองไอน้ำที่รวมตัวเป็นหยดน้ำเกาะตามใบไม้ใบหญ้าใกล้พื้นดิน ส่วนมากจะเกิดตอนใกล้สว่าง)
- น้ำค้างแข็งมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร (คำตอบ: น้ำค้างแข็ง คือ ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นน้ำค้างอยู่บนวัตถุหรือพื้นผิวของใบไม้ ที่อุณหภูมิของน้ำค้างต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ทำให้น้ำค้างแข็งตัวเป็นหยดน้ำแข็ง)
- ลูกเห็บมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร (คำตอบ: ลูกเห็บ คือ ก้อนน้ำแข็งกลม เกิดจาก ละอองน้ำฝนถูกพายุหอบขึ้นไปจนถึงบริเวณที่เย็นจัดจึงจับเป็นก้อนตกลงมา ส่วนมากจะเกิดเมื่อมี พายุฝนฟ้าคะนอง)

- เมฆและหมอกแตกต่างกันอย่างไร (คำตอบ: เมฆและหมอกเป็นการรวมตัวของไอน้ำ แต่เมฆเป็นการรวมตัวของไอน้ำในระดับที่สูงจากระดับพื้นดินมาก แต่หมอกจะเป็นการรวมตัวของไอน้ำใกล้พื้นดิน)

- แบบจำลองเรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง มีประโยชน์อย่างไร (แนวคำตอบ: ทำให้เข้าใจองค์ความรู้ได้ง่ายขึ้น มองเห็นการเกิดขึ้นเมฆได้เป็นรูปธรรมมากขึ้น)

4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ดังนี้

- เมฆ คือ ละอองน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำ มองเห็นได้ด้วยตา เล็กละเอียดและเบา ล่องลอยอยู่ในอากาศระดับสูง ถ้าเมฆเกิดใกล้พื้นดินเรียก หมอก

สิ่งที่ช่วยให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำเป็นก้อนเมฆ คือ ฝุ่นผงเล็ก ๆ หรือเกลือในบรรยากาศ ที่มีคุณสมบัติดูดน้ำในบรรยากาศได้ดี เรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ว่า อนุภาคกลั่นตัว ซึ่งการกลั่นตัวของไอน้ำในบรรยากาศจะไม่เกิดขึ้นหากบรรยากาศปราศจากฝุ่นผง แม้ว่าไอน้ำจะอิ่มตัวแล้วก็ตาม

การเรียกชื่อเมฆ แบ่งตามระดับความสูง 3 ระดับ

เมฆชั้นต่ำ มีความสูงของฐานเมฆเหนือพื้นดินไม่เกิน 2 กิโลเมตร เมฆที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้มีทั้งหมด

5 ชนิด ได้แก่ 1. สเตรตัส (Stratus) 2. คิวมูลัส (Cumulus) 3. นิมโบสเตรตัส (Nimbostratus) 4. คิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) 5. สเตรโตคิวมูลัส (Stratocumulus)

เมฆชั้นกลาง มีระดับความสูงของฐานเมฆตั้งแต่ 2-6 กิโลเมตร มี 2 ชนิด ได้แก่ 1. อัลโตสเตรตัส (Altostratus) 2. อัลโตคิวมูลัส (Alto cumulus)

เมฆชั้นสูง มีความสูงที่ระดับตั้งแต่ 6 กิโลเมตรขึ้นไป มี 3 ชนิด ได้แก่ 1. เซอโรสเตรตัส (Cirrostratus) 2. เซอโรคิวมูลัส (Cirro cumulus) 3. เซอรัส (Cirrus)

- หมอก เป็นกลุ่มของไอน้ำในอากาศที่รวมตัวกันหนาแน่นอยู่ในระดับต่ำใกล้ผิวโลก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ลอยอยู่ในอากาศใกล้พื้นดิน ซึ่งทำให้ทัศนวิสัยหรือการมองเห็นเลวลง เป็นอันตรายต่อการจราจรทั้งทางบกและทางอากาศ

- น้ำค้าง คือ ละอองไอน้ำที่รวมตัวเป็นหยดน้ำที่เกาะตามใบไม้ใบหญ้าใกล้พื้นดิน ส่วนมากจะเกิดตอนใกล้สว่าง

- น้ำค้างแข็ง คือ ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นน้ำค้างอยู่บนวัตถุหรือพื้นผิวของใบไม้ใบหญ้า ที่อุณหภูมิน้ำค้างต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ทำให้น้ำค้างแข็งตัวเป็นหยดน้ำแข็ง

- ลูกเห็บ คือ ก้อนน้ำแข็งกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร เกิดจากละอองน้ำฝนถูกพายุหอบขึ้นไปถึงบริเวณที่เย็นจัดจึงจับเป็นก้อนตกลงมา ส่วนมากเกิดเมื่อมีพายุฝนฟ้าคะนองอย่างแรง

ดังนั้น เมฆ หมอก และน้ำค้าง เกิดจากการรวมตัวของไอน้ำ โดยเมฆจะเป็นการรวมตัวของไอน้ำในระดับสูง หมอกเป็นการรวมตัวของไอน้ำในระดับพื้นดิน และน้ำค้างเป็นไอน้ำที่ระดับพื้นดินที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (1 ชั่วโมง)

5.1 นักเรียนประเมินตนเอง โดยเขียนแสดงความรู้สึกลหลังการเรียนรู้ ในประเด็นต่อไปนี้

- สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในวันนี้คืออะไร
- นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมในกลุ่มมากน้อยเพียงใด
- แบบจำลองของนักเรียนมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างไร
- นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้นี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างไร

5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบท 10 ข้อ 20 นาที

5.3 ครูประเมินแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างและให้ข้อเสนอแนะ

9. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

9.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

9.2 แหล่งการเรียนรู้ ได้แก่

<https://www.scimath.org/article-chemistry/item/7752-2017-12-04-06-35-46>

https://www.youtube.com/watch?v=95INT77sIRo&feature=emb_logo

http://www.pw.ac.th/emedial/media/science/lesa/6/clouds/clouds_precip/clouds_precip.html

9.3 ใบความรู้เรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง

10. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
อธิบายลักษณะรูปร่างของเมฆต่าง ๆ	ประเมินจากแบบทดสอบท้ายบท	แบบทดสอบท้ายบท 10 ข้อ	คะแนนไม่ต่ำกว่า 6 คะแนน
ออกแบบและสร้างแบบจำลองแสดงชั้นของเมฆ	ประเมินชิ้นงานแบบจำลองชั้นบรรยากาศ	แบบประเมินชิ้นงาน (Rubric)	คะแนนกลุ่มไม่ต่ำกว่า 3 คะแนน
ให้ความร่วมมือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น และมีความพยายามในการแสวงหาคำตอบ	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นรายกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ - แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- คะแนนรายบุคคลไม่ต่ำกว่า 14 คะแนน - คะแนนกลุ่มไม่ต่ำกว่า 14 คะแนน

11. บันทึกหลังการสอน

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

ปัญหา/อุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ _____ (ผู้บันทึก)

(_____)

_____/_____/_____

แบบประเมินชิ้นงาน
(ใช้สำหรับประเมินชิ้นงานแบบจำลอง)

การให้คะแนน/ระดับคะแนน				
ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
แบบจำลองมีความถูกต้องชัดเจนครบถ้วนสมบูรณ์ตามจุดประสงค์ของกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบสวยงาม สอดคล้องกับข้อมูลชัดเจน	แบบจำลองมีความถูกต้องพอสมควรตามจุดประสงค์ของกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบสวยงาม สอดคล้องกับข้อมูลชัดเจน	แบบจำลองมีความถูกต้องพอสมควรตามจุดประสงค์ของกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบสวยงาม สอดคล้องกับข้อมูลพอสมควร	แบบจำลองมีข้อมูลแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามจุดประสงค์ของกิจกรรมมีความคิดสร้างสรรค์ มีภาพประกอบสวยงาม มีภาพประกอบ แต่ขาดความสอดคล้องกับข้อมูล	แบบจำลองมีข้อมูลไม่ถูกต้องตามจุดประสงค์ของกิจกรรม ขาดความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีภาพประกอบ

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
(ใช้สำหรับประเมินพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล)

คำชี้แจง : ให้ ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด
✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล ของผู้รับการ ประเมิน	ความตั้งใจ ในการทำงาน				ความ รับผิดชอบ				การตรง ต่อเวลา				ความ สะอาด เรียบร้อย				ผลสำเร็จ ของงาน				รวม 20 คะแนน
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18 - 20	ดีมาก
14 - 17	ดี
10 - 13	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
(ใช้สำหรับประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นรายกลุ่ม)

กลุ่มที่

สมาชิกกลุ่ม 1. 2.
3. 4.

คำชี้แจง : ให้ ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด
✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การแบ่งหน้าที่กันอย่างเหมาะสม				
2	ความร่วมมือกันทำงาน				
3	การแสดงความคิดเห็น				
4	การรับฟังความคิดเห็น				
5	ความมีน้ำใจช่วยเหลือกัน				
รวม					

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน
..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18 - 20	ดีมาก
14 - 17	ดี
10 - 13	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

ใบความรู้ เรื่องเมฆ หมอกและน้ำค้าง

เมฆ (Clouds)

“เมื่อมีเมฆลอยอยู่บนฟ้าราว 1-10% เวลานั้นท้องฟ้าแจ่มใส ถ้ามีเมฆ 11-25% เรียกได้ว่ามีเมฆบางส่วน ถ้ามีเมฆ 26-50% นับว่ามีเมฆกระจุกกระจาย มีเมฆ 51-90% ถือว่ามีเมฆเป็นหย่อมๆ และหากเมฆปกคลุมท้องฟ้า 90-100% แสดงว่ามีเมฆครึ้ม”

เมฆเกิดจากการรวมตัวของละอองไอน้ำขนาดเล็กจำนวนมาก โดยไอน้ำเหล่านี้ได้มาจากแหล่งน้ำทั้งหมดบนผิวโลก อาทิเช่น มหาสมุทร, แม่น้ำ, ทะเลสาบ, ห้วย, หนอง, คลอง, บึง เป็นต้น เมื่อน้ำบนผิวโลกได้รับความร้อนจากแสงแดดจะเกิดการระเหยกลายเป็นไอน้ำลอยตัวขึ้นไปอยู่ในอากาศ แต่บนท้องฟ้าที่อยู่สูงขึ้นไปมีอากาศเย็นเมื่อไอน้ำลอยขึ้นมากระทบกับความเย็น จะมีไอน้ำบางส่วนกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำเล็กๆ จำนวนมากมายลอยอยู่ในอากาศ และรวมตัวกันเกิดเป็นเมฆขึ้น อากาศที่เคลื่อนที่ขึ้นหรือกระแสอากาศจะทำให้เมฆลอยตัวอยู่บนท้องฟ้าได้

การเรียกชื่อเมฆ

เมฆชั้นต่ำ มีความสูงของฐานเมฆเหนือพื้นดินไม่เกิน 2 กิโลเมตร เมฆที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 5 ชนิดประกอบด้วย

สเตรตัส (Stratus) : เมฆแผ่นที่ลอยไม่สูงมากนัก มักเกิดในตอนเช้าหรือหลังฝนตก ถ้าลอยติดพื้นจะเรียกว่า “หมอก”

คิวมูลัส (Cumulus) : เป็นเมฆก้อนปุกปุย สีขาว รูปทรงคล้ายดอกกะหล่ำ มักก่อตัวในแนวตั้ง ลอยกระจายห่างกัน และเกิดขึ้นเวลาที่สภาพอากาศแจ่มใสดี

นิมโบสเตรตัส (Nimbostratus) : เมฆสีเทา ทำให้เกิดฝนปร่า และมักปรากฏสายฝนจากฐานเมฆ

คิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) : ก้อนเมฆฝนขนาดใหญ่ยักษ์ มีรูปทรงคล้ายดอกกะหล่ำ และก่อตัวในแนวตั้งเช่นกัน ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง หากลมชั้นบนพัดแรง ยอดเมฆจะแผ่ออกคล้ายทั่ง

สเตรโตคิวมูลัส (Stratocumulus) : เมฆก้อนที่ไม่มีรูปทรงชัดเจน มักมีสีเทา ลอยต่ำ ติดกันเป็นแพ และมีช่องว่างระหว่างก้อนแค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น มักพบเห็นเมื่อสภาพอากาศไม่ค่อยดีนัก

เมฆชั้นกลาง มีระดับความสูงของฐานเมฆตั้งแต่ 2-6 กิโลเมตร มี 2 ชนิด คือ

อัลโตสเตรตัส (Altostratus) : เมฆแผ่นหนาสีเทาที่ปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง บางครั้งหนาจนบดบังแสงอาทิตย์ได้

อัลโตคิวมูลัส (Alto cumulus) : เมฆก้อนสีขาว ลอยเป็นแพห่างกันไม่มาก มีช่องว่างระหว่างก้อนเพียงเล็กน้อย มองดูคล้ายฝูงแกะ คล้ายเมฆเซอโรคิวมูลัส แต่ขนาดใหญ่กว่ามาก

เมฆชั้นสูง มีความสูงที่ระดับตั้งแต่ 6 กิโลเมตรขึ้นไป มี 3 ชนิด ได้แก่

เซอโรสเตรตัส (Cirrostratus) : เมฆแผ่นบางๆ สีขาว โปร่งแสง เป็นผลึกน้ำแข็ง มักปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง และทำให้เกิดดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ทรงกลม

เซอโรคิวมูลัส (Cirrocumulus) : เมฆสีขาว มีลักษณะคล้ายเกล็ดบางๆ หรือระลอกคลื่นเล็กๆ เป็นผลึกน้ำแข็ง โปร่งแสง และเรียงรายกันเป็นระเบียบ

เซอรัส (Cirrus) : เมฆริ้ว สีขาว โปร่งแสง และเป็นผลึกน้ำแข็ง ลักษณะคล้ายขนนกเพราะถูกกระแสลมพัดบนพัด มักเกิดขึ้นเวลาที่สภาพอากาศดี

หมอก (Fog)

การเกิดหมอก ลักษณะการเกิดคล้ายเมฆ หมอกทุกชนิดเกิดเมื่ออุณหภูมิกวามมีค่าเท่ากับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ทำให้อากาศเกิดการอิ่มตัว (saturate) แล้วกลั่นตัว (condense) เป็นละอองน้ำเล็กๆ

หมอก เกิดจากไอน้ำเปลี่ยนแปลงสถานะควบแน่นเป็นหยดน้ำเล็กๆ เช่นเดียวกับเมฆ เพียงแต่เมฆเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากการยกตัวของกลุ่มอากาศ แต่หมอกเกิดขึ้นจากความเย็นของพื้นผิว หรือการเพิ่มปริมาณไอน้ำในอากาศ

- ในวันที่มีอากาศชื้น และท้องฟ้าใส พอตกลงคืนพื้นดินจะเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้อไอน้ำในอากาศเหนือพื้นดินควบแน่นเป็นหยดน้ำ หมอกซึ่งเกิดขึ้นโดยวิธีนี้จะมีอุณหภูมิต่ำและมีความหนาแน่นสูง เคลื่อนตัวลงสู่ที่ต่ำ และมีอยู่อย่างหนาแน่นในหุบเขา

- การมีไอน้ำออกมาจากลมหายใจในวันที่อากาศเย็น เมื่ออากาศในห้องติดกระจกเย็นลง ไอน้ำในอากาศจะจับตัวที่กระจกทำให้เป็นฝ้าเร็วขึ้น

- เมื่ออากาศร้อนซึ่งมีความชื้นสูง ปะทะกับอากาศเย็นซึ่งอยู่ข้างบน แล้วควบแน่นเป็นหยดน้ำ เช่น เวลาหลังฝนตก ไอน้ำที่ระเหยขึ้นจากพื้นถนนซึ่งร้อน ปะทะกับอากาศเย็นซึ่งอยู่ข้างบน แล้วควบแน่นกลายเป็นหมอก หรือไอน้ำจากลมหายใจเมื่อปะทะกับอากาศเย็นของฤดูหนาว แล้วควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ ให้เรามองเห็นเป็นควันสีขาว

น้ำค้าง (Dew)

น้ำค้างจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อ อุณหภูมิของอากาศใกล้พื้นดินต่ำลงถึงจุดน้ำค้าง ทำให้ไอน้ำในอากาศเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

น้ำค้าง (Dew) เกิดจากไอน้ำหรือความชื้นในอากาศที่จับตัวกันกลายเป็นหยดน้ำแล้วตกลงมาสู่พื้น น้ำค้างจะเกิดในเวลากลางคืน เพราะเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้นต่ำ เมื่อถึงเวลากลางวันน้ำค้างที่หยดอยู่บนยอดหญ้า เมื่อได้รับแสงอาทิตย์จากก็จะระเหยไปหมด

ความชื้นของไอน้ำในอากาศนอกจากจะทำให้เกิดน้ำค้างและหมอกขึ้นแล้ว ยังมีส่วนสัมพันธ์กับอุณหภูมิของลมฟ้าอากาศอีกด้วย วันใดถ้าอากาศมีความชื้นมาก แม้แดดจ้าและมีอุณหภูมिर้อนจัด เช่น อยู่ในฤดูร้อนเป็นต้น เราจะตากผ้าแห้งช้า แต่ตรงกันข้ามถ้าวันใดอากาศมีความชื้นน้อย แม้ฝนจะตกหรือเป็นเวลากลางคืนก็จะตากผ้าแห้งได้เร็ว

น้ำค้างแข็ง (frost) หรือ แม่คะนึ่ง เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเมื่อมีอากาศหนาวจัดจะทำให้ น้ำค้างที่อยู่บนยอดหญ้า เกิดแข็งตัวเป็นเกล็ดน้ำแข็ง (ส่วนมากเกิดบนยอดคอยในฤดูหนาว)





ใบงาน เรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ชื่อ _____ เลขที่ _____ ชั้น _____

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. เมฆคืออะไร

.....

2. หมอกมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

3. น้ำค้างมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

4. น้ำค้างแข็งมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

5. ลูกเห็บมีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

6. เมฆและหมอกแตกต่างกันอย่างไร

.....

7. น้ำค้างเกี่ยวข้องกับเมฆหรือหมอกอย่างไร

.....

8. แบบจำลองเรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง มีประโยชน์อย่างไร

.....

9. ยกตัวอย่างสถานที่ที่สามารถมองเห็นเมฆ หมอกและน้ำค้างได้ชัดเจน พร้อมช่วงเวลาการเกิด

.....

.....

.....

10. ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เข้าใจ โดยออกแบบและเขียนในแบบแผนภาพความคิด ชนิดของเมฆ



แบบทดสอบ เรื่อง เมฆ หมอกและน้ำค้าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- เมฆสีดําก่อตัวในแนวตั้งหนาที่บมียอดเป็นรูปทัง แสดงว่าจะเกิดเหตุการณ์ใด
 - เกิดปรากฏการณ์พระอาทิตย์ทรงกลด
 - มีหมอกลงจัดและกำลังมีหิมะตก
 - กำลังมีพายุฝนฟ้าคะนอง
 - กำลังมีฝนตกปอยๆ
- ข้อใดเป็นหยดน้ำฟ้าที่มีสถานะต่างจากพวก
 - ฝน
 - หมอก
 - น้ำค้าง
 - หิมะ
- ลักษณะของเมฆฝนเป็นอย่างไร
 - มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ เกิดในระดับสูง
 - เป็นแผ่นหนาสีดํามีค ขนาดใหญ่
 - มีลักษณะคล้ายสำลีหรือดอกกะหล่ำ
 - มีลักษณะคล้ายระลอกคลื่นสีขาว
- เพราะเหตุใด ในวันที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้าจึงมีอุณหภูมิของอากาศต่ำกว่าวันที่ท้องฟ้าโปร่ง
 - เมฆช่วยระบายนความร้อนออกจากโลกได้ ทำให้อุณหภูมิจงโลกไม่ร้อนเกินไป
 - ในเมฆมีแก๊สบางชนิดที่ช่วยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์
 - หยดน้ำในเมฆช่วยลดคลื่นรังสีความร้อนไว้บางส่วน
 - ไอน้ำในเมฆช่วยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์
- เมฆเกิดขึ้นได้อย่างไร
 - เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศในระดับสูงจากพื้นผิวโลก
 - เกิดจากละอองไอน้ำขนาดต่างๆมารวมกันมาก่อนเมฆ
 - เกิดจากอากาศชื้นเย็นตัวลอยต่ำใกล้พื้นผิวโลก
 - ถูกทุกข้อ
- การทดลองใดแสดงว่าไม่มีไอน้ำอยู่ในอากาศ
 - มีหยดน้ำมาเกาะรอบๆแก้วเมื่อนำน้ำแข็งตั้งไว้
 - เกลือจะชื้นขึ้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 คืน
 - มีไอน้ำเกาะที่ผิวแก้วด้านในเมื่อเอาแก้วครอบต้นไม้
 - นำจุนสีเสตุตั้งทิ้งไว้ใน สีขาวเปลี่ยนเป็นสีฟ้า
- เมฆอะไรที่มีลักษณะบางๆเป็นฝอยหรือปุยคล้ายขนนก สีขาวละเอียด มีรูปร่างไม่แน่นอน
 - เซอร์รัส
 - คิวมูลัส
 - เซอร์โรสเตรตัส
 - สเตรตัส
- เมฆอะไรที่มีลักษณะหนาที่บขนาดใหญ่สีดํามีค ภายในเป็นก้อนเมฆเต็มไปด้วยหยดน้ำที่อัดตัวกันแน่นจะนำพายุฝนฟ้าคะนอง
 - นิมโบสเตรตัส
 - คิวมูลัส
 - คิวมูโลนิมบัส
 - อัลโตคิวมูลัส
- นายโคสสังเกตุเห็นหยดน้ำบนต้นหญ้าตอนเช้ามืด ทั้งๆที่ไม่มีฝนตก สิ่งใดในโคเห็นคืออะไร
 - ฝน
 - หิมะ
 - หมอก
 - น้ำค้าง
- เพราะเหตุใดในวันที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้าจึงมีอุณหภูมิของอากาศต่ำกว่าวันที่ท้องฟ้าโปร่ง
 - ไอน้ำในเมฆช่วยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์
 - หยดน้ำในเมฆช่วยลดคลื่นรังสีความร้อนไว้บางส่วน
 - ในเมฆมีแก๊สบางชนิดที่ช่วยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์
 - เมฆช่วยระบายนความร้อนออกจากโลกได้ทำให้อุณหภูมิจงโลกไม่ร้อนเกินไป

แบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2563

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับอากาศในชีวิตประจำวัน

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2 (ว 21102) จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบปรนัยและการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนกากบาท (X) คำตอบที่ ถูกเพียง 1 ตัวเลือก พร้อมกับเขียนเหตุผลลงในกระดาษคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละ แนวคิด ให้ 3 คะแนน

มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบ บางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ให้ 2 คะแนน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่ถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนที่ ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบผิด และการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

1. ข้อใดเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ผ่านมายังพื้นผิวโลกได้น้อยลง
 1. เมฆในชั้นโทรโพสเฟียร์ ช่วยสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเล็ต
 2. โอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ ช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต
 3. แก๊สออกซิเจนในชั้นโทรโพสเฟียร์ ช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต
 4. อากาศที่แตกตัวเป็นประจุในชั้นเทอร์โมสเฟียร์ ช่วยสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเล็ต

เหตุผล.....

2. บรรยากาศชั้นใดที่มีแก๊สไนโตรเจนหนาแน่นที่สุด

1. มีโซสเฟียร์
2. เทอร์โมสเฟียร์
3. โทรโพสเฟียร์
4. สตราโตสเฟียร์

เหตุผล.....

3. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

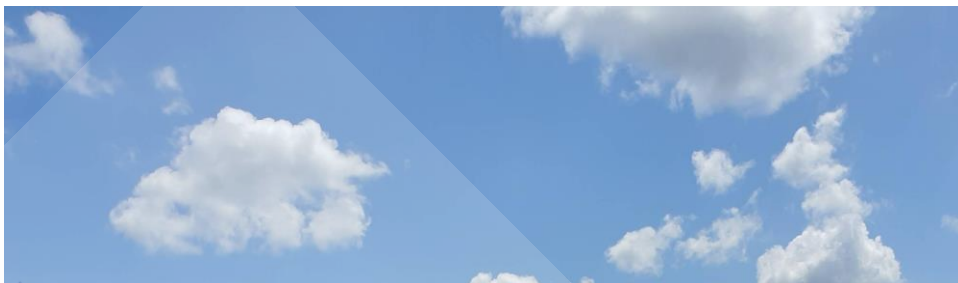
- ก. อุณหภูมิอากาศส่งผลต่อการเกิดเมฆ
- ข. ปริมาณเมฆปกคลุมส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศ
- ค. ไอน้ำในอากาศที่รวมตัวกันอย่างหนาแน่นเกิดเป็นเมฆ

ข้อความใดถูกต้อง

1. ก และ ข
2. ก และ ค
3. ข และ ค
4. ก ข และ ค

เหตุผล.....

4. บริเวณพื้นที่ในภาพมีลักษณะเมฆ และ สภาพลมฟ้าอากาศเป็นอย่างไร



1. เมฆรีว สีขาว ลักษณะคล้ายขนนก สภาพอากาศดี
2. เมฆแผ่นที่ลอยไม่สูงมากนัก สภาพอากาศไม่ค่อยดีนัก
3. เป็นแผ่นหนาสีดำมืด ขนาดใหญ่ ฝนจะตกในไม่ช้า
4. เมฆก้อนขนาดเล็กไม่ใหญ่มาก กระจุกกระจายเป็นหย่อม ๆ อากาศปลอดโปร่ง

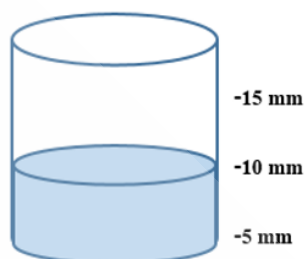
เหตุผล.....

5. เมฆชนิดใดที่บางครั้งถูกเรียกว่าหมอก

1. เมฆสตรีโตคิวมูลัส
2. เมฆสตรีตัส
3. เมฆคิวมูลัส
4. เมฆอัลโตสเตรตัส

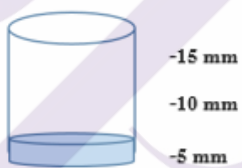
เหตุผล.....

6. เมื่อนำเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน 2 อัน ที่มีขนาดแตกต่างกันมาวัดปริมาณน้ำฝนในบริเวณเดียวกัน เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอันหนึ่งวัดปริมาณน้ำฝนได้ดังภาพ

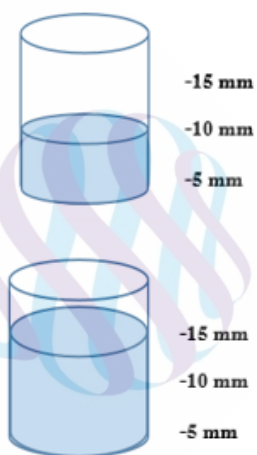


เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอีกอันหนึ่งซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแคบกว่าจะวัดปริมาณน้ำฝนได้ตามภาพใด

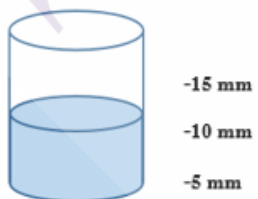
1.



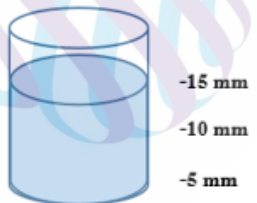
2.



3.



4.



เหตุผล.....

7. ฝนที่ตกไม่รุนแรงนัก แต่ตกสม่ำเสมอและติดต่อกันเป็นเวลานาน จัดเป็นฝนแบบใด

1. ฝนพาคความร้อน
2. ฝนภูเขา
3. ฝนพายุหมุน
4. ฝนแนวปะทะ

เหตุผล.....

8. ลมชนิดใดจัดเป็นลมประจำเวลา เพราะเหตุใด

1. ลมทะเล ลมบก
2. ลมบ้ำหมู
3. ลมมรสุม
4. วิตลี วิตลี

เหตุผล.....

9. เราใช้เกณฑ์ในข้อใดจำแนกชนิดของพายุหมุนเขตร้อน

1. บริเวณท้องถิ่นที่เกิด
2. ความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลาง
3. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของพายุ
4. ความกว้างของรัศมีการพัดรอบศูนย์กลาง

เหตุผล.....

10. พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

- ก. ความชื้นอากาศ คือ น้ำในอากาศที่อยู่ในสถานะของเหลว
- ข. น้ำระเหยได้เมื่ออุณหภูมิของน้ำถึงจุดเดือดเท่านั้น
- ค. บรรยากาศชั้น โทร โปสเฟียร์เมื่อระดับความสูงจากพื้นดินมากขึ้นอุณหภูมิอากาศจะลดลง
- ง. อากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศสูง
- จ. บริเวณความกดอากาศสูง อุณหภูมิอากาศมีค่าต่ำ

จากข้อความข้างต้น ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- 1. ข้อ ก และ ข
- 2. ข้อ ข และ ง
- 3. ข้อ ข และ จ
- 4. ข้อ ค และ จ

เหตุผล.....

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์



โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2563

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2 (ว 21102)

จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน
 2. เวลาในการทำแบบวัดฯ 50 นาที
 3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย x ลงในคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
1. บรรยากาศชั้นใดมีการเปลี่ยนแปลงและทำให้เกิดปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ เช่น ฟ้าแลบ ฝน ฟ้าผ่า
 1. Exosphere
 2. Thermosphere
 3. Stratosphere
 4. Troposphere
 2. สาร CFCs ประกอบไปด้วยธาตุอะไรบ้าง
 1. คลอรีน ฟลูออรีน คาร์บอน
 2. คลอรีน ฟอสเฟส แคลเซียม
 3. คาร์บอน ฟลูออรีน คลอรีน
 4. คาร์บอน ฟอสฟอรัส แคลเซียม
 3. เพราะเหตุใดวัตถุจากนอกโลก เช่น อุกกาบาต เคลื่อนที่เข้ามาสู่แรงดึงดูดของโลกจะเกิดการเผาไหม้ในบรรยากาศชั้นมีโซสเฟียร์
 1. มีอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเสียดสีลุกไหม้ได้
 2. มีแก๊สไอโซนปริมาณมากพอที่สามารถทำให้เกิดการลุกไหม้
 3. มีแก๊สออกซิเจนในปริมาณมากพอที่สามารถทำให้เกิดการลุกไหม้
 4. เป็นชั้นบรรยากาศที่มีปริมาณไอน้ำมากทำให้เกิดการเสียดสีลุกไหม้

4. “มวลของอากาศในชั้นนี้อยู่ในสถานะพลาสมา เนื่องจากอะตอมของไนโตรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศได้รับรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม เกิดเป็นไอออนที่มีประจุและมีสมบัติในการสะท้อนคลื่นวิทยุความถี่สูง...” จากข้อความข้างต้นเป็นคุณสมบัติของบรรยากาศในชั้นใด
 1. Homosphere
 2. Ionosphere
 3. Exosphere
 4. Mesosphere
5. ถ้าโลกไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม อุณหภูมิในช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน จะเป็นอย่างไร
 1. อุณหภูมิช่วงกลางวันต่ำมาก อุณหภูมิช่วงกลางคืนสูงมาก
 2. อุณหภูมิช่วงกลางวันสูงมาก อุณหภูมิช่วงกลางคืนต่ำมาก
 3. อุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนมีค่าเท่ากันและคงที่
 4. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
6. ในบริเวณที่มีการจราจรคับคั่งและแออัดจนเกิดปัญหามลพิษทางอากาศเป็นผลมาจากก๊าซชนิดใด
 1. แก๊สมีเทน
 2. แก๊สอะเซทิลีน
 3. แก๊สไนโตรเจน
 4. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์
7. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของบรรยากาศ
 1. ช่วย让世界เย็นลงอย่างรวดเร็วในช่วงกลางคืน
 2. ช่วย让世界ร้อนขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงกลางวัน
 3. ช่วยป้องกันอันตรายจากสะเก็ดดาว
 4. ช่วยดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต
8. เมฆเกิดขึ้นได้อย่างไร
 1. เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศในระดับสูงจากพื้นผิวโลก
 2. เกิดจากละอองไอน้ำขนาดต่างๆมารวมกันในก้อนเมฆ
 3. เกิดจากอากาศชื้นเย็นตัวลอยต่ำใกล้พื้นผิวโลก
 4. ถูกทุกข้อ

9. เมฆที่ก่อตัวในแนวตั้งและทำให้เกิดฝนตกหนัก พายุแลบ พายุร้อง คือเมฆชนิดใด
1. เมฆคิวมูลัส
 2. เมฆสเตรตัส
 3. เมฆคิวมูโลนิมบัส
 4. เมฆสเตรโตคิวมูลัส
10. เมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง มีลักษณะคล้ายกับสำลีก้อนใหญ่ๆ ฐานแบนซ้อนจากระดับต่ำขึ้นไปใน ระยะสูงมากๆคือเมฆชนิดใด
1. เมฆสเตรตัส
 2. เมฆคิวมูลัส
 3. เมฆคิวมูโลนิมบัส
 4. เมฆเซอร์รัส
11. เมฆกับหมอกแตกต่างกันอย่างไร
1. เมฆมีได้หลายสี มีรูปร่างต่างๆมากมาย แต่หมอกมีสีขาว
 2. ฐานของเมฆอยู่เหนือพื้นดิน แต่ฐานของหมอกอยู่ติดพื้นดิน
 3. ฐานของเมฆอยู่ติดพื้นดิน แต่ฐานของหมอกอยู่เหนือพื้นดิน
 4. ถูกทุกข้อ
12. การเกิดน้ำค้างเกี่ยวข้องกับสิ่งใดน้อยที่สุด
1. การก่อตัวของเมฆนิมโบสเตรตัสและเมฆคิวมูโลนิมบัส
 2. ความแปรปรวนของอุณหภูมิในบรรยากาศ
 3. ละอองไอน้ำขนาดต่างๆ เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
 4. ปริมาณไอน้ำในอากาศมีมาก
13. นายไคสังเกตเห็นหยดน้ำบนใบไม้ตอนช่วงเช้าๆทั้งๆที่วันนั้นไม่มีฝนตก สิ่งที่นายไคสังเกตเห็น คือสิ่งใด
1. ฝน
 2. หิมะ
 3. หมอก
 4. น้ำค้าง

14. การขับรถในตอนกลางคืนมีสิ่งใดเป็นผลต่อการขับรถมากที่สุด
 1. เมฆ
 2. หมอก
 3. ลม
 4. น้ำค้าง

15. สาเหตุที่ทำให้เกิดหมอกคืออะไร
 1. ไอน้ำในอากาศอึมตัว
 2. ไอน้ำในอากาศเย็นตัวลงรวมตัวเป็นกลุ่มละอองน้ำ
 3. ไอน้ำในอากาศเหนือพื้นดินมีอุณหภูมิลดลง
 4. อากาศเย็นลอยต่ำลง อากาศร้อนลอยขึ้นไปกระทบความเย็น

16. การเกิดฝนเกี่ยวข้องกับสิ่งใดน้อยที่สุด
 1. ความแปรปรวนของอุณหภูมิในบรรยากาศ
 2. ละอองไอน้ำขนาดต่างๆเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
 3. การก่อตัวของเมฆนิมโบสเตรตัสและเมฆคิวมูโลนิมบัส
 4. หิมะที่มีน้ำหนักรวมเกิดไปจะตกผ่านอากาศที่อุ่นกว่าลงมาและละลาย

17. ในวันที่ปริมาณไอน้ำในอากาศสูง เมฆที่พบบนจะมีลักษณะอย่างไร
 1. มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ เกิดในระดับสูง
 2. มีลักษณะคล้ายสำลีหรือดอกกะหล่ำ
 3. มีลักษณะคล้ายระลอกคลื่นสีขาว
 4. เป็นแผ่นหนาสีดำมืด ขนาดใหญ่

18. ลักษณะอากาศในข้อใดทำให้แหล่งน้ำตามธรรมชาติระเหยได้เร็วที่สุด
 1. ฝนตก
 2. หนาวจัด
 3. ร้อนจัด
 4. มีหมอก

19. อากาศในข้อใดมีอุณหภูมิต่ำสุด
 1. อากาศในเวลากลางวัน
 2. อากาศในวันที่ฝนตกหนัก
 3. อากาศที่มีเมฆมาก
 4. อากาศที่มีท้องฟ้ามีดกริม



20. จังหวัดสตูลมีฝนตกวัดปริมาณน้ำฝนได้ 65 มิลลิเมตร แสดงว่าฝนตกมีความแรงขนาดใด
1. ฝนตกเล็กน้อย
 2. ฝนตกปานกลาง
 3. ฝนตกหนัก
 4. ฝนตกหนักมาก
21. ปลายฤดูฝนของประเทศไทยจะไม่เกิดการแล้งของฝนด้วยเหตุผลในข้อใด
1. พายุหมุนจากทะเลจีนใต้พัดผ่าน
 2. ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นำฝนมาตกในพื้นที่
 3. ร่องความกดอากาศต่ำก่อให้เกิดฝนบริเวณกว้าง
 4. ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือนำความหนาวเย็นและฝนโปรยมาสู่พื้นดิน
22. การตัดไม้ทำลายป่ามีผลกระทบต่อ การเกิดฝนหรือไม่ อย่างไร
1. มี เพราะส่วนหนึ่งของความชื้นมาจากการคายน้ำของพืช
 2. มี เพราะต้นไม้ช่วยยับยั้งความชื้นในอากาศรวมตัวเป็นก้อนเมฆ
 3. ไม่มี เพราะความชื้นในอากาศมาจากแม่น้ำลำคลอง
 4. ไม่มี เพราะความชื้นในอากาศมาจากการระเหยของน้ำในดิน
23. อากาศเป็นสาเหตุทำให้เกิดลม ซึ่งอากาศจะเคลื่อนที่อย่างไร
1. จากบริเวณความกดอากาศต่ำไปสู่บริเวณความกดอากาศสูง
 2. จากบริเวณความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศสูง
 3. จากบริเวณความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ
 4. จากบริเวณความกดอากาศต่ำไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ
24. พายุที่พัดผ่านประเทศฟิลิปปินส์มีความเร็วสูงสุดใกล้เส้นศูนย์สูตรกลาง 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แสดงว่าเป็นลมพายุประเภทใด
1. พายุไต้ฝุ่น
 2. พายุบาเกียว
 3. พายุเฮอริเคน
 4. พายุทอร์นาโด

25. พายุที่มีความเร็วสูงสุดใกล้จุดศูนย์กลางไม่ถึง 34 นอต หรือ 63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คือพายุชนิดใด
1. ดีพายูเปรสชั่น
 2. พายุโซนร้อน
 3. พายุไต้ฝุ่น
 4. พายุเฮอริเคน
26. ตัวอักษร H ในแผนที่อากาศ คือบริเวณที่มีลักษณะในข้อใด
1. ความกดอากาศสูง ความหนาแน่นต่ำ อุณหภูมิต่ำ
 2. ความกดอากาศสูง ความหนาแน่นสูง อุณหภูมิต่ำ
 3. ความกดอากาศต่ำ ความหนาแน่นต่ำ อุณหภูมิต่ำ
 4. ความกดอากาศต่ำ ความหนาแน่นสูง อุณหภูมิสูง
27. เครื่องมือชนิดใดที่สามารถใช้วัดความเร็วและทิศทางของลมได้
1. อะนิมอมิเตอร์
 2. ศรลม
 3. แอโรเวน
 4. บารอมิเตอร์
28. กรมอุตุนิยมวิทยาได้ศึกษาพบว่าความเร็วของลมใกล้ศูนย์กลางมากกว่า 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พายุที่เกิดจะมีลักษณะเป็นอย่างไร
1. ฝนตกหนัก
 2. ฝนตกหนักมีพายุฝนฟ้าคะนอง
 3. ฝนตกหนักมีฟ้าผ่าตลอดเวลา
 4. เกิดอันตรายอย่างมากเพราะมีกำลังแรง
29. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อใดเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดลมบก ลมทะเล
- ก. พื้นดินพื้นน้ำรับและคายความร้อนไม่เท่ากัน
 - ข. ความกดอากาศเหนือพื้นดินพื้นน้ำต่างกัน
 - ค. อุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำแตกต่างกัน
1. ข้อ ก และ ข
 2. ข้อ ข และ ค
 3. ข้อ ก และ ค
 4. ข้อ ก ข และ ค

30. สาเหตุที่ทำให้เกิดลมบกได้แก่ข้อใดต่อไปนี้

1. ในเวลากลางคืน อุณหภูมิเหนือพื้นดินสูงกว่าพื้นน้ำ
2. ในเวลากลางคืน อุณหภูมิเหนือพื้นน้ำสูงกว่าพื้นดิน
3. ในเวลากลางคืน พื้นดินคายความร้อนได้เท่ากับพื้นน้ำ
4. ในเวลากลางคืน พื้นดินคายความร้อนได้ช้ากว่าพื้นน้ำ



แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจ ดังนี้

1 = น้อยที่สุด 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก 5 = มากที่สุด

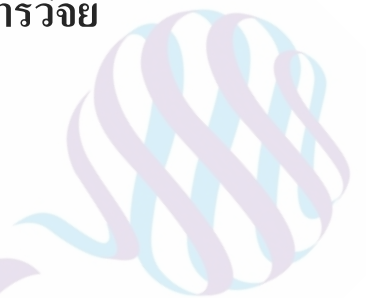
ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
ด้านผู้สอน					
1. วิธีการสอนของครูช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย					
2. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและเรียนรู้ร่วมกัน					
3. ครูให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาในขณะทำกิจกรรม					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
4. กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจและสร้างความกระตือรือร้นให้นักเรียน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน					
6. นักเรียนมีโอกาสค้นคว้าข้อมูล แสดงความคิดเห็น และฝึกทักษะการแก้ปัญหา					
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดและการตัดสินใจ					
8. นักเรียนได้สร้างความเข้าใจในสาระที่เรียนจากการแสดงผลงานแบบจำลอง					
ด้านการวัดและประเมินผล					
9. วิธีการวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน					
10. การวัดและประเมินผลมีความยุติธรรมและชัดเจน					
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ					
11. การเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
12. การเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแก้ไขสถานการณ์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น					

ข้อเสนอแนะ

.....

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนการรัฐวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้
แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แผนที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ

ประเด็นการประเมิน	ผชช1	ผชช2	ผชช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8. การสร้างแบบจำลองส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้				4.84	มากที่สุด
9. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล				4.67	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อันที่ 1 เท่ากับ 4.70
มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

แผนที่ 2 เรื่อง เมฆ หมอก และน้ำค้าง

ประเด็นการประเมิน	ผชช1	ผชช2	ผชช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8. การสร้างแบบจำลองส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการสร้างโมเดลทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้				4.84	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล				4.67	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เท่ากับ 4.70

มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

แผนที่ 3 เรื่อง ฝน

ประเด็นการประเมิน	ผชช1	ผชช2	ผชช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8. การสร้างแบบจำลองส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้				4.84	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล				4.67	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เท่ากับ 4.70

มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

แผนที่ 4 เรื่อง ลมและพายุ

ประเด็นการประเมิน	ผขช1	ผขช2	ผขช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้				4.67	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	5	4	5	4.67	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8. การสร้างแบบจำลองส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้				4.84	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล				4.67	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เท่ากับ 4.70

มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	ข้อ คำถาม	ผชช1	ผชช2	ผชช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
วิเคราะห์สาเหตุการเกิดปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติจากชั้นบรรยากาศ	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกความแตกต่างของชั้นบรรยากาศได้	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเกิดเมฆ	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
พยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลของลมฟ้า อากาศ	4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
อธิบายลักษณะรูปร่างของเมฆที่แตกต่างกัน	5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เปรียบเทียบความแตกต่างของการวัดปริมาณ น้ำฝน	6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
อธิบายลักษณะสำคัญของการเกิดฝนแบบ ต่างๆ	7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกลักษณะสำคัญของการเกิดลมชนิดต่างๆ	8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกเกณฑ์จำแนกชนิดของพายุจากความเร็ว	9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลม ฟ้าอากาศ	10	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ 1.00

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	ข้อ คำถาม	ผชช1	ผชช2	ผชช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
เข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น บรรยากาศ	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสาร CFCs	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์สาเหตุการเกิดปรากฏการณ์ในแต่ละ ชั้นบรรยากาศ	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
จำแนกคุณสมบัติของชั้นบรรยากาศ	4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับ บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก	5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์ผลกระทบจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อ บรรยากาศโลก	6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เปรียบเทียบประโยชน์ของชั้นบรรยากาศ	7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ระบุสาเหตุของการเกิดเมฆ	8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกความแตกต่างของลักษณะเมฆ	9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
อธิบายลักษณะรูปร่างของเมฆต่าง ๆ	10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เปรียบเทียบความแตกต่างของการเกิดเมฆ หมอกและน้ำค้าง	11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เรียงลำดับความสำคัญของการเกิดน้ำค้าง	12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เข้าใจกระบวนการเกิดลมฟ้าอากาศจาก สถานการณ์	13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เข้าใจกระบวนการเกิดลมฟ้าอากาศจาก สถานการณ์	14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ระบุสาเหตุของการเกิดหมอก	15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เรียงลำดับความสำคัญของการเกิดฝน	16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ยกตัวอย่างความสัมพันธ์ที่เกิดจากปริมาณไอน้ำ กับอากาศ	17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ระบุปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำในอากาศ	18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เข้าใจความสอดคล้องของอุณหภูมิกับอากาศ	19	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จุดประสงค์	ข้อ คำถาม	ผชช1	ผชช2	ผชช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
จำแนกความแตกต่างของปริมาณน้ำฝนตามระดับความแรงของฝน	20	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์ผลกระทบของการเกิดฝนกับสิ่งแวดล้อม	21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์ผลกระทบของการเกิดฝนกับสิ่งแวดล้อม	22	1	1	1	1.00	ใช้ได้
อธิบายสาเหตุของอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดลม	23	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกความแตกต่างของประเภทลมพายุจากแหล่งกำเนิด	24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกความแตกต่างของประเภทลมพายุจากระดับความเร็วลม	25	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บอกความหมายของสัญลักษณ์ที่แสดงบนแผนที่อากาศ	26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
สามารถระบุเครื่องมือที่ใช้วัดค่าทางลมฟ้าอากาศที่ต่างกันได้	27	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์และอธิบายผลกระทบที่เกิดจากความเร็วของพายุต่อสิ่งแวดล้อม	28	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดลมบก ลมทะเล	29	1	1	1	1.00	ใช้ได้
เข้าใจสาเหตุของการเกิดลมบก ลมทะเล	30	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ 1.00

ผลประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจในที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การ
เรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ประเด็น	ผชช1	ผชช2	ผชช3	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ด้านผู้สอน					
1. วิธีการสอนของครูช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและเรียนรู้ร่วมกัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ครูให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาในขณะทำกิจกรรม	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและสร้างความกระตือรือร้นให้นักเรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. นักเรียนมีโอกาสค้นคว้าข้อมูล แสดงความคิดเห็น และฝึกทักษะการแก้ปัญหา	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดและการตัดสินใจ	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. นักเรียนได้สร้างความเข้าใจในสาระที่เรียนจากการแสดงผลงานแบบจำลอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ด้านการวัดและประเมินผล					
9. วิธีการวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
10. การวัดและประเมินผลมีความยุติธรรมและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ					
11. การเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
12. การเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ	0	1	1	0.67	สอดคล้อง

ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจในที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การ
เรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด/แบบทดสอบ



ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อคำถาม	ความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.69	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้
2	0.74	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้
3	0.55	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้
4	0.64	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้
5	0.69	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้
6	0.60	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้
7	0.60	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้
8	0.63	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้
9	0.72	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้
10	0.54	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้

- ความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

อยู่ระหว่าง 0.54-0.74

- อำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ค่าตั้งแต่ 0.33 ขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อคำถาม	ความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.55	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
2	0.65	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้
3	0.45	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
4	0.65	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้
5	0.65	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้
6	0.75	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
7	0.55	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้
8	0.60	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้
9	0.75	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
10	0.50	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้
11	0.45	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
12	0.50	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้
13	0.60	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้
14	0.70	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้
15	0.60	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้
16	0.60	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้
17	0.65	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้
18	0.75	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้
19	0.80	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้
20	0.50	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้
21	0.65	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
22	0.65	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้
23	0.75	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้
24	0.70	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้
25	0.75	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
26	0.70	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้

ข้อคำถาม	ความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
27	0.55	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้
28	0.45	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้
29	0.80	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้
30	0.55	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้

- ความยากง่ายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.45-0.80
- อำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ค่าตั้งแต่ 0.46 ขึ้นไป



ภาคผนวก จ
ตารางแสดงคะแนนนักเรียน



ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เลขที่	คะแนนความสามารถ	เลขที่	คะแนนความสามารถ
1	23	25	27
2	27	26	26
3	28	27	28
4	22	28	22
5	24	29	26
6	28	30	23
7	21	31	23
8	21	32	27
9	25	33	25
10	22	34	21
11	24	35	23
12	22	36	26
13	25	37	21
14	27	38	24
15	26	39	22
16	28	40	24
17	23	41	26
18	21	42	23
19	29	43	22
20	23	44	30
21	20	45	25
22	25	46	29
23	25	47	21
24	23		

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 24.49 ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน 2.63

ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

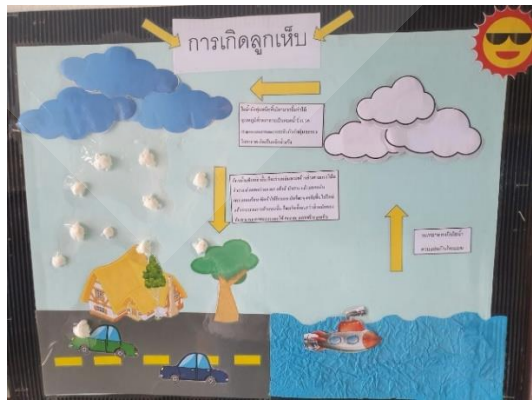
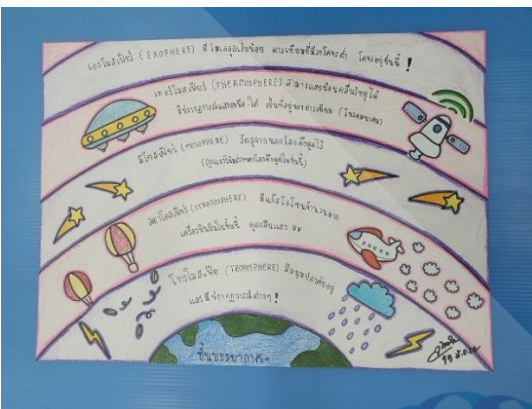
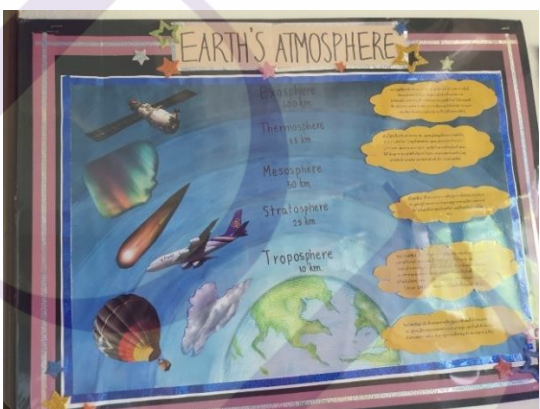
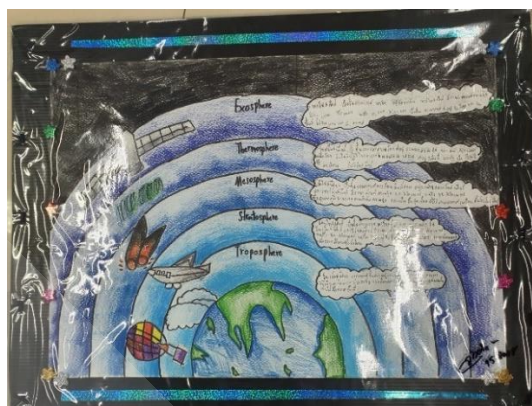
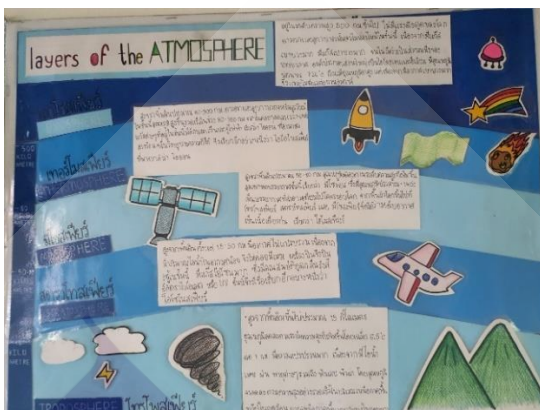
เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น
1	13	22	9
2	16	23	7
3	14	27	13
4	15	23	8
5	15	25	10
6	14	27	13
7	14	23	9
8	17	24	7
9	14	23	9
10	16	25	9
11	18	25	7
12	14	21	4
13	15	20	5
14	17	20	3
15	16	23	7
16	16	26	10
17	17	20	3
18	13	21	8
19	17	24	7
20	13	22	9
21	11	23	12
22	13	25	12
23	16	23	7
24	15	23	8
25	15	25	10
26	16	27	11
27	17	20	3

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น
28	15	24	9
29	12	22	10
30	13	24	11
31	18	26	8
32	14	22	8
33	13	21	8
34	14	21	7
35	17	20	3
36	14	22	8
37	13	20	7
38	14	22	8
39	13	22	9
40	17	23	6
41	11	22	11
42	14	25	11
43	18	28	10
44	16	24	8
45	16	27	11
46	13	21	8
47	17	25	8
คะแนนเฉลี่ย	14.87	23.21	
SD	1.83	2.19	

ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างชิ้นงานของนักเรียน



ตัวอย่างชิ้นงานนักเรียน





ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นางสาวพิมพ์ผกา วิเศษสา

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2560

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี อำเภอปากเกร็ด

จังหวัดนนทบุรี

