การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ธนพร คลังพหล

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มิถุนายน 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาคการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วารีรัตน์ แก้วอุไร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

มิถุนายน 2562

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วารีรัตน์ แก้วอุไร ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ธำรงโสตถิสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, ดร.สุนันทา รักพงษ์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา อุตรดิตถ์ เขต 1, นางสุรีย์ โทนทอง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ และ นางรัตนวราภรณ์ จันทะคุณ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุตรดิตถ์ดรุณี ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากรและนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง ในการเก็บข้อมูล คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

ธนพร คลังพหล

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ผู้ศึกษาค้นคว้า	ธนพร คลังพหล
ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วารีรัตน์ แก้วอุไร
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
คำสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยมีจุดประสงค์ย่อย ดังนี้ 2.1) เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ และ 2.2) เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที

ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและสำรวจแนวคิด ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหาข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง และขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประเมินความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพ 76.88/78.47 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า 2.1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2.2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Title	THE DEVELOPMENT OF LEARING ACTIVITIES USING INQUIRY APPROACH WITH MODEL-BASED LEARNING TO PROMOTE SCIENCE REASONING ABILITY IN LEANEING THE TOPIC OF SOLAR SYSTEM AND THE APPEARANCE OF THE MOON FOR GRADE 4 STUDENTS
Authors	Tanaporn Klangpahol
Advisor	Associate Professor Wareerat Kaewurai, Ph,D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed. in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2018
Keywords	Learning Activities, Inquiry approach with Model-based learning, Science reasoning ability, Solar system and the appearance of the moon

ABSTRACT

The aims of research were 1) to develop and test the efficiency of the learning activities using inquiry approach with model-based learning to promote science reasoning ability in learning the topic of solar system and the appearance of the moon for Grade 4 students with criteria at 75/75 and 2) to use and study the effects of implementation of the learning activities using inquiry approach with model-based learning to enhance science reasoning ability on solar system and the appearance of the moon topic for Grade 4 students on: 2.1) the comparison Grade 4 students science reasoning ability before and after implementation of the learning activities using inquiry approach with model-based learning on solar system and the appearance of the moon topic and 2.2) the comparison Grade 4 students science reasoning ability after implementation of the learning activities using inquiry approach with model-based learning on solar system and the appearance of the moon topic with 75 percent as criteria.

The sample of this were 30 Grade 4 students from Anuban Uttaradit School in Uttaradit Province. The research tools consisted of the lesson plan of the learning activities using inquiry approach with model-based learning on solar system

and the appearance of the moon topic and the test science reasoning ability. Statistics apply for data analysis were means, standard deviation, t-test one sample and t-test dependent.

The results revealed that: 1) the learning activities using inquiry approach with model-based learning to promote science reasoning ability in learning the topic of solar system and the appearance of the moon for Grade 4 students comprise with 5 step; 1) Engagement and explore the concept, 2) Exploration of model, 3) Explanation of model, 4) Elaboration the phenomenon of model and 5) Evaluation and improve of model had the appropriateness at the highest level and the efficiency of 76.88/78.47, 2) after implementation of the learning activities using inquiry approach with model-based learning to enhance science reasoning ability on solar system and the appearance of the moon topic for Grade 4 students, 2.1) the Grade 4 students science reasoning ability after learning with the learning activities were higher than the before one at .05 level of statistical significance, and 2.2) the Grade 4 students science reasoning ability after learning with the learning activities and were higher than the determined criteria of 75 percent at .05 level of statistical significance.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษา	4
	ขอบเขตของงานวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	สมมติฐานของงานวิจัย	8
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	9
	หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้	10
	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	14
	แบบจำลอง (Model)	24
	การจัดเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	35
	กิจกรรมการเรียนรู้	45
	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	56
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	70
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	77
	ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	77
	ขั้นตอนที่ 2 การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	95

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	97
4	**ผลการวิจัย**	101
	ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	101
	ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	108
5	**บทสรุป**	111
	สรุปผลงานวิจัย	114
	อภิปรายผลงานวิจัย	116
	ข้อเสนอแนะ	119
บรรณานุกรม		121
ภาคผนวก		128
ประวัติผู้วิจัย		212

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ตัวชี้วัดและสาระแกนกลาง สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	13
2	แสดงการสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	42
3	รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผลชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	67
4	แสดงการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดตัวชี้วัดของกิจกรรมการเรียนรู้	79
5	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	80
6	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	83
7	แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์	85
8	แสดงการวิเคราะห์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาเรียน	86
9	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	92
10	แสดงแบบแผนการวิจัย	96
11	แสดงระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน	102
12	แสดงระดับความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

13 แสดงผลการตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียนจำนวน 3 คน..... 106

14 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน จำนวน 9 คน..... 108

15 แสดงผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4..... 109

16 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75..... 109

17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4..... 190

18 แสดงค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์..... 199

19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ จำนวน 20 ข้อ..... 206

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
20	แสดงค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ.....	207
21	แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 จำนวน 3 คน.....	208
22	แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 จำนวน 9 คน.....	209
23	แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	210

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 กรอบแนวคิดของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง..... 38

2 กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน..... 39

3 ผังความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 48

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ของศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์รู้จักคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 2-3)

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เน้นการพัฒนาบุคคลให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ เพราะ ต้องเตรียมคนไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผันและคาดไม่ถึง คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะสูงในการเรียนรู้และปรับตัวทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่คนทุกคนต้องเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นอนุบาลไปจนถึงมหาวิทยาลัย และตลอดชีวิต คือ 3R x 7C เป็นการสร้างความรู้เกี่ยวกับด้านสาระวิชาหลักทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีทักษะชีวิตและอาชีพและทักษะที่มีความสำคัญมาก คือ ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) (วิจารณ์ พานิช, 2555) นอกจากนี้การรู้หนังสือ (Literacy) การรู้ตัวเลข (Numeracy) การมีความสามารถในการให้เหตุผล (Reasoning ability) ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและส่งเสริมความสำเร็จโดยเฉพาะ การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในความสามารถที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความสำเร็จแก่ผู้เรียน เพราะความสามารถในการให้เหตุผลนั้น เปรียบเสมือนความสามารถในการเดินจากจุด ก ที่เป็นปัญหาไปยังจุด ข ที่เป็นคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางมากกว่าการสุ่มเดาอย่างไรทิศทาง (วิชัย เสวกงาม, 2557) จะทำให้มีหลักการคิดที่อยู่บนพื้นฐานที่นำไปสู่การตัดสินใจอย่างถูกต้อง การสอนให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลจึงเป็นการส่งเสริมให้

ผู้เรียนเกิดทักษะ การให้เหตุผล ซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูง และการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งที่เรานำมาใช้ใน การแก้ปัญหาและตัดสินใจในชีวิตประจำวันตลอดจนการทำงาน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ประกอบด้วย ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดแบบหนึ่งที่รวมอยู่ในสมรรถนะที่ 2 นั่น คือ ความสามารถในการคิด โดยการคิดจะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 4)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 1993) เป็นการคิดอย่างมี เหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยจุดเน้นหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือการแสดงความเชื่อมโยงกัน ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น (Osborne et al., 2001) ซึ่งในการจัดกิจกรรมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนครูจะต้องให้โอกาสนักเรียน ได้มีการแสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยว กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียน มีความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การเป็น บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ดังนั้นการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานทางความคิดที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปสู่พลเมือง ที่มีคุณภาพมีศักยภาพและมีความสามารถใน การแข่งขันได้ในทางการค้าและเศรษฐกิจในระดับนานาชาติ

ถึงแม้ประเทศไทยจะมีการปฏิรูปการศึกษามาเป็นเวลานานแล้ว แต่ผลที่ได้รับยังไม่เป็นที่น่าพอใจ จากการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับนานาชาติ (TIMSS) เป็นโครงการที่ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้น ม.2 และ ป.4 พบว่า ผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ป.4 ของประเทศไทย เมื่อปี 2011 มีคะแนนเฉลี่ยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้การใช้เหตุผล คือ 463 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย 472 นอกจากนี้ยังพบคะแนนเฉลี่ย วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ คือ 460 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย 472 และ (สสวท., 2558, หน้า 17-19) และข้อมูลจากการประเมินคุณภาพทางการศึกษา โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ได้สรุปผลการจัดการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับชาติเปรียบเทียบย้อนหลัง 3 ปี พบว่า คะแนนวิชา วิทยาศาสตร์ต่ำลง ค่าเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาวิชาวิทยาศาสตร์จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่า ปีการศึกษา 2557 ได้

คะแนนเฉลี่ย 42.13 คะแนน ปีการศึกษา 2558 ได้คะแนนเฉลี่ย 44.16 คะแนน ปีการศึกษา 2559 ได้คะแนนเฉลี่ย 34.99 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559, หน้า 1) โดยเฉพาะสาระ ดาราศาสตร์และอวกาศ พบว่ามีคะแนนต่ำลงอย่างต่อเนื่องทุก ๆ ปี สาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ คือ เนื้อหามีลักษณะเป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจ ต้องใช้จินตนาการในการสร้างคำอธิบาย (ธิติยา บงกชเพชร, 2554 หน้า 202) จากสภาพปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้ เห็นว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ยังไม่ตอบสนองต่อการพัฒนาความสามารถของเด็กไทยในอนาคต ในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ดังนั้น การจัดกระบวนการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียน ได้ฝึกการใช้การคิดเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นโดยใช้หลัก ฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ หรือทำการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยตนเอง จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนา ความสามารถในการคิดเพื่อให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้ นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด (กรมวิชาการ, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างสรรค์องค์ความรู้ที่เชื่อว่าผู้เรียนเรียนรู้ จากประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ แล้วสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Novak, 1998 อ้างอิงใน กิ่งฟ้า สินธุวงษ์, 2550)

แนวทางหนึ่งที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาคิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเองโดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) (Lawson,1995, p.424) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักร (Cycle) ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนและจบลง โดยการประเมินผล ผลที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนครั้งต่อไป นอกจากนี้การนำแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) (กรมวิชาการ, 2546, หน้า 220) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นรูปแบบการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา (Justi and Gilbert, 2002) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

อย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างแบบจำลองอธิบายปรากฏการณ์ ฝึกสร้างหรือปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาแบบจำลองมาอธิบายสิ่งต่าง ๆ ถ้าอธิบายไม่ได้ให้หาหรือสร้างแบบจำลองใหม่มาอธิบาย (Gilbert et al, 2000)

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ขึ้น ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาลและการปรากฏของดวงจันทร์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ขอบเขตของงานวิจัย

กำหนดขอบเขตแต่ละขั้นตอน 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ดังนี้

1. ขอบเขตด้านข้อมูล

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 9 ห้อง รวมทั้งหมด 400 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ที่ได้รับจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในงานวิจัยครั้งนี้ มาจากวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท.)

3. ขอบเขตด้านตัวแปร ได้แก่

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลหลักฐานจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยผ่านสร้างแบบจำลองและปรับแบบจำลองใหม่ให้สอดคล้องกับผลจากการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์จริง เพื่อเป็นตัวแทนในการสื่อสารคำอธิบายของตนเอง เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง ผู้สอนอาจใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลายเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทาง

ดาราศาสตร์ที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือ อินเตอร์เน็ต หรือแหล่งความรู้ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากนั้นวางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน เลือกแนวทางที่เป็นไปได้พร้อมให้เหตุผล และลงมือสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง นักเรียนนำแบบจำลอง มาอธิบายข้อมูลโดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล และลงข้อสรุปผล โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ผู้สอนใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย ยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ให้นักเรียนศึกษา นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะคิดในเชิงหาสาเหตุของเรื่องราวต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีในสาขาวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลอ้างอิงประกอบและหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น สามารถพิสูจน์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎี ตลอดจนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการอธิบายแนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบเป็นการให้เหตุผล 4 ประเภท ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction) คือ เป็นการตั้งสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ยังไม่อ่านเข้าใจเพื่อพยายามหาคำอธิบายหรือคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น ประเมินจากความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์ โดยนักเรียนสามารถระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป

2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) คือ เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้างซึ่งสมมติฐานนี้เป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ ประเมินจากความสามารถในการพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถให้เหตุผลของการคาดคะเนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) คือ เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมาใช้อ้างอิงไปยังสมมุติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น ประเมินจากความสามารถในการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยนักเรียนระบุหลักฐานที่จะนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล

4) การให้เหตุผลอุปนัย (Induction) คือ เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุปจากผลของการค้นคว้าหาความจริงซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ ประเมินจากความสามารถในการลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์วัดได้จาก แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้กรอบแนวทางการวัดและประเมินของ Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) (Lawson & Worsnop, 1992) ซึ่งเป็นข้อสอบแบบ two-tier test จะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกคำตอบเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาและส่วนที่ 2 จะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบในส่วนแรก

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามที่เกณฑ์กำหนดไว้ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนได้จากการสำรวจตรวจสอบ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนโดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 75

สมมติฐานของงานวิจัย

1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มีแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในเรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ให้สอดคล้องกับการปฏิรูปการเรียนรู้

2. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ มีแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. นักการศึกษาสามารถนำผลการวิจัยเกี่ยวกับความความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาลและปรากฏการณ์ของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้
    1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
    1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
    1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
    1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.3 ข้อดี - ข้อจำกัด
    2.4 บทบาทของครูและนักเรียน
3. แบบจำลอง (Model)
    3.1 ความสำคัญของแบบจำลอง
    3.2 ความหมายของแบบจำลอง
    3.3 ประเภทของแบบจำลอง
    3.4 ลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลอง
    3.5 ลักษณะแบบจำลองที่ดี
4. การจัดเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
    4.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
    4.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
    4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4.4 ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

5.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

5.3 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

5.3 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

6. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.2 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.3 ลักษณะสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.4 การประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

✧ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

✧ วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารการเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

✧ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

✧ เทคโนโลยี

● การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

● วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระแกนกลาง สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	1. อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตก ของดวงจันทร์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	• ดวงจันทร์เป็นบริวารของโลก โดยดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองขณะโคจรรอบโลก ขณะที่โลกก็หมุนรอบตัวเองด้วยเช่นกัน การหมุนรอบตัวเองของโลกจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากขั้วโลกเหนือ ทำให้มองเห็นดวงจันทร์ปรากฏขึ้นทางด้าน ทิศตะวันออกและตกทางด้านทิศตะวันตก หมุนเวียนเป็นแบบรูปซ้ำ ๆ
	2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายแบบรูป การเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่าง	• ดวงจันทร์เป็นวัตถุที่เป็นทรงกลม แต่รูปร่างของ ดวงจันทร์ที่มองเห็นหรือรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์บนท้องฟ้าแตกต่างกันไปในแต่ละวัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.4	ปรากฏของดวงจันทร์	โดยในแต่ละวันดวงจันทร์จะมีรูปร่างปรากฏเป็น เสี้ยวที่มีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเต็มดวง จากนั้นรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์จะแหว่ง และมีขนาดลดลงอย่างต่อเนื่องจนมองไม่เห็น ดวงจันทร์จากนั้นรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ จะเป็นเสี้ยวใหญ่ขึ้นจนเต็มดวงอีกครั้ง การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เป็นแบบรูปซ้ำกันทุกเดือน
	3. สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบ สุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	• ระบบสุริยะเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง และมีบริวารประกอบด้วย ดาวเคราะห์แปดดวง และบริวาร ซึ่งดาวเคราะห์แต่ละดวงมีขนาด และระยะห่างจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน และ ยังประกอบด้วย ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์ น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่ รอบดวงอาทิตย์วัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ เมื่อเข้ามา ในชั้นบรรยากาศเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้เกิดเป็นดาวตกหรือผีพุ่งไต้และอุกกาบาต

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลอว์สัน (Lawson,1995, p.424 อ้างถึงใน สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2542, หน้า 103) กล่าวถึงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่าง มีความหมายด้วยตนเองโดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่าหรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชา

ต่าง ๆ จากครูหากแต่ครูจะต้อง กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่า นักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้ดีอยู่แล้ว

โอดม และ เคลลี่ (Odom and Kelly, 2001, p.615-635) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นรูปแบบการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ ในการสร้างความรู้ทั้งด้านมโนมติวิธีการรวมถึงทักษะกระบวนการ โดยผ่านกระบวนการที่เป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง

นันทิยา บุญเคลือบ (2540, หน้า 11-14) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักร (Cycle) ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนและจบลง โดยการประเมินผลผลที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนครั้งต่อไป นอกจากนี้การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบ ต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) (กรมวิชาการ, 2546, หน้า 220)

สรุป การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ กิจกรรมมีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่าน กระบวนการขั้นตอนอย่างเป็นวัฏจักร

2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้พัฒนาขึ้นโดยคาร์พลัสและเทียร (Karplus and Their, 1967) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program: SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้าง (Invention) และขั้นค้นพบ (Discovery) แต่มีครูเป็นจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลัง คือ ขั้นสร้างและขั้นค้นพบ ดังนั้น บาร์แมนและโกตาร์ (Barman and Kotar, 1989, p.30-32) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำมโนมติ (Concept Introduction)และ ขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ (Concept Application) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำมโนมติเป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่าครูสามารถแนะนำ หรือ อธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้แก่นักเรียน แต่มิใช่แนะนำมโนมติให้แก่นักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างมโนมติด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น คาริน (Carin,1993, p.98-99) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนมติ (Concept

Formation) ส่วนอะบรูสคาโต (Abruscato,1996, p.169) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนมติ (Concept Acquisition) จะสังเกตเห็นว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอนนั้น พบว่า ขั้นตอนที่ 2 เท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกัน แต่มีคำอธิบายใกล้เคียงกัน แต่ละขั้นตอนดังกล่าวมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรม เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็กครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกคือ สังเกต ตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนมติด้วยตนเอง

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างมโนมติ/ขั้นได้มาซึ่งมโนมติ (Term Introduction/Concept Formation/Concept Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนมตินั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบและอธิบายมโนมตินั้น ๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนมักจะมีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อค้นหามโนมติจากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ (Concept Application Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียน นำมโนมติที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนมตินั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูงเช่นเดียวกับขั้นสำรวจ

ในปี ค.ศ.1990 บาร์แมน (Barman, 1990quoted in Carin, 1993) ได้ดัดแปลงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) ขั้นแนะนำมโนมติ (Concept Introduction Phase) ขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ (Concept Application Phase) และขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation and Discussion Phase) ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางคนได้ดัดแปลงชื่อเป็น 4E (Barman and Kotar, 1989, p.30-32) ได้แก่ ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ขั้นขยายมโนมติ (Expansion Phase) และขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ในปี ค.ศ.1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่ง ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน หรือเรียกว่า 5E ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะของการแนะนำบทเรียน เพื่อให้ ผู้เรียนทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่ได้พบในขณะนั้น และวางแผนสำหรับ กิจกรรมในขั้นต่อไป ครูต้องสร้างความสนใจและสร้างความอยากรู้อยากเห็นในหัวข้อที่จะศึกษา อาจจะใช้คำถาม ยกสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และต้องการแสวงหาความรู้หรือคำตอบ

2. การสำรวจ (Exploration) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการจัด ความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อที่กำลังศึกษากับแนวความคิดที่มีอยู่ กิจกรรมในขั้นนี้ผู้เรียนต้อง สืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูล ทดสอบแนวความคิด บันทึกความคิด ทำการทดลองด้วยตนเอง ครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มได้ สิ่งสำคัญ คือครูควรจะให้ผู้เรียนประสบกับความยากลำบากและลองผิดลองถูกด้วยตนเอง ความยากลำบากนี้ จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความสามารถในการคิดแบบใหม่

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้เป็นการนำความรู้ที่รวบรวมจากขั้นที่ 2 มาเป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อที่กำลังเรียนอยู่ โดยให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ได้จากการสำรวจ พยายามหาเหตุผลความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มาตอบคำถามที่เกิดขึ้น กิจกรรมอาจจะประกอบไปด้วยการเก็บ รวบรวมข้อมูลจากการอ่าน และนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกัน ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อธิบายว่า เขามีความเข้าใจต่อเรื่องที่กำลังศึกษาถูกต้องและชัดเจนเพียงใด ครูอาจใช้คำถามช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดและอธิบายเหตุผลของความคิดนั้น

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ขั้นตอนนี้จะเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาทดสอบ ทดลอง และประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างออกไป ทำให้เกิดการเรียนรู้มโนมติที่ กว้างและแม่นยำมากขึ้น กิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลง ข้อสรุปเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อาจมีการกล่าวถึงมโนมติที่คลาดเคลื่อน ยกตัวอย่างให้เห็นอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน ได้ปรับความคิดของตนให้ถูกต้อง ในขั้นนี้จะช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนให้ตรวจสอบ แนวความคิดที่ได้เรียนรู้มาแล้วว่าถูกต้องและได้รับการยอมรับเพียงใด ให้ผู้เรียนได้แสดงออก เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ให้เสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป การประเมินผลอาจจะอยู่ในรูปแบบการเขียนรายงาน การตอบคำถาม การแสดง สาธิตทักษะและขั้นตอนการทดลองหรืออาจเป็นการนำเสนอโครงการที่ทำ

เสร็จสมบูรณ์แล้วก็ได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการประเมินผลบนฐานของกิจกรรมทางด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, หน้า 42-43) ได้ระบุขั้นตอนกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ไว้ดังนี้

1. สร้างความสนใจ

1.1 จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตสงสัยในเหตุการณ์หรือเรื่องราว

1.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. สำรวจและค้นหา

2.1 ผู้เรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานและกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

2.2 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลองการทำกิจกรรมภาคสนามการศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งเอกสาร อ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอสรุปสิ่งที่คาดว่าจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. อธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ผู้เรียนนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ

3.2 การค้นพบในขั้นนี้อาจสนับสนุนหรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้แต่ไม่ว่าผลจะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขยายความรู้ ผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ

5. ประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

กรมวิชาการ (2546, หน้า 219-220) ได้กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีรูปแบบและขั้นตอนที่หลากหลายรูปแบบที่นิยมนำไปใช้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้น หรือที่เรียกว่า 5E ประกอบด้วย

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปราย ภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วย การเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลัง สนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ อย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนด ทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยง กับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนต่าง ๆ ว่านักเรียน มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไป

ประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้อง สำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอด้วยประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจรวมทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่นทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการทฤษฎี ตลอดจนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้นและมีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดขึ้น ทั้งนี้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิจัย คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546) มีขั้นตอนการสอนประกอบด้วย การสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation)

2.3 ข้อดี – ข้อจำกัด

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534, หน้า 127) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. ในกรณีที่นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. การใช้สอนแบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้

จันทร์พร พรหมมาศ (2541 อ้างอิงใน สราวุฒิ บุญยืน, 2542, หน้า 49-50) ได้สรุปถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการสอนโดยใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ ดังนี้

บทบาทของครู

1. ศึกษาแนวคิดและวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบวงจรการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างอิสระและสรุปสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ชักจูงและกระตุ้นให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุด

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนและปฏิสัมพันธ์กับครู

5. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้

6. กระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปราย โต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

7. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด วิเคราะห์และวิจารณ์ความเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

8. ค้นคว้าความคิดของผู้เรียนก่อนเสนอความคิดของตนเอง รวมทั้งอธิบายหรือให้ความรู้ต่าง ๆ หลังจากที่นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

9. จัดเตรียมอุปกรณ์ ข้อมูล ความรู้และสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสม

10. ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้สังเกตและผู้ช่วยนักเรียน โดยช่วยเหลือหรือ ให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็นเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินตามวิธีวงจรการเรียนรู้ ครูอาจใช้การซักถามหรือตอบคำถามของนักเรียนคำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือการให้เหตุผลซึ่งทำให้ครูสามารถวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ครูควรให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามพอสมควรไม่ควรเร่งรัดหรือ บอกว่าถูกหรือผิดทันที

11. กระตุ้นให้นักเรียนบอกหรืออภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจมโนมติด้วยคำพูดของนักเรียนเอง เพื่อตรวจสอบและช่วยแก้ไขมโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

12. มีบุคลิกภาพที่เป็นกันเองยอมรับและสนับสนุนความคิดของนักเรียน ให้โอกาสนักเรียนในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศ ในการเรียนรู้ที่ดีที่นักเรียนสามารถกล้าพูด กล้าทำ และกล้าแสดงออก ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับ การสอนโดยใช้วิธีวงจรการเรียนรู้

13. ทำการประเมินหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

บทบาทของนักเรียน

1. ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยศึกษา คิด วิเคราะห์ วิจารณ์ จัดกระทำวัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมให้ กำหนดวิธีการศึกษา ออกแบบการทดสอบทำการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบ

2. มีความตั้งใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยกล้าคิด กล้าทำ และกล้า แสดงออก

3. แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนนักเรียนโดยเฉพาะสมาชิกภายในกลุ่ม

4. เปิดโอกาสและรับฟังความคิดเห็นและประสบการณ์ของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

5. ยอมรับฟังหรือตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

6. ซักถามเมื่อเกิดปัญหาที่สงสัย ตลอดจนศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

7. ประเมินและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

กล่าวโดยสรุป บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ชี้แนะแนวทางให้แก่นักเรียนในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ขณะเดียวกันนักเรียนจะต้องแลกเปลี่ยนความรู้รับฟังความคิดเห็นของเพื่อน นักเรียนและรู้จักแสดงความคิดเห็นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิด

3. แบบจำลอง (Model)

แบบจำลองจัดว่าเป็นสื่อการสอนประเภทหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงในการช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ถูกต้องและรวดเร็วจึงทำให้แบบจำลองมีความสำคัญ ต่อการจัดการศึกษาทั้งในอดีตและปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง (สุวิทย์ คงภักดี, 2553, หน้า 49-51) ดังรายละเอียดที่จะกล่าวถึงต่อไป

3.1 ความสำคัญของแบบจำลอง

นับตั้งแต่สมัยโบราณมาแล้วที่แบบจำลองมีอิทธิพลต่อการทำความเข้าใจและการให้เหตุผลของมนุษย์เป็นเวลาหลายศตวรรษแล้ว ที่ผู้คนหลงไหลอยากเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติและเข้าใจความสัมพันธ์ของระบบและกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติและต้องเข้าใจสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้ปรากฏการเหล่านั้น เกิดขึ้นมนุษย์จึงสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ความเข้าใจปรากฏการณ์เหล่านั้นดังนั้นมนุษย์จึงสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติในปัจจุบันแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญต่อการทำความเข้าใจธรรมชาติของพวกเราและการทำงานทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับความเห็นของ (Cullin, 2004 p.1 as cited in Catlow, 2000 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) ที่กล่าวว่า มนุษย์จำเป็นต้องใช้แบบจำลองในการทำความเข้าใจโลกที่ซับซ้อนซึ่งพวกเราอาศัยอยู่ เช่นเดียวกับ (Cullin, 2004, p.2 as cited in Junge and Calley, 1985 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) ที่กล่าวว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพแบบจำลองช่วยในการสร้างคำอธิบายช่วยกันแปลความหมายช่วยในการทำความเข้าใจช่วยให้เกิดการค้นพบและช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างการพยากรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ นักวิทยาศาสตร์เกือบทั้งหมดในปัจจุบันใช้แบบจำลองเพื่อการแสดงแทน (Represent) การทำซ้ำ การทำความเข้าใจ การสังเกต และการทดสอบแนวคิด สมมติฐาน และทฤษฎีของพวกเขา กระบวนการสร้างแบบจำลองช่วยส่งเสริมจินตนาการของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง

ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมหรือมีความซับซ้อน ในการให้เหตุผลโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะมีการสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อใช้ศึกษาแทนปรากฏการณ์จริงที่บางครั้งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง การเรียนรู้จากแบบจำลองนั้นแบบจำลองจะต้องแสดงลักษณะที่สำคัญของประกาศเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง (Cullin, 2004, p.2 as cited in Schank and Duncan, 1997 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

แบบจำลองนอกจากจะมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์แล้วยังมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งนี้เพราะการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่สามารถแยกออกจาก วิทยาศาสตร์และผลผลิตของวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ และว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะแตกต่างจากการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์และความลึกซึ้งของความรู้วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมากสำหรับการเรียนการสอนในแต่ละระดับคุณค่าของแบบจำลอง และการใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ก็ได้รับความสนใจมากขึ้น ทั้งหมดนี้เป็นเพราะว่าแบบจำลองมักถูกใช้ในการสนทนาในชีวิตประจำวัน การเรียน การทดลอง และการทำนาย ดังนั้นการสร้างแบบจำลองและการใช้แบบจำลองจึงเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ (Gibert and Ireton, 2003 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

แบบจำลองและการสร้างแบบจำลองแสดงบทบาทสำคัญในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนก็สามารถเรียนรู้คล้ายคลึงกับการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ได้โดยการเข้าร่วมทำกิจกรรมในลักษณะคล้าย ๆ กัน การสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Gilbert and Boulter, 2000, p.619) นักเรียนสามารถเรียนรู้วิธีการใช้แบบจำลองอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติให้ดูสมเหตุสมผลด้วยตัวของเขาเอง กล่าวโดยสรุปแล้วการสร้างแบบจำลองได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงยุทธวิธีการคิดที่สำคัญ ได้จัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้เรียน เนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Well, Hestenes and Swackhammer, 1995 Harrison and Treagust, 2000 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นเพียงด้านความรู้นั้นถูกวิจารณ์มากวิทยาศาสตร์เป็นเพียงข้อสรุปที่สวยหรู ซึ่งนำเสนอข้อเท็จจริงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากกว่าแสดงให้นักเรียนเห็นถึงกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Loper, 2005, p.1 as cited in Schwab, 1962, p.24 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

สมาคมชาวอเมริกันเพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1993, p.267) ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการจัดการศึกษามากขึ้น มีการแนะนำให้ใช้แบบจำลองเป็นสื่อการสอนประกอบหลักสูตรและควรจะพัฒนาความเข้าใจบทบาทของ

แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนให้มากขึ้น นอกจากนี้สำนักงานมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (NSES) ได้ชี้ให้เห็นถึงคุณค่าของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้หน่วยบูรณาการในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนทุกระดับชั้น (NRC, 1996, p.104 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

แม้ว่านักการศึกษาจะมีความพยายามสนับสนุนให้มีการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแต่ช่องว่างระหว่างการปฏิบัติกับสิ่งที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของหลักสูตรเกี่ยวกับการนำแบบจำลองไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ยังห่างไกลกันมาก (Gilbert and Ireton, 2003 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าครูไม่สามารถประยุกต์ทฤษฎีไปสู่การสอนโดยแบบจำลองเป็นฐานได้ (Gobert and Buckley, 2000; Aktan, M.B., 2005) นักวิจัยหลายคนแนะนำว่า การสร้างแบบจำลองว่าจะเป็นส่วนแกนของการศึกษาวิทยาศาสตร์เพราะว่ามันเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ศึกษาธรรมชาติและความซับซ้อนของปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Justi and Gilbert, 2002a, 2002; Van Driel and Verloop, 2002) ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาความเข้าใจของพวกเราเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและเข้าใจบทบาทของแบบจำลองในหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทั้ง 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ควบคู่กันไป

3.2 ความหมายของแบบจำลอง

แบบจำลอง เป็นคำมาจากภาษาอังกฤษว่า "Model" ในภาษาไทยมีคำแปลหลายคำที่ปรากฏ เช่น ตัวแบบ แบบจำลอง แบบแผน รูปแบบ หุ่นจำลอง รูปหุ่น เป็นต้น แต่บางคนใช้ทับศัพท์ว่า โมเดล มีการใช้คำว่าแบบจำลองทั้งในศิลป์และวิทยาศาสตร์ ในทางศิลป์แบบจำลองอาจจะเป็นบุคคลหรือรูปปั้น ในทางวิทยาศาสตร์แบบจำลองอาจจะหมายถึงแนวคิด วัตถุ หรือระบบ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Hestenes (1996, p.8 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) กล่าวว่า แบบจำลองหมายถึง สิ่งที่เป็นตัวแทนของโครงสร้างในระบบทางกายภาพและ/หรือคุณสมบัติของระบบทางกายภาพ

Gilbert Boulter and Elmer (2000, p.11) กล่าวว่า แบบจำลอง หมายถึง การเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์อย่างเฉพาะเจาะจง

Harrison and Treagust (2000 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) แบบจำลองหมายถึง การใช้รูปร่างและแบบแผนที่เสมือนจริงแสดงลักษณะของระบบ ซึ่งทำให้ลักษณะที่สำคัญมีความเด่นชัดและมองเห็นได้เพื่อสร้างความเข้าใจก่อให้เกิดคำอธิบายหรือการทำนายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางกายภาพ

Justi and Gilbert (2003 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) แบบจำลอง คือ สิ่งที่ใช้แทนแนวคิด เหตุการณ์ วัตถุ กระบวนการและอื่น ๆ แบบจำลองสามารถใช้ในจุดหมายที่แตกต่างกันหลายอย่าง เช่น เพื่อการสร้างสรรค์ เพื่อการทดสอบ เพื่อการทำนาย เพื่อสนับสนุน และเพื่อใช้แทนแนวคิด สุดท้ายแบบจำลองก็จะถูกยอมรับและเชื่อถือจากบางคนที่เป็นกลุ่มของนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์

Gilbert (2005 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) ได้ให้ความหมายของแบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่เป็นวัตถุหรือความคิดในทางวิทยาศาสตร์ แบบจำลองเป็นผลของสิ่งที่ปรากฏออกที่อธิบายปรากฏการณ์หรือความคิดที่มากกว่านั้น เช่น แบบจำลองโครงสร้างของอะตอม แบบจำลองแสดงการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์

Halloun (2006, p.24 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) แบบจำลอง หมายถึง การจัดระบบทางมโนทัศน์ภายในบริบทของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไปยังแบบแผนของโครงสร้างและลักษณะของระบบทางกายภาพที่เฉพาะเจาะจง

Ornek (2008, p.5 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) แบบจำลอง คือ ผลของการสร้างสิ่งที่เป็นตัวแทนของวัตถุปรากฏการณ์หรือแนวคิดจากเป้าหมายกับแหล่งข้อมูล

กฤษณา โภคพันธ์ (2554, หน้า 29 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้ว่า เป็นการสร้างคำอธิบายและสิ่งที่เป็นตัวแทนที่ใช้อธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ธรรมชาติให้เห็นเป็นรูปธรรม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่เป็นวัตถุหรือความคิดเพื่อใช้อธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ให้เห็นเป็นรูปธรรมด้วยการวาดภาพ การใช้กราฟ การพูดอธิบาย การวาดภาพประกอบการอธิบาย หรือการเขียนอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์หรือรูปภาพที่กำหนดให้ เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นได้รับรู้

3.3 ประเภทของแบบจำลอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีด้วยกันหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาพบว่าประกอบด้วย 2 ลักษณะคือ 1) การจำแนกตามวัตถุประสงค์และหน้าที่ของแบบจำลองที่ใช้ในการสอนและการเรียนรู้ในบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ 2) การจำแนกตามรูปแบบของการเป็นตัวแทนทางความคิด (Forms of Representation หรือ Modes of Representation) โดยมีรายละเอียดของแต่ละเกณฑ์ดังนี้

3.3.1 การจำแนกตามวัตถุประสงค์และหน้าที่ของแบบจำลองที่ใช้ในการสอนและการเรียนรู้ในบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักวิชาการได้ศึกษาและจัดประเภทของแบบจำลองไว้ ดังต่อไปนี้

Gibert, Boulter and Emer (2000, p.12; Gibert, 2004, pp.117-118) ได้จำแนกแบบจำลองตามลักษณะที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) คือ เป็นตัวแทนทางสติปัญญาเฉพาะบุคคลที่สร้างขึ้นโดยบุคคลนั้นและอยู่ภายในความคิดของบุคคลนั้น

2. แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) คือ การเป็นตัวแทนของแบบจำลองทางความคิดที่บุคคลได้สื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้

3. แบบจำลองที่เป็นมติ (Consensus Model) คือ แบบจำลองที่แสดงออกซึ่งได้รับการยอมรับจากกลุ่มบุคคลหรือเฉลี่ยที่ศึกษาเรื่องนั้น ๆ จากการได้อธิบายหรือทำการทดลอง มีความเห็นส่วนรวม

4. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Model) คือ แบบจำลองที่แสดงออกที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ จากการได้ทดสอบด้วยการทดลองและเผยแพร่ผ่านวารสารเชิงวิชาการต่อไป หรือเป็นแบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจตรวจสอบและสร้างขึ้น เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ เช่น แบบจำลองอะตอมของชโรดิงเจอร์ แบบจำลองรอยต่อ p-n ในสารกึ่งตัวนำ และแบบจำลองเชื้อไวรัสเอดส์ เป็นต้น

5. แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ (History Model) คือ แต่จำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอมของโบร์ แบบจำลองการนำไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม เป็นต้น

6. แบบจำลองที่ใช้ในหลักสูตร (Curricular Models) คือ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองทางประวัติศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบของการทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

7. แบบจำลองที่ใช้ในการสอน (Teaching Models) คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ แบบจำลองที่ใช้ในหลักสูตร เช่น การใช้แนวเทียบของอะตอมกับระบบสุริยะ เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถพัฒนาได้โดยครูผู้สอนหรือนักเรียน

8. แบบจำลองผสม (Hybrid Models) คือ แบบจำลองที่ครูผู้สอนได้รวบรวมลักษณะของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ หรือแบบจำลองที่ใช้ในหลักสูตรในบริบทของการสืบสวน ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้ใช้สำหรับการเรียนการสอนหรือระบุเพิ่มเติมไว้ในหลักสูตร

Gilbert, Boulter and Elmer (2000, p.13) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบจำลองที่แสดงออกในการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยแบ่งตามลักษณะการเป็นตัวแทนที่สำคัญได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ลักษณะที่เป็นวัตถุ (Concreate or Material Mode) คือ 3 มิติ และทำจากวัสดุที่คงทน เช่น แบบจำลองแรงยึดเหนี่ยวไอออนที่ทำจากพลาสติก แบบจำลองระบบไหลเวียนโลหิตของมนุษย์ที่ทำจากพลาสติกผสมสี แบบจำลองปีกเครื่องบินที่ทำจากโลหะ เป็นต้น

2. ลักษณะที่เป็นภาษา (Verbal Mode) คือ การพูดหรือการเขียนที่ประกอบด้วยการพรรณนาเกี่ยวกับเอกลักษณ์และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่แสดงแทนเช่นการแสดงธรรมชาติของโครงสร้างโมเลกุล เส้นเลือดดำและเส้นเลือดแดง เป็นต้น

3. ลักษณะที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Mode) คือ การใช้ชุดของตัวเลขหรือตัวอักษรที่แสดงข้อตกลงทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ สมการทางเคมี และการแสดงสมการทางคณิตศาสตร์เช่น กฎของแก๊ส กฎของอัตราการเกิดปฏิกิริยา เป็นต้น

4. ลักษณะที่เป็นภาพ (Visual Mode) คือ การใช้กราฟ แผนผัง แผนภาพที่เป็น 2 มิติและภาพเคลื่อนไหว เช่น แผนผังโครงสร้างทางเคมี เป็นต้น

5. ลักษณะที่เป็นการเคลื่อนไหว (Gestural Mode) คือ การใช้ร่างกายหรือส่วนหนึ่งของร่างกายเช่น นักเรียนเคลื่อนที่เพื่อแสดงแทนการเคลื่อนที่ของไอออนในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาอิเล็กโทรไลต์ เป็นต้น

Harrison and Treagust (2000, pp.1014-1017 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) ได้ศึกษาความเหมือนและความต่างของแบบจำลองที่ใช้ในการสอนและการเรียนรู้ในบทเรียนทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานแบบจำลองที่เรียกว่า แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ (Analogical Models) จนสามารถจัดประเภทของแบบจำลองตามวัตถุประสงค์และหน้าที่ของแบบจำลองแต่ละประเภทรวมแบ่งได้ทั้งหมด 10 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองมาตราส่วน (Scale Models) คือ แบบจำลองที่สะท้อนลักษณะทางภายนอก ขนาดสีรูปร่างและโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการสร้างขึ้นเป็นแบบจำลอง เช่น แบบจำลองสัตว์ต่าง ๆ พืชรถยนต์ หรือตุ๊กตาของเล่น เป็นต้น

2. แบบจำลองเชิงเทียบที่ใช้ในการสอน (Pedagogical Analogical Models) คือ แบบจำลองที่แสดงโครงสร้างของสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงซึ่งมีลักษณะเหมือนกันกับแบบ ตำแหน่งต่อตำแหน่งและเน้นที่ลักษณะสำคัญมักทำจากวัสดุ เช่น การใช้วัสดุกรมและแท่งทรงกระบอกเชื่อมต่อกันเป็นแบบจำลองของอะตอมและโมเลกุล เป็นต้น

3. แบบจำลองที่เป็นสัญลักษณ์ (Iconic and Symbolic Madels) คือ แบบจำลองที่มีลักษณะเป็นสัญลักษณ์ สูตรหรือสมการ มักใช้ในทางเคมีเพื่ออธิบายและสื่อออกมาเป็นแบบจำลอง เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แทนด้วยสัญลักษณ์ CO_2 หรืออยู่ในรูป O=C=O เป็นต้น

4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) คือ แบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ทางมโนทัศน์ในองค์ประกอบและกระบวนการทางกายภาพซึ่งแสดงได้เป็นสมการและกราฟ เช่น กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันเขียนแทนได้เป็น f = MA เผลอกฎของบอยล์เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น K = PV เป็นต้น โดยแบบจำลองประเภทนี้มีความเป็นนามธรรมแม่นยำและทำนายได้มากที่สุดจากบรรดาแบบจำลองทั้งหมดและนักเรียนควรที่จะสามารถพูดหรือเขียนอธิบายจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ได้ด้วย

5. แบบจำลองทางทฤษฎี (Theoretical Models) คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานของลักษณะทางทฤษฎีเพื่อใช้ในการบรรยายและอธิบาย เช่น การเขียนเส้นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อใช้แทนแรงและโปรตอน เป็นต้น

6. การใช้แผนที่แผนผังและตารางเป็นแบบจำลอง (Maps, Diagrams and Tables) เป็นแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของแบบแผน เส้นทาง และความสัมพันธ์ที่นักเรียนสามารถสังเกตและจำแนกได้โดยง่ายมีลักษณะเป็น 2 มิติ เช่น ตารางธาตุ ผังต้นไม้แสดงวิวัฒนาการ แผนที่อากาศแผนผังวงจรไฟฟ้าระบบไหลเวียนโลหิต แผนผังแสดงห่วงโซ่อาหาร เป็นต้น

7. แบบจำลองเชิงมโนทัศน์และกระบวนการ (Concept-Process Models) เป็นแบบจำลองที่เน้นการอธิบายกระบวนการในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น สมการรีดอกซ์และสมการสมดุลทางเคมี การอธิบายการหักเหของแสงด้วยการวาดเป็นวงกลมเป็นในลักษณะแถวเรียงกันเคลื่อนที่เปลี่ยนตัวกลางที่ต่างกัน เป็นต้น

8. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นแบบจำลองที่มีลักษณะเคลื่อนไหวโดยแสดงกระบวนการที่ซับซ้อนและยุ่งยากในการทำความเข้าใจ เช่น การแสดงเที่ยวบินของอากาศยานปฏิกิริยานิวเคลียร์ การเกิดภาวะโลกร้อน เป็นต้น โดยแบบจำลองนี้มีข้อดีที่ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินเนื่องจากเป็นสถานการณ์เสมือน

9. แบบจำลองทางความคิด (Mental Models) เป็นแบบจำลองของบุคคลที่เกิดจากกระบวนการทางสติปัญญา

10. แบบจำลองสังเคราะห์ (Synthetic Models) เป็นแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นเมื่อเรียนจบบทเรียนทางวิทยาศาสตร์เช่นนักเรียนเปรียบเทียบไข่กับชั้นอิเล็กตรอนที่สามารถช่วยปกป้องโครงสร้างของมันได้ เป็นต้น

3.3.2 การจำแนกแบบจำลองตามรูปแบบของการเป็นตัวแทน พบว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สามารถแสดงออกมาได้หลากหลายรูปแบบหรือกล่าวได้ว่ามีรูปแบบของการเป็นตัวแทนได้หลายลักษณะ (Forms of Representation) ทั้งนี้มีนักวิชาการได้ศึกษาและจัดแบ่งประเภทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

Gilbert, Boulter and Elmer (2000, p.13) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบจำลองที่แสดงออกในการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยแบ่งตามลักษณะการเป็นตัวแทนที่สำคัญได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ลักษณะที่เป็นวัตถุ (Concreate or Material Mode) คือ 3 มิติ และทำจากวัสดุที่คงทน เช่น แบบจำลองแรงยึดเหนี่ยวไอออนที่ทำจากพลาสติก แบบจำลองระบบไหลเวียนโลหิตของมนุษย์ที่ทำจากพลาสติกผสมสี แบบจำลองปีกเครื่องบินที่ทำจากโลหะ เป็นต้น

2. ลักษณะที่เป็นภาษา (Verbal Mode) คือ การพูดหรือการเขียนที่ประกอบด้วยการพรรณนาเกี่ยวกับเอกลักษณ์และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่แสดงแทนเช่นการแสดงธรรมชาติของโครงสร้างโมเลกุล เส้นเลือดดำและเส้นเลือดแดง เป็นต้น

3. ลักษณะที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Mode) คือ การใช้ชุดของตัวเลขหรือตัวอักษรที่แสดงข้อตกลงทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ สมการทางเคมี และการแสดงสมการทางคณิตศาสตร์เช่น กฎของแก๊ส กฎของอัตราการเกิดปฏิกิริยา เป็นต้น

4. ลักษณะที่เป็นภาพ (Visual Mode) คือ การใช้กราฟ แผนผัง แผนภาพที่เป็น 2 มิติและภาพเคลื่อนไหว เช่น แผนผังโครงสร้างทางเคมี เป็นต้น

5. ลักษณะที่เป็นการเคลื่อนไหว (Gestural Mode) คือ การใช้ร่างกายหรือส่วนหนึ่งของร่างกาย เช่น นักเรียนเคลื่อนที่เพื่อแสดงแทนการเคลื่อนที่ของไอออนในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาอิเล็กโทรไลต์ เป็นต้น

Dolin (2002 อ้างอิงใน Guttersrud, 2007 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554, หน้า 35) ได้ระบุประเภทของแบบจำลองในการแสดงความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยแบ่งตามลักษณะการเป็นตัวแทนไว้ 5 แบบ ดังนี้

1. แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด (Pictorial Representation) คือ การแสดงความเข้าใจในลักษณะของภาพวาด สัญลักษณ์ แผนผังหรือรูป

2. แบบจำลองที่นำเสนอการทดลอง (Experimental Representation) คือ การแสดงขั้นตอนการทดลองด้วยการวาดภาพวัสดุอุปกรณ์พร้อมทั้งสัญลักษณ์และข้อความ

3. แบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก (Graphical Presentation) คือ การแสดงความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในลักษณะของตารางแผนภูมิแท่งและกราฟที่เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

4. แบบจำลองที่แสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation) คือ การแสดงความเข้าใจในลักษณะการเขียนบรรยายหรือผู้โดยสรุปเป็นมโนทัศน์จากผลการสำรวจตรวจสอบหรือข้อมูลจากการทดลอง

จากการศึกษาประเภทของแบบจำลองข้างต้นสรุปได้ว่า การจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นจากแบบจำลองทางความคิดโดยแสดงออกมาเป็นแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ในลักษณะรูปแบบของการเป็นตัวแทนทางความคิด ได้แก่ แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด แบบจำลองที่แสดงด้วยภาษา และแบบจำลองที่แสดงด้วยวัตถุ

3.4 ลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลอง

ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะแบ่งออกเป็นหลายประเภทดังกล่าวข้างตน แต่อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเหล่านี้ก็มีลักษณะที่สำคัญดังนี้ (Gilbert and Ireton, 2003 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554)

1. ไม่เป็นของจริง (artificial) เพราะแบบจำลองทุกชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็น ตัวแทนของสิ่งอื่น ๆ ซึ่งคำว่า ไม่เป็นของจริง ในที่นี้ไม่ได้ หมายความว่า เป็นของปลอม (false)

2. คำนึงถึงประโยชนเป็นหลัก (Utilltaran) โดยแบบจำลองถูกตั้งขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างกล่าวคือมักใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายแทนที่จะใช้เป็นตัวแทนของเป้าหมายทั้งหมดเช่นแบบจำลองของโลกจะใช้ประโยชน์เพื่ออธิบายลักษณะทางภูมิศาสตร์ ใช้เพื่อศึกษากระบวนการทางธรณีวิทยา เป็นต้น

3. ง่าย (simplified) แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นจะต้องมีกระบวนการสร้างแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนและมีข้อมูลหรือรายละเอียดน้อยกว่าเป้าหมาย

4. ต้องตีความหมาย (Interpreted) โดยแบบจำลองทุกชนิดจะต้องตีความหมายเพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นเป้าหมาย การตีความหมายแบบจำลองจะยากง่ายไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับประเภทของแบบจำลอง เช่น Scale Model จะถูกตีความได้ง่ายกว่าแบบจำลองที่เป็นภาพหรือแผนผัง เช่น แผนที่ทางหลวงผังเมือง เป็นต้น

5. มีความไม่สมบูรณ์ (Imperfect) โดยแบบจำลองทุกชนิดจะไม่มีความสมบูรณในการเป็น ตัวแทนของเป้าหมาย เนื่องจากมีเฉพาะเป้าหมายเท่านั้นที่ถือว่าสมบูรณ์ที่สุด

Gilbert, Boulter and Elmer (2000, p.11) ได้กล่าวถึงลักษณะองค์ประกอบของแบบจำลองซึ่งมีทั้งแบบจำลองทั่วไปและแบบจำลองที่มีความเป็นนามธรรมทั้งนี้และจำลองอ่านประกอบด้วยบางส่วนหรือทั้งหมดซึ่งสามารถสรุปส่วนประกอบของแบบจำลองได้ ดังนี้

1. เอกลักษณ์ (Entities) ที่เป็นวัตถุหรือสิ่งที่จับต้องได้ที่มองเห็นได้ทั้งที่แยกออกมา เช่น ล้อรถ เป็นต้น หรือส่วนประกอบหนึ่งที่สนใจ เช่น ล้อรถที่ติดกับรถยนต์ เป็นต้น

2. เอกลักษณ์ที่มีความเป็นนามธรรม (Abstraction) ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาหรือไม่สามารถจับต้องได้แต่ประพฤติตัวเรากับวัตถุที่สามารถสัมผัสได้ เช่น แรงและพลังงาน เป็นต้น

3. ความผสมผสานกัน (Mixture) ของเอกลักษณ์ ระหว่างสิ่งที่สัมผัสจับต้องได้กับสิ่งที่ประพฤติตัวราวกับเป็นวัตถุที่สัมผัสได้

4. ระบบ (System) ที่แสดงความสัมพันธ์เอกลักษณ์

5. เหตุการณ์ (Even) ที่แสดงพฤติกรรมเอกลักษณ์ที่อยู่ในระบบที่สนใจที่มีข้อจำกัดในด้านเวลา เช่น แบบจำลองของการแข่งขันกรีฑา

6. กระบวนการ (Process) ของเหตุการณ์ที่อยู่ในระบบที่มีผลลัพธ์ชัดเจน เช่น วิธีการของ Bosch Haber ในการผลิตแอมโมเนียจากไนโตรเจนและไฮโดรเจน เป็นต้น

Aktan (M.B.,2005, p.11 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) กล่าวว่าลักษณะทั่วไปของแบบจำลองอาจจะแตกต่างกันบ้างแต่ลักษณะทั่วไปยังคงเหมือนกันทุกแบบจำลองและได้กำหนดลักษณะของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. แบบจำลองมักจะสัมพันธ์กับเป้าหมายสอดคล้องกับความเป็นจริงตามธรรมชาติและแบบจำลองมีรายละเอียดน้อยกว่าเป้าหมายของมัน

2. แบบจำลองสอดคล้องกับหลักฐานซึ่งได้รับจากการสังเกตปรากฏการณ์โดยทางตรงและทางอ้อม

3. แบบจำลองมีความสมเหตุสมผลและแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของเป้าหมายกับปรากฏการณ์

4. แบบจำลองใช้รูปแบบความสัมพันธ์ของโครงสร้าง (นั่นคือมีความสุขเหตุสมผลและมีรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างโครงสร้างของแบบจำลองแต่ละส่วน) ทำหน้าที่แทนสิ่งของความคิด ทฤษฎี หรือเลียนแบบของจริง

5. แบบจำลองต้องเป็นตัวแทนแบบจำลองสามารถปรับปรุงได้ แบบจำลองอาจจะได้รับการยอมรับหรือถูกละทิ้งก็ได้

3.5 ลักษณะแบบจำลองที่ดี

Mayer (1989, p.50 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) กำหนดไว้ว่าแบบจำลองที่ดีจะต้องมีองค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน ดังนี้

1. มีความสมบูรณ์ในเชิงโครงสร้างกล่าวคือแสดงองค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมดของแนวคิดที่ต้องการอธิบายได้

2. มีความสอดคล้องและเหมาะสมในระดับของรายละเอียดที่ต้องการอธิบาย

3. มีความเหมาะสมของภาษาและรูปแบบการนำเสนอ

4. มีความเป็นรูปธรรมในการนำเสนอเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนประกอบของแบบจำลองอย่างชัดเจน

5. ให้คำอธิบายมโนมติที่ชัดเจนและสามารถอธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้

6. ชี้ให้เห็นถึงสิ่งที่แบบจำลองสามารถอธิบายได้ถูกต้องและข้อจำกัดของแบบจำลอง

เสรี ชัดแช้ม (2538, หน้า 51 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) กล่าวไว้ว่าแบบจำลองที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. แบบจำลองควรประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างตัวแปรมากกว่าที่จะเน้นความสัมพันธ์แบบรวม ๆ

2. แบบจำลองควรนำไปสู่การทำนายผลที่ตามมาซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์โดยเมื่อทดสอบแบบจำลองแล้วถ้าปรากฏว่าแบบจำลองไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แบบจำลองนั้นก็จะถูกยกเลิกไป

3. แบบจำลองควรอธิบายโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของเรื่องที่ศึกษาได้

4. แบบจำลองควรนำไปสู่การสร้างแนวความคิดใหม่ของเรื่องที่ศึกษาได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย สรุปได้ว่า การให้ความเห็นเกี่ยวกับลักษณะแบบจำลองของแต่ละคนมีความแตกต่างกันแต่ทุกแนวคิดก็แสดงให้เห็นถึงลักษณะทั่วไปที่เหมือนกัน แบบจำลองที่ดีจึงประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. แบบจำลองต้องสอดคล้องกับข้อมูลจากการสังเกตและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้

2. แบบจำลองจะต้องสอดคล้องกับหลักการกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

3. แบบจำลองจะต้องสามารถทำนายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง

4. แบบจำลองจะต้องมีความเรียบง่าย

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Lesh and Doer, 2003 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) และมีข้อได้เปรียบกว่าการสอนตามทฤษฎีการปรับเปลี่ยนมโน อยู่ 3 ประการดังนี้ ประการแรกการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานยอมรับวิธีการให้เหตุผลที่หลากหลายผ่านการใช้ภาพประกอบ รูปภาพ แบบจำลอง (Shin and Lemo, 2003 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) ประการที่สอง การสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไม่เพียงแต่บรรยายกลไกของการปรับเปลี่ยนมโนมติแต่ยังเสนอยุทธวิธีการสอนสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้มโนมติทางวิทยาศาสตร์ด้วย (Hestenes, 1987 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) ประการที่สาม การสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นบทบาทของนักเรียนเป็นสำคัญในการใช้และสร้างแบบจำลองและพิจารณาทางเลือกอื่น ๆ ระหว่างกระบวนการสร้างแบบจำลองของนักเรียนจะประทับใจในอำนาจของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Schwartz and Lederman, 2005 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) ฝึกฝนการสร้างแบบจำลองโดยวิธีการของเขาเอง (Doerr, 1996 อ้างอิงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) จุดประสงค์ของการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานก็เพื่อพัฒนายุทธวิธีสอนที่ส่งเสริมการสร้าง การวิจารณ์ และการปรับเปลี่ยนความคิดรวบยอด ในปัจจุบันการวิจัยทางการศึกษาพิจารณาว่าการสร้างแบบจำลองเป็นวิธีทางสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ (Gobert, 2000) จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยพบว่า มีการนำการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้แตกต่างกัน เช่น การประเมินสาเหตุและผลของแบบจำลอง (White and Frederiksen, 1998) การจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองรูปธรรม (Concrete Model) (Gilbert and Ireton, 2003) และการปรับปรุงแบบจำลองรูปธรรม (Concrete Model) (Stewart and Hafner, 1991) การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ (Buckley, 2000) กระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนวิจารณ์แบบจำลองกับเพื่อน (Gobert, et al., 2000)

Kloffer (1970 อ้างอิงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) เชื่อว่าการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากว่านักเรียนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปที่มีความคิดยังไม่ฝังแน่นอยู่กับทฤษฎีต่าง ๆ นั้นถ้าได้รับการศึกษาที่จะรอบคอบไม่ด่วนยัดเยียดทฤษฎีทั้งหลายให้ยอมรับกันง่าย ๆ แล้วก็จะมีโอกาสได้

เข้าร่วมในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองแบบต่าง ๆ และจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากพฤติกรรมที่แสดงออก ดังนี้

1. การตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีแบบจำลอง หมายถึง การยอมรับว่าการสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การสร้างแบบจำลองที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม หมายถึง นักเรียนจะต้องพยายามสร้างข้อความที่มีความหมายกว้างขวางครอบคลุมถึงปรากฏการณ์ทั้งปวงที่อยู่ในขอบข่ายเรื่องที่ศึกษานั้น ๆ

3. การระบุถึงปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง หมายถึง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อสรุปในรูปของกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ และผลการสังเกตอย่างรอบคอบ

4. การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลอง หมายถึง นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการสร้างสมมติฐานขึ้นมาโดยอาศัยแบบจำลองเป็นแนวทางและทำการทดลองทดสอบสมมติฐาน

5. การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลอง หมายถึง นักเรียนจะต้องหาทางวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่พบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และพิจารณาตัดสินว่าแบบจำลองที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่

6. การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองเมื่อมีการค้นพบปรากฏการณ์ข้อเท็จจริงหลักการหรือกฎใหม่ ๆ ที่มิอาจอธิบายได้ด้วยแบบจำลองที่มีอยู่เดิมก็จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองนั้น ๆ

โดยสรุปแล้วการประยุกต์ใช้การสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ 1) นักเรียนใช้สำรวจปรากฏการณ์ด้วยแบบจำลอง 2) นักเรียนเปรียบเทียบแบบจำลองที่แตกต่างกันเพื่อหาจุดแตกต่าง 3) นักเรียนสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง และจากการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติสูงขึ้น เช่น กระแสไฟฟ้า การหายใจของเซลล์ และสิ่งมีชีวิตนิเวศวิทยาการเคลื่อนของแผ่นเปลือกโลก เป็นต้น (Rea-Ramirez. 1998; Clement and Steinberg, 2002; Gobert, et al., 2002 อ้างอิงใน สุวิทย์ คงภักดี, 2553, หน้า 64-65)

4.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Vygotsky (1987 ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) อธิบายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง ทฤษฎีที่มีการสร้างโมเดลขึ้นในการเรียน การสอน โดยมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และ ระหว่างนกักเรียนกับนักเรียน เพื่อการ พัฒนาความคิด

Bell (1995 อ้างอิงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) อธิบายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การใช้แบบจำลองในการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถทำให้เข้าใจแนวคิด และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

Gobert and Buckley (2000) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการในการทำ ความเข้าใจ และอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้น อย่างต่อเนื่อง

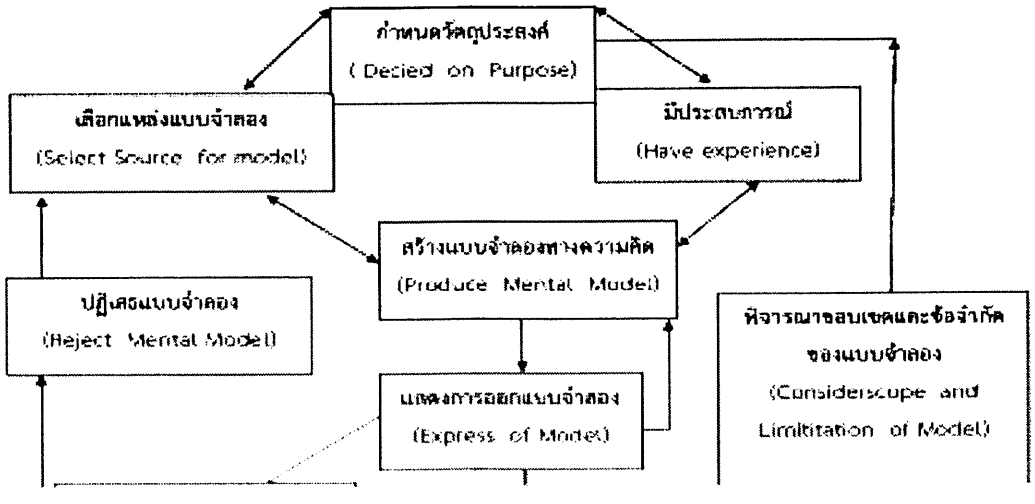
Clement et al., (2007 อ้างอิงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) อธิบายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจาก ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาเกี่ยวกับแบบจำลองทางความคิด

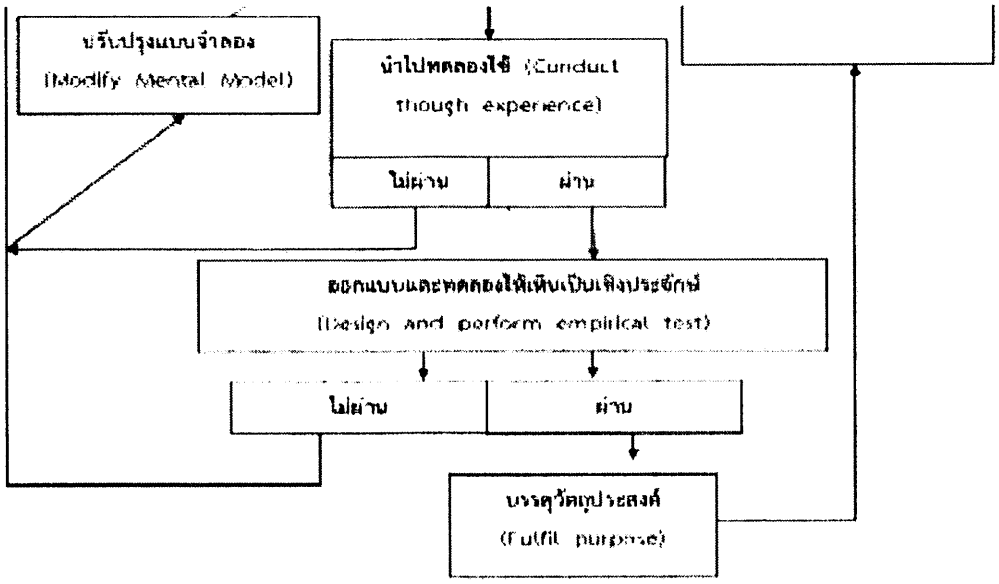
โดยสรุป การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการในการทำ ความเข้าใจ และอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้น อย่างต่อเนื่อง

4.3 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างและปรับปรุงแบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษาได้มีนักการศึกษาหลายคนที่กล่าวถึงกรอบแนวคิดและขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานตามรายละเอียด ดังนี้

Justi and Gilbert (2002) ได้กำหนดกรอบแนวคิดของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แสดงดังภาพ 1





ภาพ 1 กรอบแนวคิดของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง

ที่มา : Justi and Gilbert, 2002

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองนั้น Gobert and Buckley (2004) ได้จัดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้เป็นลำดับ ดังนี้

1. ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

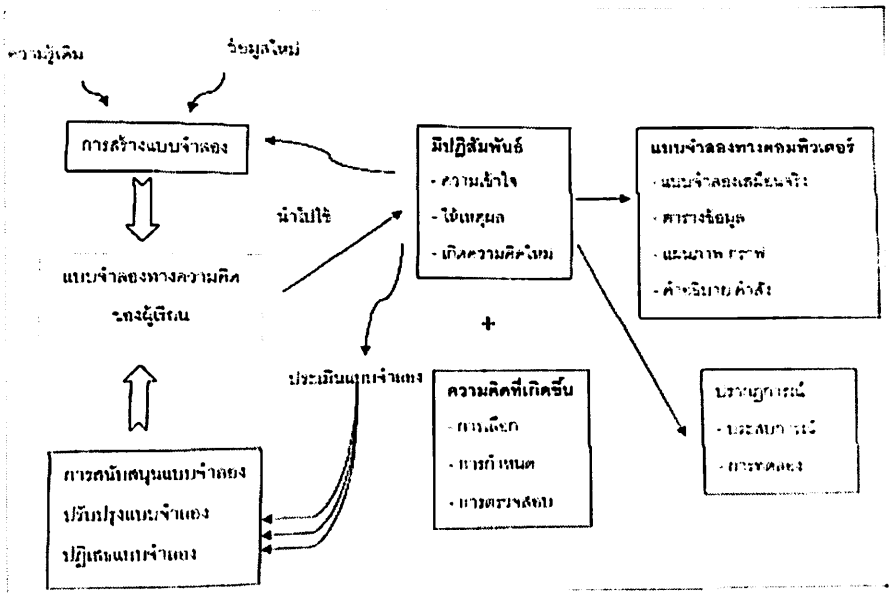
2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดที่ผู้เรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปอ้างอิงแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

3. ผู้เรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันทั้งข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การงาน พฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้น ๆ เขียนเป็นแผนผังแนวคิด (Concept Mapping) โดยเปรียบเทียบจากปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึง (Analogous system) ที่นักเรียนทราบจากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง

4. นำแบบจำลองไปใช้และประเมิน ในค่ำนี้นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างนั้นถูกปฏิเสธเนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอนักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น

5. ขยายแบบจำลอง (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

จากข้อมูลข้างต้น Buckley, et al (2004) ได้สรุปแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้เป็นวัฏจักร แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ที่มา : Buckley, et al (2004)

จากกรอบแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งเริ่มต้นจากการกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดที่เป็นตัวแทนทางวัตถุ แนวคิด เหตุการณ์ ลืมปรากฏการณ์ต่าง ๆ และกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแบบจำลองออกมา จากนั้นครูจึงประเมินแบบจำลองเพื่อสนับสนุนปรับปรุงหรือปฏิเสธแบบจำลองหากไม่เหมาะสมในการเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น ๆ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน เมื่อนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้มีความเหมาะสมแล้วจึงนำแบบจำลองไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้นต่อไป

Steer (2005, p.416) ได้ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนมติไว้เป็น 4 ระยะตามลำดับ ดังนี้

1. ระยะแสดงความรู้เดิม (Address Preconception Phase) นักเรียนควรจะสร้างแบบจำลองเบื้องต้นเกี่ยวกับมโนมติที่ศึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของพวกเขาเกี่ยวกับการสร้างและความถูกต้องของแบบจำลอง

2. ระยะพัฒนาแบบจำลอง (Model Development Phase) สนับสนุนและให้ข้อมูลที่ขัดแย้งในการนำเสนอของนักเรียนเพื่อต้องการให้นักเรียนประเมินและปรับปรุงแบบจำลองของพวกเขา แนวทางในการแก้ไขแบบจำลองกลายเป็นเครื่องมือการประเมินหลักที่ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ แบบจำลองที่พัฒนาโดยครูผู้สอนและถูกใช้เพื่อตรวจสอบ (หรือออภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัด) ในแบบจำลองของนักเรียน

3. ระยะประเมินแบบจำลอง (Validation Phase) ขั้นตอนในการตรวจสอบยังเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการรู้คิดที่ใช้ในการทำงานเพื่อเปรียบเทียบและข้อแตกต่างของแนวคิด (เช่น นักเรียน) แบบจำลองเหล่านี้ได้รับการพัฒนา ผู้ที่มีความรู้ความสามารถ

4. ระยะขยายแบบจำลอง (Model Extension Phase) ความรู้ที่ได้จากขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วส่งต่อไปยังแบบจำลองทางความคิดที่ครอบคลุมเนื้อหาและกระบวนการของแนวคิดวงจรนี้ยังคงต่อเนื่องและนักเรียนเหล่านี้จะมีการ จำลองทางความคิดใหม่และปรับปรุงแนวคิดในหลักสูตร

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกหลายคนที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานตามกรอบแนวคิดของ Gobert and Buckley (2002) และนำมาปรับปรุงขั้นตอนให้มีความเหมาะสมกับบริบทและเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. สำรวจแนวคิด ใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2. ประเมินและทบทวนแนวคิด ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง

3. รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง

4. นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ นักเรียนทำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้และอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

5. ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดียิ่งขึ้น

4.4 ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิด อย่างต่อเนื่อง โดยเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างแบบจำลองด้วยตนเองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ มี การแสดงออกแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นได้รับรู้ รวมทั้งการทดสอบ ประเมิน และ ปรับปรุงแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น จากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีหลายด้านด้วยกัน ได้แก่ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านกระบวนการเรียนรู้ ด้านเจตคติ เป็นต้น

ในด้านความเข้าใจ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมี ความเข้าใจในแนวคิดทางเคมีและแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Harrison and Treagust (2002) ที่ตรวจสอบความเข้าใจในแนวคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ได้แก่ แนวคิดเกี่ยวกับ อะตอม โมเลกุล และพันธะเคมี หลังการใช้แบบจำลองที่หลากหลายในการสอน ได้แก่ แบบจำลองที่ เป็น metaphor และ analogy โดยขั้นตอนในการจัดการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ กำหนดเป้าหมาย การปฏิบัติการ และการสะท้อนผล หรือเรียกย่อ ๆ ว่า FAR ซึ่งมีลักษณะกิจกรรม จะเป็นการนำแบบจำลอง analogy ที่หลากหลายทั้งที่มีลักษณะเหมือนและไม่เหมือนกับแนวคิดเป้าหมายแต่นักเรียนมีความคุ้นเคย จากการศึกษาพบว่าการใช้แบบจำลองที่หลากหลายในการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ Khan (2008) ที่ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์จำลอง ที่อาศัยหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอของนักเรียนกิจกรรม simulation ที่ใช้ประกอบด้วยการทำนายกลไกของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของกราฟ มุมมองในระดับนาโน และการใช้อุปมาอุปมัยที่เคลื่อนไหวได้ โดยจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง ประเมินและ ปรับปรุงความรู้ของตนเองเสมอ จากการศึกษาพบว่า กิจกรรมดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดทางเคมีได้ดีและมีความเข้าใจมากขึ้น

ในด้านกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Maia and Justi (2009) ที่ศึกษา กระบวนการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี จากการเสนอโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนามาจาก แบบจำลองและสร้างแบบจำลอง โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยการสาธิตของแล้วนักเรียนสังเกต การเปลี่ยนแปลงนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางความคิดและแสดงออก

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานข้างต้น ผู้วิจัยได้สนใจนำ

พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองแบบมาสังเคราะห์ และใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลหลักฐานจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยผ่านสร้างแบบจำลองและปรับแบบจำลองใหม่ให้สอดคล้องกับผลจากการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์จริง เพื่อเป็นตัวแทนในการสื่อสารคำอธิบายของตนเอง เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ตาราง 2 แสดงการสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (สสวท., 2546)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Gobert and Buckley (2002)	การสังเคราะห์
1) **ขั้นสร้างความสนใจ** (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการ	1) **ขั้นสำรวจแนวคิด** ผู้สอนใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา	1) **ขั้นสร้างความสนใจและสำรวจแนวคิด** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง ผู้สอนอาจใช้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (สสวท., 2546)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Gobert and Buckley (2002)	การสังเคราะห์
อภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา	**2) ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด** ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง	คำถามหรือสื่อที่หลากหลายเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่นทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจาก	**3) ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง** นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง	**2) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง** นักเรียนการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (สสวท., 2546)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Gobert and Buckley (2002)	การสังเคราะห์
แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป		
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มิเคราะห์แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้		**3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง** นักเรียนนำแบบจำลอง มาอธิบายข้อมูล โดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย	**4) ขั้นนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์** นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้และอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา	**4) ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง** นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (สสวท., 2546)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Gobert and Buckley (2002)	การสังเคราะห์
สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น		ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง
5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง	**5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง** นักเรียนประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดียิ่งขึ้น	**5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง** นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, หน้า 20) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้น เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ควรเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ต่าง ๆ

โรม วงศ์ประเสริฐ (2545, หน้า 11) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การกระทำ รูปแบบหนึ่งซึ่งผู้ดำเนินการ ในที่นี้อาจเป็นผู้ดำเนินการจัดการอบรมหรือครูผู้สอนดำเนินการ

จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีพัฒนาการและเปลี่ยนแปลงไปตามความมุ่งหมายของการดำเนินการนั้น ๆ กิจกรรมสามารถประยุกต์ใช้ในการจัดอบรมหรือการจัดการเรียนรู้ได้ทุกประเภท

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 72) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อให้การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ ของผู้เรียนบรรลุสู่จุดประสงค์การสอนที่กำหนดไว้

ทิศนา แขมมณี (2551, หน้า 147) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการนำหลักสูตรไปปรับใช้ในระดับชั้นเรียน และกิจกรรม การเรียนรู้เป็นสิ่งที่ช่วยให้ครูได้วางแผนการสอนเตรียมการสอนไว้ล่วงหน้า อันจะส่งผลให้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ

กู๊ด (Good, 1973, p.164) ให้ความหมายกิจกรรมการเรียนรู้ไว้หลายความหมาย ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สภาพการเรียนที่ผู้เรียนกระทำด้วยความเต็มใจ เพราะการกระทำเช่นนี้จะนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายที่คาดหวังไว้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง เป็นกิจกรรมที่เริ่มต้นจากสิ่งที่น่าสนใจชนิดใหม่ ทำให้ เกิดความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการคิดและการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง เป็นการเล่นหรือการทำงาน ซึ่งเกิดจากแนวความคิดหรือความรู้สึกของผู้ทำ ซึ่งแสดงออกมาในรูปที่ซับซ้อน เพื่อสื่อความเข้าใจให้ผู้อื่นทราบ

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่อาจเป็นการเล่นหรือการทำงานให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา สาระและสภาพแวดล้อม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

5.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

เอกรินทร์ สี่มหาศาล (2551, หน้า 82) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ต้องมีหัวข้อสำคัญ ดังนี้

1. สาระสำคัญหรือความคิดรวบยอด แต่ละกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องระบุสาระสำคัญที่เป็นข้อความครอบคลุมทั้งสาระหลักและทักษะกระบวนการที่บ่งบอกว่าผู้เรียนต้องรู้อะไร และสามารถปฏิบัติอะไรได้บ้างในหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ การเขียนโดยการหลอมรวมตัวชี้วัด และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งมีหลักการเขียนสาระสำคัญไว้

2. ตัวชี้วัดหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนในลักษณะจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย เพื่อแสดง ให้เห็นว่า หลังจากเรียนแล้วผู้เรียนจะสามารถบรรลุตามตัวชี้วัดหรือจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

3. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการระบุวิธีสอน กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิค การสอนที่หลากหลายเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังกล่าวครบถ้วนแล้วผู้เรียนจะได้ความรู้ ทักษะ กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามเป้าหมายการเรียนรู้ของตัวชี้วัดและมาตรฐาน การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ กิจกรรมการเรียนรู้ควรมีกิจกรรมขั้นนำ ขั้นตอน ขั้นสรุปและประเมินผล

4. การวัดและประเมินผล ทุกกิจกรรมการเรียนรู้จะระบุรายละเอียดที่เกี่ยวกับการวัด ประเมินผล เครื่องมือวัดและประเมินผล ตลอดจนเกณฑ์การประเมินผล ซึ่งควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการกำหนดด้วย และควรแจ้งผู้เรียนล่วงหน้าทราบถึงเกณฑ์การประเมิน

5. สื่อและแหล่งเรียนรู้ ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน มีใบความรู้ ใบงาน แบบฝึกท้ายการเรียนรู้ เอกสารเพิ่มเติมสำหรับครูผู้สอน

6. บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับครูผู้สอนได้บันทึกผลการจัดการเรียน การสอนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ โดยชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนที่กำหนด ไว้ในกิจกรรมอย่างไร พฤติกรรมการเรียนเป็นอย่างไร และหากมีปัญหาต้องหาวิธีแก้อย่างไร

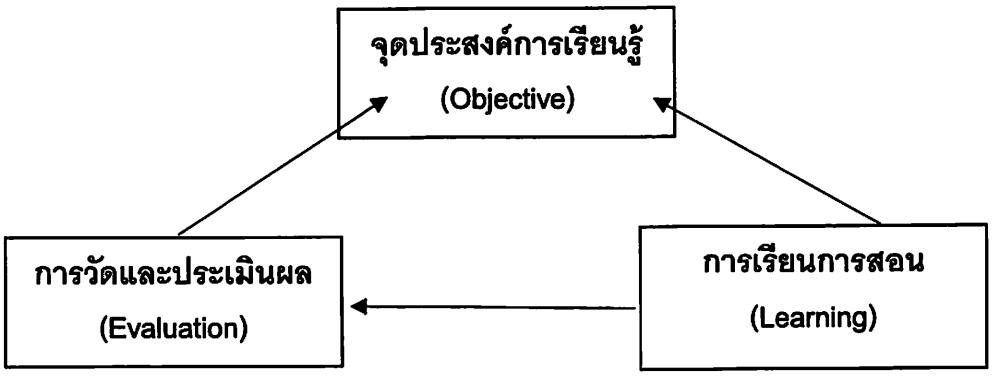
สำลี รักสุทธี (2553, หน้า 55) กล่าวถึง องค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ส่วน คือ

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective) คือ สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

2. กิจกรรมการเรียนการสอน (Learning) คือ กระบวนการที่จะทำให้บรรลุจุดประสงค์ การเรียนรู้

3. การวัดและประเมินผล (Evaluation) คือ สิ่งที่ต้องการตรวจสอบผู้เรียนว่าเกิด การเรียนรู้และมีพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

องค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เรียกโดยย่อว่า OLE ซึ่งมีความประสานสัมพันธ์กัน ดังนี้



ภาพ 3 ผังความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

จากแผนภูมิ OLE จะเห็นความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันเป็นกระบวนการ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นตัวตั้ง หรือเป็นตัวเริ่มต้นการเรียนการสอน เป็นตัวกลางนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย

1. สาระสำคัญ
2. เนื้อหาวิชา
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. สื่อการเรียนการสอน

การวัดผลและประเมินผล เป็นตัวสรุปเพื่อบ่งชี้ถึงความสำเร็จว่าการจัดกระบวน การเรียนการสอน หรือการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่

เฉลิมลาภ ทองอาจ (2554) ได้กล่าวถึง การแบ่งองค์ประกอบของการเรียนการสอน ในลักษณะของโครงสร้าง (Structure) และกระบวนการ (process) ในลักษณะโครงสร้าง คือ แบ่ง การเรียนการสอนออกเป็น วัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ กิจกรรมหรือประสบการณ์การเรียนรู้ และ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในขณะที่การแบ่งตามกระบวนการนั้น โดยทั่วไปมักใช้เป็น ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป โดยหากจะขยายออกไปตามแนวคิดการปรากฏขึ้นของการสอนของ Gagne ก็จะทำให้สามารถแบ่งองค์ประกอบของการเรียนการสอนเป็นไปตามขั้นตอนต่าง ๆ คือ 9 ขั้นตอน ประกอบด้วย การทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจ การแจ้งวัตถุประสงค์ การนำเสนอเนื้อหา การทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิม การนำเสนอเนื้อหา การให้คำแนะนำโดยครู การให้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง การให้ผลป้อนกลับ การประเมินและการถ่ายโอน การเรียนรู้อย่างไร ก็ตาม จะเห็นว่า แม้จะมีการแบ่งขั้นตอนของการเรียนการสอนออกเป็นโครงสร้างหรือลำดับต่างๆ แล้วก็ตาม แต่โดยสรุปแล้ว สภาพหรือปรากฏการณ์ของการเกิดการเรียนการสอนดังที่กล่าวมานั้น ย่อมมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สามประการ ได้แก่ การเกิดขึ้นของการนำเสนอสาระการเรียนรู้ การเกิดขึ้น

ของการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ และการเกิดขึ้นของปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและผู้เรียน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าว อาจจะถือเป็นองค์ประกอบสำคัญ ที่สามารถนำไปพิจารณาการออกแบบการจัดการเรียนการสอน (instructional design)

จากการศึกษาองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ ควรประกอบด้วย สาระสำคัญหรือความคิดรวบยอด ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอนในด้านขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการสอน ขั้นสรุป รวมถึงมีสื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล

5.3 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

สิริวรรณ สุวรรณอาภา (2544, หน้า 116-170) กล่าวถึงขั้นตอนการเรียน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีเป้าหมายสำคัญ เพื่อช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ อย่างแท้จริง หากเกิดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนไม่ได้ช่วยกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ก็จะขาดการรับรู้ที่ดี ไม่มีการจำและคิดเพื่อตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่ง ผลสุดท้ายก็จะไม่เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนจำเป็นต้องช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และต้องให้สัมพันธ์สอดคล้องกับกิจกรรมในขั้นสอนด้วย

1.1 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้เพิ่มเติมให้สัมพันธ์กับการสอนเนื้อหาใหม่หรือแนวความคิดใหม่หรือหลักการใหม่ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการระลึกได้ และเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อวางแผนการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดงานที่จะปฏิบัติว่าจะต้องทำอะไร อย่างไร เมื่อไร

1.3 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือโดยทางอ้อมก็ได้ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว จะเกิดการเรียนรู้อะไรต่อตนเองบ้าง

ข้อควรคำนึงในการกำหนดกิจกรรม ในการพิจารณากำหนดกิจกรรมนำเข้าสู่ บทเรียน ควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.3.1 ต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ในขั้นสอนอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

1.3.2 ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับลำดับขั้นการสอน ซึ่งโดยทั่วไปใช้ เวลาไม่เกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด ซึ่งอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

1.3.3 ต้องกำหนดสิ่งที่จะช่วยกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น สนุกสนาน เพลิดเพลิน หรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

1.3.4 ต้องกำหนดกิจกรรมที่เป็นไปได้และเหมาะสมกับความสามารถและ ความถนัดของผู้สอนเอง ก็จะช่วยให้การสอนเกิดความสำเร็จได้มากขึ้น

2. ขั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 กิจกรรมแกนหลักเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตาม จุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้น ๆ ซึ่งถือว่าเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่องนั้น ๆ ในการกำหนดกิจกรรมแกนหลักให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอน แต่ละครั้ง มีแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

2.1.1. ต้องพิจารณาจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นว่า มีพฤติกรรมตรงกับการเรียนรู้ชนิดใดนั้น จะพิจารณาเฉพาะคำกริยาของจุดประสงค์ปลายทางอย่างเดียวไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาข้อความที่เป็นพฤติกรรมของวัตถุประสงค์ปลายทางเป็นสำคัญ จึงจะตัดสินใจได้ว่าจุดประสงค์ปลายทางของการสอนครั้งนั้น ๆ ตรงกับการเรียนรู้ชนิดใด

2.1.2 ต้องเลือกหรือกำหนดกิจกรรมแกนหลักตามชนิดการเรียนรู้นั้น ให้บรรลุผลตรงตามจุดประสงค์ปลายทาง

2.2 กิจกรรมทดสอบ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา ทักษะทางกายและเจตคติ ให้การตอบปัญหาหรือแสดงพฤติกรรมต่างๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมแกนหลักหรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ ก็ควรให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือสอนใหม่โดยไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ จนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

3. ขั้นสรุป เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

3.1 กิจกรรมสรุปบทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนให้ผู้เรียนได้ เรียบเรียงความรู้ ความคิด และทักษะทางกาย แล้วสรุปเป็นแนวความคิดหรือมโนภาพหรือ หลักการหรือข้อความสรุปบางอย่าง หรือลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ผู้สอนควรจะตระหนักถึง การกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกันโดยการอภิปรายหรือเขียนตอบก็ได้ ตามความ เหมาะสม แต่มิใช่ผู้สอนเป็นผู้สรุปเสียเอง ครูควรจะเป็นเพียงผู้ช่วยแนะแนวทางบางประการเท่านั้น หรืออาจช่วยรวบรวมข้อสรุปเขียนไว้บนกระดาษบ้างก็ได้ เพื่อเป็นการเน้นให้ชัดเจนอีกครั้งหนึ่ง หลังจากผู้เรียน

ช่วยกันสรุปบทเรียนแล้วก็ต้องจดจำข้อสรุปนั้น ๆ ต่อไป แต่อาจจำได้ไม่นานหรือ ลืมได้ง่าย ดังนั้น ผู้สอนควรหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้นาน

3.2 กิจกรรมฝึกทักษะ เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมองหรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้า ทำรายงาน ทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากใบงาน ปฏิบัติตามโครงงาน เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ เป็นต้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 78-91) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนจะต้องมีขั้นตอนที่แตกต่างกันไปตามเทคนิควิธีสอนที่ผู้สอนใช้ เช่น ขั้นตอนการสอนวิธี แบบสาธิตย่อมแตกต่างจากขั้นตอนการสอนของวิธีสอนแบบทดลอง อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้ว ไม่ว่าจะใช้วิธีการสอนใด ก็จะมีขั้นตอนหลักเหมือนกัน 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม หรือ ขั้นสอน
3. ขั้นสรุป และวัดผล แต่ละขั้นตอนมีหลักการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียน และเร้า ความสนใจ ให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากคิด อยากทำ เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เข้าด้วยกัน

มีหลักการนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 น่าสนใจ หมายถึง น้ำให้น่าสนใจ โดยใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้ปริศนา คำทาย เล่านิทาน ใช้เพลง ใช้เกม ใช้การแสดงท่าทาง ใช้ภาพ ฯลฯ

1.2 ให้ตรงเรื่อง หมายถึง ทำให้ตรงกับเรื่องที่สอน เช่น สอนเรื่องอาหารหลัก 5 หมู่ ควรนำด้วยการสนทนาซักถามเกี่ยวกับอาหารที่นักเรียนได้รับประทานในวันนี้ว่ามีอะไรบ้าง ซึ่งเป็น เรื่องใกล้ตัว และตรงเข้าสู่เนื้อเรื่องทันที แทนที่จะนำบทเรียนโดยการสนทนาซักถามเกี่ยวกับ การจ่ายตลาด ซึ่งเป็นเรื่องไกลตัวนักเรียน และอาจได้คำตอบที่ไม่ตรงกับเรื่องที่สอน

1.3 ไม่เปลืองเวลา หมายถึง ควรใช้เวลาไม่มากในการนำเข้าสู่บทเรียน เช่น ถ้าสอน 1 ชั่วโมง ไม่ควรใช้เกิน 10 นาที วิธีการที่ใช้นำเข้าสู่บทเรียน การนำเข้าสู่บทเรียน ใช้วิธีการต่าง ๆ ได้ ดังนี้

1.4 ร้องเพลง เช่น สอนเรื่องประเพณีลอยกระทง อาจนำด้วยการให้นักเรียน ร้องเพลงลอยกระทง และอาจให้ออกมากด้วย

1.5 เล่นเกม เช่น เกมแข่งขันสร้างคำจากตัวอักษรที่ให้

1.6 เล่านิทาน เช่น สอนเรื่องความโลภ ครูอาจเล่านิทานเรื่องสุนัขกับเงา

1.7. ยกสถานการณ์จริง เช่น สอนเรื่องการป้องกันอุบัติเหตุ ครูอาจยกตัวอย่าง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือ อุบัติเหตุที่นักเรียนเคยเจอ

1.8 สนทนาซักถาม เช่น สอนเรื่องโรคติดต่อ ครูซักถามนักเรียนเคยเป็นหวัดไหม

1.9 ทายปริศนาคำทาย เช่น สอนเรื่องการเกิดของฝน ครูอาจนำด้วยการทาย ปริศนาคำทายว่า อะไรเอ่ยมาจากสวรรค์วิ่งหนีไม่ทัน พากันเป็นหวัด หรือ เขียวชอุ่มพุ่มไสว ไม่มีใบ มีแต่เม็ด

1.10 เล่าประสบการณ์ เช่น ให้นักเรียนออกมาเล่าประสบการณ์ เช่น สอนเรื่อง วันสำคัญทางศาสนา ครูให้นักเรียนที่ไปทำบุญกับผู้ปกครองในวันสำคัญต่าง ๆ ออกมาเล่าให้เพื่อนฟัง

1.11 ให้แสดงท่าทาง เช่น สอนเรื่องการรักษาความสะอาดร่างกาย ครูอาจให้ นักเรียนออกมาแสดงท่าทางการอาบน้ำ สระผม การแปรงฟัน เป็นต้น

2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (ขั้นสอน) เป็นขั้นที่ต่อจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียน ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ กิจกรรมที่ผู้เรียน จะปฏิบัติ ในขั้นนี้มีหลายอย่าง เช่น การค้นคว้า การอภิปราย การรายงาน การแสดงบทบาทสมมุติ การพูดแสดงความคิดเห็น การเล่าเรื่อง ฯลฯ ผู้สอนต้องคำนึงถึงหลักการ ดังนี้

2.1 เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

2.2 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

2.3 เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัย วุฒิภาวะ และความพร้อมผู้เรียน

2.4 เป็นกิจกรรมสนองความต้องการ ความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน

2.5 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา

2.6 เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับเวลา

2.7 เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือทำจริง ๆ หรือทำด้วยตนเอง

2.8 เป็นกิจกรรมที่มีขั้นตอนเป็นไปตามลำดับความยากง่าย ไม่ซับซ้อน

2.9 เป็นกิจกรรมที่ใช้สื่อการสอนได้สอดคล้องเหมาะสม

3. ขั้นสรุปและวัดผล เป็นขั้นตอนการสรุปเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วทั้งหมด สรุปทั้ง ด้านความรู้ ความคิด เจตคติ และทักษะที่ผู้เรียนได้รับ ตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในการสรุปนี้ ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุป หรือผู้สอนกับผู้เรียนร่วมกันสรุปก็ได้ หลังจากนั้นผู้สอน ควรได้วัดผลการเรียนรู้ว่า ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยอาจใช้วิธีให้ตอบ คำถาม ให้ทำแบบทดสอบ ให้ทำแบบฝึกหัด หรือทำรายงานตามที่ผู้สอนวางแผนไว้

ณัฐวรรณ มั่นใจ (2555, หน้า 26-27) กล่าวถึง ขั้นตอนจัดกิจกรรมมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน

1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ในการเรียนการสอนครั้งนั้น ๆ

2. ขั้นสอน

2.1 ครูนำเสนอบทเรียน โดยกาหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตรง ตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้น

2.2 ครูกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา ทักษะทางกาย และเจคติในการแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเกิด การเรียนรู้

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระสำคัญของการเรียนรู้

3.2 ครูประเมินผลการเรียนรู้ โดยกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะ ทางสมองหรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้า ทำรายงาน ทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากใบงาน

5.4 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2537, หน้า 479-498) ได้ให้ความหมายเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุง เพื่อนำไปทดลองสอนจริงให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ พึงพอใจว่าหาก

แผน การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แผนการจัดการเรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอน นักเรียน

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยน พฤติกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่างกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนพิจารณาตามความเข้าใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะตั้งไว้ 80/80, 85/85, 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติจะตั้งไว้ต่ำกว่า เช่น 75/75, 70/70 เป็นต้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 101-102) ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพโดยเน้นกระบวนการและผลลัพธ์ และกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2 โดยมีการคำนวณค่าสถิติจากสูตร ดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในตัวนักเรียนคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมระหว่างเรียน

75 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในตัวนักเรียนคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 496-497) ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของ กิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ต้องมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.5 จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 50-51) กล่าวถึง การตรวจสอบประเมินความเหมาะสม และประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม สามารถนำนวัตกรรมไปประเมินประสิทธิภาพทั้งนี้ เพื่อหาข้อบกพร่อง (ถ้ามี) แบ่งได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ว่ามี ความชัดเจนมากน้อยเพียงใด

2. การประเมินแบบกลุ่ม หมายถึง การนำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบ หนึ่ง

ต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึงซึ่งต้องใช้บุคคล จำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูงกว่า ปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินหนึ่งต่อสาม แต่ถ้า เป็นแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้กลุ่มบุคคลทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมี การวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E_1/E_2

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 103) กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษา โดยใช้สูตร E_1/E_2

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X_1}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดในระหว่างใช้กิจกรรมหรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ

$\sum X_1$ แทน คะแนนรวมของทุกคนจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุดหรือจากผลการปฏิบัติแต่ละครั้ง

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน ผลรวมคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือการฝึกปฏิบัติย่อย ๆ ทุกครั้ง

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X_2}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้สิ้นสุดหรือผลสรุปรวม

$\sum X_2$ แทน คะแนนรวมของทุกคนจากการทดสอบสรุปรวม

N แทน จำนวนผู้เรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติหลังการใช้นวัตกรรม

จากข้อความข้างต้น สรุปการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้การหา ประสิทธิภาพของ รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 103) ในการกำหนดตรวจสอบหา

ประสิทธิภาพของ นวัตกรรมแบบหนึ่งต่อหนึ่งและแบบกลุ่ม โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาหาประสิทธิภาพของ นวัตกรรมด้านกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

6. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า มีการกล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในความสามารถทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปซึ่งมีความจำเป็นต่อการประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพในโลกยุคปัจจุบันและมีความ สัมพันธ์กับความสามารถทางพุทธิปัญญาหรือความสามารถในการคิดเช่นการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการให้เหตุผลทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะถูกพัฒนาขึ้นได้โดยผ่านการฝึกฝนและสามารถถ่ายทอดออกไปได้ซึ่งการฝึกฝนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก็อาจจะส่งผลในระยะยาวไปถึงผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียนด้วย (Bao, 2009)

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ดังจะเห็นได้ชัดเจนในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติหรือ PISA ในปี 2015 ที่กำหนดให้นักเรียนต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านเพื่อแก้ปัญหา โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องมีการดึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้ในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ บวกกับการให้เหตุผลในการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงเชิงวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล (นันทวัน นันทวนิช, 2557, หน้า 40-41) ความสามารถในการให้เหตุผลก็เป็นตัวช่วยสำคัญในการสนับสนุนให้การสร้างคำอธิบายและการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นหรือสมรรถนะการประเมินและออกแบบ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องมีการระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และต้องสามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ (นันทวัน นันทวนิช, 2557, หน้า 40-41) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงเธอเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการตัดสินข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งและช่วยให้สามารถประเมินคุณค่าของหลักฐานที่มีได้อย่างเหมาะสม

6.2 ความหมายการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายคนได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ลอว์สัน (Lawson, 1985 อ้างอิงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) อธิบายไว้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการให้เหตุผลแบบนามธรรมซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลจะใช้ในการค้นหาคำตอบตรวจสอบและประเมินหลักฐานต่าง ๆ ที่มี หรือปฏิเสธสมมติฐาน

เฟรดเลอร์ และคณะ (Friedler, et al., 1990 อ้างอิงใน ภัทราวรรณ ไชยมงคล, 2560) อธิบายไว้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วยความสามารถในการระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์การตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลองการสังเกตการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ผลรวมไปถึงการแปลข้อมูลที่มีเพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้และสร้างคำพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานที่มีได้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

เจีย (Giere, 1991 อ้างอิงใน จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2556) อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่เกิดจากการประมวลผลและเชื่อมโยงหลักการ ทั่วไปกับตัวอย่างที่เห็นได้เป็นรูปธรรมจนเกิดเป็นเหตุผลที่สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการ ณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้เกิดการให้เห็นทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ สมมติฐาน หลักการ หรือทฤษฎีต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง และข้อสรุปต่าง ๆ ที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนอย่างเพียงพอ เป็นต้น

ฮอแกน (Hogan, 1990 อ้างอิงใน จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2556) อธิบายไว้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการให้เหตุผลซึ่งเกิดจากกระบวนการที่สร้างความท้าทายโดยให้มีการนำเสนอข้อความการให้เหตุผลและการทดสอบจนนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ การฝึกใช้ความคิดการขยายมโนทัศน์ การสร้างคำถาม ความเป็นเหตุเป็นผล การอธิบาย และการสะท้อนการรู้คิด

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) อธิบายไว้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการเริ่มศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบนักวิทยาศาสตร์จะมีการใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นี้เพื่อเป็นแนวทางในการค้นคว้าทดลองเพราะการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้อาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากความรู้เดิมหรือสิ่งที่รู้อยู่แล้วโดยใช้เหตุใช้ผลและใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มี

เมเยอร์ (Mayer, 2003 อ้างอิงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) อธิบายว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทดสอบสมมติฐานที่เป็นระบบ โดยการสร้างสมมติฐานของบุคคลขึ้น ผ่านการทำการทดลอง เพื่อที่จะทดสอบความเป็นไปได้ของข้อสมมติฐานนั้น และอาจสร้างสมมติฐานขึ้นใหม่ หากสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธไป

ฮอลีออด และมาริสัน (Holyoak and Morrison, 2005 อ้างอิงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) อธิบายไว้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดซึ่งเริ่มต้นจากข้อกล่าวอ้างนำไปสู่การอนุมานการลงความเห็นหรือการตัดสินใจแก้ปัญหาเพื่อเป็นการวิเคราะห์ธรรมชาติของโครงสร้างทางปัญญาและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เบา และคณะ (Bao, et al., 2009) อธิบายไว้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทักษะการให้เหตุผลหลักทั่วไป ได้แก่ ความสามารถในการสำรวจปัญหาอย่างเป็นระบบการกำหนดและตรวจสอบสมมติฐาน หรือการจัดการและแยกแยะตัวแปรต่าง ๆ รวมไปถึงการสังเกตและประเมินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

ลอว์สัน (Lawson, 2009) อธิบายไว้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดของมนุษย์ที่ใช้ในการแสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเริ่มต้น จากการสำรวจปรากฏการณ์ที่พบในธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น และรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ จนสามารถลงข้อสรุปในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้

มอชแมน (Moshman, 2011 อ้างอิงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) อธิบายไว้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือการคิดอย่างมีเหตุมีผลที่จะนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้กระบวนการอนุมานการทดสอบสมมติฐานการ ร่วมกับการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีจนสามารถทำความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

จากความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายคนดังที่กล่าวไปข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดที่ใช้ในการแสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล โดยเริ่มต้นจากการสำรวจปรากฏการณ์ที่พบในธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น และรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ข้อสรุปหรือข้อเท็จจริงหรือใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6.3 ประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายคนได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ซึ่งมีความต่างกัน ดังนี้

จิตรา ทับแสง (2529) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการนำความรู้

เดิมซึ่งเป็นส่วนใหญ่มาใช้เป็นข้อกล่าวอ้างและดูความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันกับอีกข้อกล่าวอ้างหนึ่ง เพื่อใช้สรุปเป็นความรู้ใหม่ที่เป็นส่วนย่อยได้การสรุปแบบนี้ไม่ต้องอาศัยประสบการณ์แต่ต้องใช้ความคิดในการพิจารณาธรรมชาติของความสัมพันธ์ระหว่างข้ออ้างต่าง ๆ กับข้อสรุปที่มีเพื่อดูว่าหากมีสาเหตุอ้างมาเช่นนี้จะสามารถสรุปผลอย่างนี้ได้หรือไม่เป็นการดูความสมเหตุสมผลของการอ้างและการสรุปโดยไม่พิจารณาถึงความจริงหรือข้อเท็จจริงของข้อสรุปแต่อย่างใดโดยถือว่าหากข้อกล่าวอ้างทั้งหมดเป็นจริงข้อสรุปที่เกิดขึ้นก็จะจริงตามไปด้วยแต่หากข้อกล่าวอ้างเป็นเท็จข้อสรุปที่ได้ย่อมเป็นเท็จด้วยเช่นกัน

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสรุปส่วนย่อยแต่ละส่วนไปสู่ส่วนรวมการอ้างเหตุผลแบบอุปนัยนี้จะเริ่มจากการสังเกตสิ่งที่เป็นประสบการณ์หลาย ๆ ครั้งแล้วนำมาเป็นข้อกล่าวอ้างสนับสนุนหรือใช้พิสูจน์ข้อสรุปซึ่งข้อสรุปนี้จะเกิดจากการสรุปความเหมือนและความสัมพันธ์ของข้อกล่าวอ้างที่ได้จากประสบการณ์ย่อยบางส่วนหรือใช้ความจริงเฉพาะหน่วยนำมาสรุปเป็นคุณสมบัติหรือเป็นความสัมพันธ์ของส่วนรวมทั้งหมด

ลอว์สัน (Lawson, 1995) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 แบบ ได้แก่

1. การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction or Abductive Reasoning) หมายถึงกระบวนการทางจิตใจที่ใช้ในการสร้างสมมติฐานโดยมีการยืมคำอธิบายเดิมที่เคยใช้ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ไปใช้ในบริบทใหม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) หมายถึงกระบวนการทางจิตใจที่เกิดจากการสังเกตเรื่องที่เฉพาะเจาะจงจนนำไปสู่หลักการโดยทั่วไป

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) หมายถึงกระบวนการทางจิตใจที่ใช้ในการตั้งสมมุติฐานและวางแผนการทดลองหรือเป็นการสังเกตเพื่อคาดคะเนคำตอบโดยที่กระบวนการนิรนัยจะเป็นไปตามรูปแบบภาษา “ถ้า....และ.....แล้ว”

ชัชชัย คุ้มทวีพร (2539) ได้อธิบายถึงประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัยคือการอ้างเหตุผลที่มีข้อสรุปเป็นจริงเนื่องจากมีการยอมรับข้อกล่าวอ้างว่าเป็นจริงซึ่งหมายความว่าถ้าข้อกล่าวอ้างทุกข้อของการอ้างเหตุผลนั้นเป็นจริงแล้วข้อสรุปที่ได้ก็จำเป็นต้องเป็นจริงด้วยหรืออาจกล่าวสั้น ๆได้ว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการอ้างเหตุผลที่จะมีข้อสรุปเป็นจริงเมื่อมีข้อกล่าวอ้างที่เป็นจริง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือการอ้างเหตุผลที่ข้อกล่าวอ้างจะเป็นจริงทุกข้อ แต่ข้อกล่าวอ้างนี้จะไปสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน ดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้หรืออาจกล่าวได้ว่าข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง หากข้อกล่าวอ้างทุกข้อเป็นจริง

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงความรู้ทั่วไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจงขึ้นหรือเป็นความรู้เฉพาะหน่วยนั่นก็คือการใช้แนวคิดหลักการทฤษฎี หรือกฎ เพื่อมาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุปในเรื่องเฉพาะหน่วยคำอธิบายหรือข้อสรุปที่ได้รับจากเป็นความรู้ใหม่ที่ได้จากเหตุผลซึ่งเชื่อมโยงกับความรู้ที่ปรากฏ

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงซึ่งรวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรงนั่นก็คือการสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย วิธีการนิรนัย-อุปนัย (Inductive-Deductive Method) เป็นกระบวนการคิดที่เริ่มต้นจากการสังเกตแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปสรุปความรู้นี่คือการคิดหรือการให้เหตุผลแบบอุปนัยและตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่เป็นอุปนัยได้และการทำข้อสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ศึกษาได้ และทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ศึกษาได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่อีกนัยหนึ่งคือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไรเป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปสู่เรื่องเฉพาะเจาะจงซึ่งก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

ริพส์ และวาร์ซี (Rips and Varzi, 2008 อ้างอิงใน ภัทราวรรณ ไชยมงคล, 2560) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือวิธีการคิดให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งเป็นข้อเสนอที่นำมาใช้ชั่วคราวเพื่อติดตามผลพิสูจน์จนกระทั่งได้ข้อสรุปและให้ความรู้สึกที่ว่าหากการอ้างเหตุผลมีข้ออ้างที่เป็นจริงแล้วก็เป็นไปไม่ได้ที่ข้อสรุปจะเป็นเท็จ

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือวิธีการคิดให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่ได้รับการยอมรับจากหลักฐานหรือประโยคอ้างถ้าการอ้างเหตุผลที่มีข้ออ้างเป็นจริงมีความน่าจะเป็นสูงที่ข้อสรุปจะเป็นจริงตามไปด้วย

ลอว์สัน (Lawson, 2009) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการตั้งสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา (Puzzling observation) หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ยังไม่อ่านเข้าใจเพื่อพยายามหาคำอธิบายหรือคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำสมมุติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้างซึ่งสมมติฐานนี้เป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์เพื่อให้สามารถอธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้กล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมาใช้อ้างอิงไปยังสมมุติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุปจากผลของการค้นคว้าหาความจริงซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ

ฮัสแมน และคณะ (Hausman, et al., 2010 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริง เพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่า ถ้าข้ออ้างของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้ว ข้อสรุปก็จำเป็นต้องจริงด้วย (จะเป็นเท็จไม่ได้) หรืออาจกล่าวสั้น ๆ ว่าเป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือการอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน ดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้หรือกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ประเภท ตามแนวคิดของลอว์สัน (Lawson, 2009) ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย เนื่องจากการให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภท เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การให้เหตุผลแบบ

สมมตินัย ใช้ในการสร้างคำอธิบายที่เป็นไปได้ในการสำรวจตรวจสอบปัญหา การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า การใช้เหตุผลแบบอธิบายและการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบการคาดคะเนเพื่อรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยในการอธิบายข้อสรุปโดยให้เหตุผลเชิงประจักษ์ (Lawson, 2009, p.356)

6.4 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จัดการศึกษาตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัย ดังต่อไปนี้

Lawson (1978) ที่มีการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson's Test of Scientific Reasoning (LTSR)) เพื่อประเมินมีการย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1. การอนุรักษ์ปริมาตรและสสาร (Conservation of Mass and Volume)

การอนุรักษ์เป็นความสามารถในการยึดถือกฎความรู้ ว่าวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงแต่ยังคงมีคุณสมบัติที่คงที่ดังเช่น น้ำหนักหรือจำนวนวัตถุที่ยังคงมีอยู่เท่าเดิม (Slater & Bremner, 2003 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

2. การคิดอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional Thinking)

เป็นการระบุตัวแปร 2 ตัวที่ปรับเปลี่ยนได้การจดจำอัตราส่วนของตัวแปรที่ความคงที่ของตัวแปรมีลักษณะเป็นเส้นตรงและนำข้อมูลความสัมพันธ์ไปใช้ในการหาตัวแปรเพิ่มเติมหรือเปรียบเทียบค่าตัวแปรที่คำนวณจากข้อมูล (iSTAR Assessment, 2013a อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

3. การควบคุมตัวแปร (Control of Variables)

ในกระบวนการสืบสวนนั้นมีความเกี่ยวข้องกับตัวแปรจำนวนมาก ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจะถูกกำหนดเมื่อมีการทดลองเราจะต้องควบคุมตัวแปรอื่นทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลัก (iSTAR Assessment, 2013b อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

4. การคิดตามหลักความน่าจะเป็น (Probabilistic Thinking)

เป็นการให้เหตุผลที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ทฤษฎีความน่าจะเป็นและระเบียบวิธี (methodology) โดยการที่เราเลือกรูปแบบความน่าจะเป็นที่เฉพาะเจาะจงจะประยุกต์ใช้รูปแบบดังกล่าว (Fine, 2004 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

5. การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Correlational Thinking)

เป็นรูปแบบการคิดของบุคคลที่ใช้ในการกำหนดความแข็งแรงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งการให้เหตุผลเชิงสัมพันธ์เป็นพื้นฐานของการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (iSTAR Assessment, 2013c อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

6. การให้เหตุผลเชิงสมมติฐานนิรนัย (Hypothetical-deductive Reasoning)

การให้เหตุผลและสมมติฐานนิรนัยเป็นการให้เหตุผลจากแนวคิดทั่วไปไปสู่ข้อสรุปที่เฉพาะเจาะจงอันเป็นการใช้ตรรกะแบบนิรนัย (Oakley, 2004; Sigelman & Rider, 2014 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) โดยที่ไม่ได้มีการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์และวัตถุที่ปรากฏอยู่เท่านั้นแต่ยังรวมถึงสมมติฐานด้วยข้อสรุปที่ได้มาจากทฤษฎีมากกว่าเพียงแค่ข้อเท็จจริงทางรูปธรรมเท่านั้น (Piaget, 1981) การให้เหตุผลเป็นวิธีการที่สำคัญอย่างยิ่งในการทดสอบทฤษฎีหรือสมมติฐาน และเป็นวิธีพื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆไม่ว่าจะเป็นฟิสิกส์เคมีหรือชีววิทยาโดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ลำดับดังนี้คือ 1) ตั้งสมมติฐานที่หลากหลายและประเมินแต่ละสมมติฐาน 2) เลือกสมมติฐานในการทดสอบ 3) สร้างการทำนายจากสมมติฐาน 4) ใช้การทดลองตรวจสอบว่าการทำนายถูกต้องหรือไม่และ 5) ถ้าการทำนายถูกต้องสมมติฐานจะได้รับการยืนยันถ้าไม่ถูกต้องสมมติฐานก็จะถูกปฏิเสธ (iSTAR Assessment, 2013d อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

การให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยเริ่มต้นด้วยทฤษฎีทั่วไปของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ว่าจะมีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและนำมาซึ่งการสร้างสมมติฐาน ดังนั้นการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยจึงถูกสร้างขึ้นจากทฤษฎีนี้ในการทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในการทดลองนั้น ๆ อีกทางการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยยังมีความสำคัญต่อการสืบเสาะทางด้านวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนโดยนักเรียนสามารถทดสอบมโนทัศน์เริ่มต้นและค้นหาว่ามโนทัศน์ใดที่เข้ากับผลการทดลองที่เกิดขึ้นซึ่งช่วยสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักเรียน

Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) (Lawson & Worsnop, 1992 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) เป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือที่ใช้ในการวัดระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งการวัดความเข้าใจของนักเรียนไม่สามารถวัดได้โดยง่าย ข้อสอบที่มีคำตอบหลายตัวเลือกเป็นวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้ เพราะครูผู้สอนโดยทั่วไปสามารถนำมาใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ได้ อย่างไรก็ตาม คำถามแบบหลายตัวเลือกไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียนได้โดยตรง ดังนั้น การใช้แบบ

สอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับชั้น (two-tier diagnostic test) จึงเป็นวิธีที่ดีกว่าในการประเมินนักเรียน (Treagust, 2012 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)

ใน two-tier test หนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกคำตอบเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาและส่วนที่ 2 จะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบในส่วนแรกโดยการประเมินเช่นนี้จะเป็นการประเมินเพื่อวัดความเข้าใจมากกว่าความรู้ความจำซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tamir ที่เสนอว่าการให้นักเรียนได้ตอบเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบมานั้นจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดและทำให้เกิดการวัดและประเมินผลอย่างมีความหมาย (Treagust, 2012 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) นักการศึกษาและนักวิจัยมักใช้แบบทดสอบการให้เหตุผลของ Lawson ในปีคริสตศักราช 2000 ในการทดสอบโดยใช้การให้คะแนนแบบจับคู่ (C. Lee & She, 2010 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) หากนักเรียนตอบถูกทั้งสองข้อที่คู่กันก็จะได้รับ 1 คะแนน โดยข้อที่คู่กันนั้นจะเป็นข้อสรุป และเหตุผลสนับสนุนข้อสรุปนั้น

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (Lawson Classroom Test of Scienctific Reasoning) นักเรียนควรที่จะเลือกคำตอบที่ถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบได้อย่างถูกต้องด้วยเช่นกัน โดยแบบวัดของ Lawson นั้นมีทั้งหมด 24 ข้อ คิดเป็นคะแนน 12 คะแนน ซึ่งเกณฑ์กำหนดระดับความสามารถของนักเรียนแบ่งเป็น 3 ระดับ ตามแนวคิดของปิอาเจต์ (Moore, 2012; Tajudin & Chinnappan, 2015 อ้างอิงใน กิ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2547) ดังนี้

1. คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 25 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดขั้นปฏิบัติการคิดรูปธรรม (Concrete operational level) ในระดับนี้นักเรียนสามารถใช้ตรรกะได้อย่างเหมาะสม นักเรียนมีรูปแบบการคิดที่สามารถเข้าใจมโนทัศน์ที่ใช้อ้างอิงถึงการกระทำที่คล้ายคลึงกันหรืออ้างอิงวัตถุที่สังเกตเห็นได้ และสามารถอธิบายในรูปของการเชื่อโยงอย่างง่ายได้ (เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทุกรูปเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก แต่ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทุกรูปที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส) นักเรียนสามารถติดตามขั้นตอนวิธีการอย่างเป็นลำดับ และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดของตนเองกับหลักฐานอื่นที่คล้ายคลึงกันได้ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการอนุรักษ์ (Conservation) เรื่อง มวล ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ และมีความสามารถในการอนุรักษ์ปริมาตรได้บ้าง อย่างไรก็ตามนักเรียนมักมีปัญหาที่อยู่เหนือบริบทที่เป็นรูปธรรม ทำให้มีความยากในการสร้างมโนทัศน์เชิงนามธรรมและการสร้างสมมติฐาน ไม่สามารถจำแนกหรือวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน อีกทั้งการให้เหตุผลยังไม่คงที่ หรือยังคงมีความขัดแย้งในข้อเท็จจริงของนักเรียนเอง

2. คะแนนอยู่ในช่วงร้อยละ 25 - 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดระหว่างรูปธรรมและนามธรรม (transition level) ตัวอย่างเช่น การให้เหตุผลแบบสัดส่วน (propositional reasoning) หากนักเรียนมีความคิดระดับรูปธรรม (concreate operational level) นักเรียนจะไม่คำนึงถึงผลของอัตราส่วนและจะหาคำตอบด้วยการคาดเดา ขณะที่นักเรียนที่มีความคิดระดับกึ่งรูปธรรมและนามธรรมนักเรียนจะคำนึงถึงผลของอัตราส่วนแต่จะมีสมมติฐานว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าส่วนหนึ่งอีกส่วนหนึ่งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเท่ากัน อีกทั้งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานแก้ปัญหา ได้ในบางสถานการณ์

3. คะแนนเกินร้อยละ 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดแบบนามธรรม (fomal operational level) นักเรียนสามารถคิดในเชิงนามธรรมให้เหตุผลเชิงตรรกะแสดงความคิดเชิงนามทำโดยไม่ต้องอาศัยของจริงประกอบและเขียนสรุปได้จากข้อมูลที่มีอยู่สามารถสร้างคำอธิบายที่เป็นไปได้เกี่ยวกับหลักฐานเชิงสาเหตุสามารถให้เหตุผลเชิงนิรนัยเพื่อทดสอบสมมติฐานและนักเรียนสามารถบอกปัจจัยเชิงสาเหตุแสดงการให้เหตุผลแบบนิรนัยอย่างเป็นลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ตรรกะในสถานการณ์สมมติในบริบทส่วนใหญ่ได้ซึ่งผู้คิดแบบนั้นทำนี้จะเริ่มมีการคิดเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัย (hypothetico-deductive reasoning) ได้เป็นอย่างยิ่ง โดยสามารถตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลอง พิสูจน์ แปลข้อมูล ลงข้อสรุป อนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้อีกทั้งมีความสามารถในการอนุรักษ์เลือกปริมาตรได้ดี

เบา และคณะ (Bao, et al., 2009, p.586) ได้ศึกษาการเรียนรู้และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Grade 12) โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนซึ่งอ้างอิงมาจากแบบวัดของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR)) โดยแบบวัดนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ตอน (Lawson, 1995, pp.436-445) ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมกับข้อมูลและรูปภาพประกอบโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์รวมถึงสถานการณ์ด้านทรัพยากรและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสอบในส่วนนี้สามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภทคือ 1) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกได้แก่ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก หรือ 2) ข้อสอบประเภทเขียนตอบที่ให้นักเรียนเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น ๆ

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามที่จะให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบซึ่งจะได้คะแนนเต็มเมื่อตอบถูกทุกคำตอบและอาจได้คะแนนบางส่วนหากตอบถูกไม่ครบทั้งหมดดังนั้นนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยที่คำอธิบายอื่นที่นอกเหนือไปจากที่นักเรียนระบุคู่จะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและอาจให้คะแนนความถูกต้องได้บางส่วนโดยมีการให้ พฤติกรรมบ่งชี้ได้ ดังนี้ (Lawson, 1995, p.445)

1. ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์ - อุปนัย (empirical-inductive thinking)

2. ได้คะแนน 5-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking) แล้วแบบสมมติน้ย-อุปนัย (hypothetical-inductive level thinking)

3. ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบสมมตินัย-อุปนัย (hypothetical-inductive level thinking)

PISA (2003 อ้างอิงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 68-92) หรือโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessments) ที่มุ่งเน้นการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หรือการประยุกต์ใช้ความรู้มากกว่าการประเมินความรู้ความจำในเนื้อหาสาระของวิชาโดย PISA ได้จำแนกการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2) การรู้มโนทัศน์และเนื้อหาสาระ และ 3) การรู้จักใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตจริง โดยกรอบการประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีการวัดและประเมินการใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบสอดคล้องกับการวัดและประเมินความสามารถในการให้ เชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็น ดังนี้ 1) การตีความแปลความหลักฐานและลงข้อสรุป 2) การให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป 3) สื่อสารข้อสรุปและบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินโดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบอธิบายเป็นข้อคำถามที่เป็นการกำหนดสถานการณ์ 1 สถานการณ์จะประกอบไปด้วยชุดของข้อคำถามที่ให้เขียนตอบแบบอธิบายจำนวนหลายข้อ

2. ข้อสอบที่มีตัวเลือกแบบถูกหรือผิดเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์โดยที่ลักษณะของสถานการณ์อาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภาพ หรือแผนภูมิ ทั้งนี้สถานการณ์ดังกล่าวต้องเป็นสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันสถานการณ์ที่ประชาชนกำลังให้ความสนใจเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

TIMSS (2011 อ้างอิงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2007) หรือโครงการการศึกษาแนวโน้มในการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study; TIMSS, 2007) ที่มีวัตถุประสงค์ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่ง TIMSS ได้กำหนดขอบเขตการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 2 ด้าน ดังต่อไปนี้ 1) ด้านเนื้อหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะครอบคลุม 3 เรื่องได้แก่วิทยาศาสตร์ชีวภาพวิทยาศาสตร์กายภาพและวิทยาศาสตร์โลกดาราศาสตร์และอวกาศส่วนเนื้อหาของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากครอบคลุม 4 เรื่องได้แก่ชีววิทยาฟิสิกส์เคมีและวิทยาศาสตร์โลกดาราศาสตร์และอวกาศ และ 2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ด้านได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผล ซึ่งเหมือนกันทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โดย TIMSS ยังได้ระบุนิยามของการใช้เหตุผลไว้อีกว่านักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ดังตารางต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

ตาราง 3 รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผลชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล	รายละเอียด
1. วิเคราะห์/การแก้ปัญหา (Analyze/solve problems)	-วิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา -พัฒนาและอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
2. สังเคราะห์ (Integrate/Synthesize)	-หาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล	รายละเอียด
	-เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระแตกต่างกัน -แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน -บูรณาการแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. ตั้งสมมติฐาน/ทำนาย (Hypothesize/Predict)	-เชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลจากประสบการณ์หรือจากการสังเกตเพื่อสร้างคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบได้จากการสำรวจตรวจสอบในแนวคิด -ทำนายเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางชีวภาพหรือทางกายภาพโดยอาศัยประจักษ์พยานและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ -ตั้งสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้ความรู้จากการสังเกตและ/หรือจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจ
4. ออกแบบ (Design)	-ออกแบบหรือวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์หรือตรวจสอบสมมติฐาน -อธิบายลักษณะของการสำรวจตรวจสอบที่ดีซึ่งรวมทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุผลที่เกิดขึ้น -ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือวิธีการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ
5. สรุป (Draw Conclusions)	-ตรวจหา/สืบหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือสรุปและทำนายแนวโน้มของข้อมูลหรือข้อสนเทศที่กำหนดให้ -ใช้หลักฐานและ/หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการลงข้อสรุป

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล	รายละเอียด
	-ลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามหรือพิสูจน์สมมติฐานและแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น
6. สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize)	-สร้างข้อสรุปที่ได้จากการทดลองในสภาวะหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้แล้วประยุกต์ใช้ข้อสรุปนั้นกับสถานการณ์ใหม่ -กำหนดรูปแบบทั่วไปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางกายภาพ
7. ประเมิน (Evaluate)	-ประเมินข้อได้เปรียบ/ข้อเสียเปรียบที่ใช้ในการตัดสินใจทางเลือกอื่น ๆ ถึงวิธีการปฏิบัติวัสดุและแหล่งที่มา -พิจารณาปัจจัยทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมเพื่อประเมินผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อระบบทางชีวภาพและกายภาพ -ประเมินความเป็นไปได้อื่น ๆ เกี่ยวกับการอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา -ประเมินผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบโดยอาศัยข้อมูลที่เพียงพอเพื่อสนับสนุนข้อสรุป
8. ตรวจสอบ (Justify)	-ใช้ประจักษ์พยานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบคำอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา -ให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหาข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ TIMSS ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินโดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์โดยมีลักษณะของข้อคำถามให้เขียนตอบเติมคำเขียนตอบแบบอธิบายหรือวาดรูปอธิบายโดยเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์โดยมี 4 ตัวเลือก

สรุปได้ว่า แนวทางในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบโดยอาจเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกมาให้หรือเป็นแบบเขียนตอบโดยการเติมคำตอบสั้น ๆหรือเขียนเป็นคำอธิบายแต่ส่วนใหญ่การประเมินระดับนานาชาติในปัจจุบันจะมุ่งเน้นเป็นแบบทดสอบในลักษณะที่เป็นข้อเขียน โดยมีการกำหนดประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์มาให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ และเขียนอธิบายคำตอบโดยการใช้เหตุผลต่าง ๆ มาสนับสนุนแนวคิดของตนเองในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งก็อาจมีข้อสอบแบบปรนัยให้นักเรียนเลือกตอบหรือเติมคำตอบสั้น ๆ มาประกอบด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกนำ แนวทางการวัดและประเมินของ Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) (Lawson & Worsnop, 1992 อ้างอิงใน ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) ซึ่งเป็นข้อสอบแบบ two-tier test จะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกคำตอบเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาและส่วนที่ 2 จะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบในส่วนแรก

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558) ได้ทำการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และขั้นตอนที่ 2 เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน โดยเป็นห้องทดลอง 1 ห้อง และห้องควบคุม 1 ห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นกำหนดสถานการณ์ (2) ขั้นสร้างและ

ทดสอบแบบจำลอง (3) ขั้นโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (4) ขั้นสรุปความรู้ (5) ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ 2) ประสิทธิผลของรูปแบบการสอนมีดังนี้ 2.1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการถ่ายโยงการเรียนรู้อย่างชัดเจน โดยนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ดีขึ้นจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน นักเรียนสามารถให้เหตุผลและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2558) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่สามารถส่งเสริมแบบจำลองทางความคิด เรื่องโครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 26 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งทางภาคใต้ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 เก็บข้อมูลเชิงลึกโดยใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่องโครงสร้างอะตอม แบบวัดความเข้าใจ ธรรมชาติของแบบจำลอง อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและบันทึกหลังสอน ของผู้วิจัยซึ่งทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการตีความและสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มี แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และ มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับแนวคิดที่ นักวิทยาศาสตร์ยอมรับเพิ่มขึ้นในทุกประเด็นที่ศึกษา โดยลักษณะการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องโครงสร้างอะตอมมีการสร้างสถานการณ์ ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด ร่วมกับการใช้คำถาม เพื่อตรวจสอบความรู้เดิม รวมไปถึงมีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเชื่อมโยง เนื้อหาเคมีทั้ง 3 ระดับ (ระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์) สำหรับในแนวคิดที่เป็น นามธรรมมีการใช้กิจกรรมอุปมาในการจัดการเรียนรู้ และมีการสอดแทรกกิจกรรม ที่สะท้อนธรรมชาติของแบบจำลองร่วมกับการอภิปรายจุดเด่นและข้อจำกัดของ แบบจำลองเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองและนำไปสู่ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ภัทราวรรณ ไชยมงคล (2559) ได้ทำการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์และ 2) เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.3 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่างจำนวน 30 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เก็บข้อมูลเชิงลึกโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินของนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาผลวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้สถานการณ์คำตอบหลักหลายมีความน่าสนใจร่วมกับการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมประกอบการใช้สื่อที่น่าสนใจ เช่น รูปภาพ วีดีทัศน์ เป็นต้น นักเรียนได้ทำงานกลุ่มในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบคาดคะเนคำตอบการรวบรวมหลักฐานและลงข้อสรุป นอกจากนั้นยังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมการโต้แย้งในการแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลของนักเรียนทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนได้โดยก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำภายหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่เพิ่มขึ้น

ชานนท์ คำปิวทา (2559) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้งต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องระบบย่อยอาหารกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์จำนวน 40 คนรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้ง เรื่อง ระบบย่อยอาหารจำนวน 4 แผน แบบ

สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียน แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนข้อสรุปข้อโต้แย้ง และแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลวิจัยพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มีลักษณะดังนี้ คือ ในขั้นการระบุปัญหาและคำถามวิจัยการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนก่อนโดยใช้สื่อต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อกิจกรรมต่อไปนี้มากขึ้น ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวครูควรชี้แจงและให้นักเรียนทำความเข้าใจกับรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ดีก่อนและควบคุมเวลาที่นักเรียนใช้สร้างผลงานให้เหมาะสม ขั้นกิจกรรมการโต้แย้งการนำรูปแบบการสอนแบบจิ๊กซอว์มาประยุกต์ใช้เหมาะสมกับห้องเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมากและครูมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการโต้แย้งของนักเรียน ขั้นอภิปรายสะท้อนผลครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้เวลาพอสมควรในการนำข้อมูลมาร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และขั้นการเขียนสรุปผล ครูควรย้ำเตือนนักเรียนให้เขียนข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลที่มีตามความคิดของนักเรียนเองและการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสร้างข้อโต้แย้งสามารถช่วยพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 71.02 โดยการให้เหตุผลที่มีพัฒนาการมากที่สุดคือการให้เหตุผลแบบสมมตินัย ร้อยละ 82.50 รองลงมาคือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย ร้อยละ 81.25 การให้เหตุผลแบบอุปนัย ร้อยละ 69.06 และการให้เหตุผลแบบอธิบาย ร้อยละ 51.25 ตามลำดับ

ณรงค์ชัย พงษ์ธะนะ (2559) ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองเบื้องต้นมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมิน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไป 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินและ 4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไปกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 2 จำนวน 2 ห้องเรียนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมี

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2.45 คะแนนจากคะแนนเต็ม 6 คะแนนสูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2)นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 18.72 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 62.4 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 แต่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Windschitl (2006) ที่ได้มีการวิจัยเปรียบเทียบ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ธรรมดาซึ่งผลการวิจัยพบว่าในการสอนแบบสืบเสาะเป็นธรรมดานั้นจะมีมีจุดมุ่งหมายในการ สอนคือให้นักเรียนหารูปแบบของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเท่านั้น แต่ในการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานจะมีจุดมุ่งหมายในการสอน คือ พัฒนาให้นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ด้วย นอกจากนี้แล้วในงานวิจัยนี้ยังได้ผล ออกมาว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นสามารถทำให้นักเรียน เข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถึง 5 ประเด็น คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบหรือทำซ้ำได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้คาดเดาหรือ พยากรณ์เหตุการณ์ได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถสร้างขึ้นได้

Lawson (2009) ได้ทำการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้เหตุผล 4 รูปแบบซึ่งเป็นพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมตินนัย (abduction) เป็นการสร้างสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา (puzzling observation) หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ยังไม่อ่านเข้าใจเพื่อพยายามหาคำตอบหรือคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (retroduction) เป็นการนำสมมุติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อให้สามารถอธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deduction) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่ยอมรับโดยทั่วไปมาใช้อ้างอิงไปยังสมมุติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้นและ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (induction) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุปจากผลของการค้นคว้าหาความจริงซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตและการทดลองซ้ำซ้ำโดยทำการศึกษาและวิเคราะห์การให้เหตุผลดังกล่าวจากกรณีตัวอย่างในประวัติศาสตร์ซึ่งเป็นเรื่องราว

การค้นพบที่ยิ่งใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์ 3 กรณี ได้แก่ 1) การค้นพบดวงจันทร์และดาวพฤหัสของกาลิเลโอ 2) งานวิจัยเกี่ยวกับนกฟินที่ชาร์ลดาร์วินค้นพบของ Rosemary and Peter Grant และ 3) งานวิจัยเกี่ยวกับรหัสพันธุกรรมที่ได้รับรางวัลโนเบลของ Marshall Nirenberg ซึ่งผลการศึกษาพบว่าในแต่ละกรณีตัวอย่างนั้นมีรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของ If/Then/Therefore ซึ่งผลเกิดขึ้นจะนำไปประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนต่อไปได้

Bao, et al. (2009, p.586) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนที่ใช้การสืบเสาะเป็นฐานต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีนโดยใช้แบบสอบประเภทรายบุคคล (stand-alone tests) หรือแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific (LCTSR)) และแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยใช้แบบสอบมาตรฐานที่ใช้งานวิจัยเป็นฐาน (Research-based standardized tests) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 (เกรด 12) จำนวน 5,760 คน ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกอบรมเป็นเวลาต่อเนื่อง 5 ปีโดยมีแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงแบ่งการประเมินไว้ 6 ด้านได้แก่ 1) การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน 2) การให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย 3) การควบคุมตัวแปร 4) การให้เหตุผลแบบความน่าจะเป็นม 5) การให้เหตุผลแบบสหสัมพันธ์ และ 6) การประเมินสมมติฐานผลวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การสืบสอบเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้นอกจากนี้การศึกษาด้านเนื้อหาของ STEM (วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์) ยังส่งผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยที่ผลการเปรียบเทียบองค์ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีนมีความแตกต่างกันในทางกลับกันการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีนไม่มีความแตกต่าง

Ching She and Wen Liao (2010, pp. 91-119) ศึกษาความเชื่อมโยงของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ผ่านการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทร่วมกับการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (เกรด 8) ที่เรียนวิชาเคมีจำนวน 108 คนใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มี

ลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 12 ข้อทั้งก่อนและหลังการทดลองและมีการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนอีก 6 คนของแต่ละชั้นเรียนรวมทั้งสิ้น 18 คนอีกทั้งยังมีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เป็นคำถามแบบเลือกตอบ 33 ข้อทั้งก่อนและหลังการทดลองอีกด้วยซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทร่วมกับการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ มีคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผลวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนด้วย

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แต่ขั้น จะมีการส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบายและให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา คอยให้คำแนะนำ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีวิธีการดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนย่อย ดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แหล่งข้อมูล

การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีแหล่งข้อมูล ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม ประกอบด้วย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1คน

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน

2. ผู้ให้ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่

2.1 ผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เวลาในการจัดกิจกรรม และเนื้อหา ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จำนวน 3 คน จำแนกเป็นนักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน

2.2 ผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75

2.3 ผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบประสิทธิภาพภาคสนาม ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

1. กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ

ขั้นตอนในการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

1. การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการ

ปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และการนำไปใช้ แสดงรายละเอียด ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดตัวชี้วัดของกิจกรรมการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ	1. อธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
	2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายแบบรูป การเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์
	3. สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจร ของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และหลักการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหาข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง และขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง แสดงรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (สสวท., 2546)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Gobert and Buckley (2002)	การสังเคราะห์
1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา	**1) ขั้นสำรวจแนวคิด** ผู้สอนใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา **2) ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด** ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง	**1) ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง ผู้สอนอาจใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลายเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ	**3) ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง** นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง ลักษณะและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง	**2) ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง** นักเรียนการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะและสาเหตุ

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (สสวท., 2546)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Gobert and Buckley (2002)	การสังเคราะห์
หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่นทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป		การเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มิเคราะห์แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่		**3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง** นักเรียนนำแบบจำลอง มาอธิบายข้อมูลโดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (สสวท., 2546)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Gobert and Buckley (2002)	การสังเคราะห์
ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้		
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น	**4) ขั้นนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์** นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้และอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา	**4) ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง** นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง
5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง	**5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง** นักเรียนประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดียิ่งขึ้น	**5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง** นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้น

1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและสำรวจแนวคิด	เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง ผู้สอนอาจใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลายเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง	
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง	นักเรียนการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดย	**การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction) /** ความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์ -สามารถระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
	นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง	อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป
		การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) / ความสามารถในการพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น - สามารถให้เหตุผลของการคาดคะเนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล
		การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) / ความสามารถในการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ -สามารถระบุหลักฐานที่จะนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง	**3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง** นักเรียนนำแบบจำลอง มาอธิบายข้อมูล โดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้	**การให้เหตุผลอุปนัย** (Induction) /ความสามารถในการลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - สามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง	นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้น	

1.4 สร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรม ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	จำนวนชั่วโมง
1	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ	3
2	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ	3
3	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของดวงจันทร์	3

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	จำนวนชั่วโมง
4	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์	3
	รวม	12

1.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ จำนวน 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เวลาในการเรียน จำนวน 12 ชั่วโมง ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาเรียน

ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ	ระบบสุริยะ	3
2	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ	การโคจรของดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ	3
3	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของดวงจันทร์	การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของดวงจันทร์	3
4	สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์	แบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์	3
	รวม		12

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แนะนำ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้ข้อแนะนำ โดยระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เกณฑ์การประเมินของ บุญชุม ศรีสะอาด (2547, หน้า 160-166) ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนน**
เหมาะสมมากที่สุด	5
เหมาะสมมาก	4
เหมาะสมปานกลาง	3
เหมาะสมน้อย	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	1

2.3 นำผลการตรวจประเมินให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2547, หน้า 160-166)

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนนเฉลี่ย**
เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00
เหมาะสมมาก	3.51-4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50
เหมาะสมน้อย	1.51-2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50

โดยให้ค่าเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

2.4 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ตามแนวคิดของรัตนะ บัวสนธ์ (2552) ดังนี้

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 คน โดยคัดจากผู้ที่มีคุณลักษณะสูงปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านภาษา เนื้อหา และเวลา

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 9 คน โดยคัดจากผู้ที่มีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบตามเกณฑ์ 75/75

4. จัดพิมพ์กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับสมบูรณ์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอน ดังนี้

1. แบบประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับหลักการ ทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความเหมาะสม

1.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้ 1) ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม 1.1) จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม 1.2) จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 2.1) ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด 2.2) ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง 2.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง 2.4) ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง และ 2.5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

1.3 สร้างแบบประเมินเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมิน เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดย

กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ใช้เกณฑ์การประเมินของ บุญชุม ศรีสะอาด (2547, หน้า 160-166) ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน
เหมาะสมมากที่สุด	5
เหมาะสมมาก	4
เหมาะสมปานกลาง	3
เหมาะสมน้อย	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	1

เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของ บุญชุม ศรีสะอาด (2547, หน้า 160-166) ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนนเฉลี่ย
เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00
เหมาะสมมาก	3.51-4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50
เหมาะสมน้อย	1.51-2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50

โดยให้ค่าเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

1.4 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความชัดเจนทางภาษา และความถูกต้องตามเนื้อหา นำมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำแบบประเมินที่แก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

2. แบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้ 1) มาตรฐานการเรียนรู้

2) ตัวชี้วัด 3) จุดประสงค์การเรียนรู้ 4) สาระสำคัญ 5) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) สื่อการเรียนรู้ 7) การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

2.3 สร้างแบบประเมินเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมิน เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ใช้เกณฑ์การประเมินของ บุญชุม ศรีสะอาด (2547, หน้า 160-166) ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนน**
เหมาะสมมากที่สุด	5
เหมาะสมมาก	4
เหมาะสมปานกลาง	3
เหมาะสมน้อย	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	1

เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของ บุญชุม ศรีสะอาด (2547, หน้า 160-166) ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนนเฉลี่ย**
เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00
เหมาะสมมาก	3.51-4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50
เหมาะสมน้อย	1.51-2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50

โดยให้ค่าเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

2.4 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความชัดเจนทางภาษา และความถูกต้องตามเนื้อหา นำมาปรับปรุงแก้ไขด้านภาษา และความถูกต้องของเนื้อหา

2.5 นำแบบประเมินที่แก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบ 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบตอนที่ 1 โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากกรอบแนวคิดการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009) ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยและบทความวิชาการเกี่ยวกับความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดของการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009, p.338)

3.3 ศึกษาเนื้อหาและวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

3.4 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยโจทย์เป็นสถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นข้อความตารางข้อมูลแผนภูมิภาพหรือภาพรวม รวม 6 สถานการณ์จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อโดยแบ่งเป็น 2 ตอน โดยตอนที่ 1 ให้นักเรียนเขียนตอบอย่างสั้นและตอนที่ 2 ให้เขียนอธิบายเหตุผลของคำตอบแต่ละข้อในตอนที่ 1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบอธิบาย โดยมีเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์ระดับคุณภาพ (Rubrics) ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจาก Lawson (2009) ดังตาราง 9

ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน (ดีมาก)	1 คะแนน (พอใช้)	0 คะแนน (ปรับปรุง)
การให้เหตุผลแบบนิรนัย (ข้อคำถามที่ 1)	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างน้อย 2 วิธีขึ้นไป และให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างน้อย 1 วิธี และให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์และให้เหตุผลไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน
การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (ข้อคำถามที่ 2)	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุ สมผล สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้และครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้องและไม่สมเหตุ สมผล ไม่สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้
การให้เหตุผลแบบอุปนัย (ข้อคำถามที่ 3)	นักเรียนสามรถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามรถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปไม่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
การให้เหตุผลแบบอธิบาย (ข้อคำถามที่ 4)	นักเรียนลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปโดยไม่อ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อีกครั้งตรวจสอบภาษาที่ใช้ในข้อคำถามแล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อคำถามและความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วนำคะแนนที่ได้จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดหาค่าความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนั้นสามารถวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ตรงจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อนั้นสามารถวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ตรงจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนั้นไม่สามารถวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ตรงจุดประสงค์

3.7 นำผลคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.8 นำแบบทดสอบความสามารในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มาคัดเลือกข้อที่ได้คะแนน 0.50 ขึ้นไป ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จำนวน 3 สถานการณ์ 12 ข้อ

3.9 นำแบบทดสอบความสามารในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ มาแล้ว เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ได้แก่ ความยาก และอำนาจจำแนกโดยใช้วิธีของ วิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney, D.R. & Sabers, D.L., 1970) ใช้เทคนิค 27% คะแนนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ คัดเลือกแบบวัดที่มีค่ามากกว่า .20 ขึ้นไป และวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach)

3.10 จัดทำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 3 สถานการณ์ 12 ข้อ เพื่อในใช้ในการเก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบระดับเหมาะสมของกิจกรรม โดยกำหนดความหมายของระดับความเหมาะสม ใช้เกณฑ์การประเมินของ บุญชุม ศรีสะอาด (2547, หน้า 160-166) ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนน**
เหมาะสมมากที่สุด	5
เหมาะสมมาก	4
เหมาะสมปานกลาง	3
เหมาะสมน้อย	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	1

1.2 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในแต่ละรายการแล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ยให้เป็นระดับความเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์จากการคำนวณอันตรภาคชั้น

1.3 พิจารณาระดับความเหมาะสมของกิจกรรม โดยผลการตรวจประเมินให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2547, หน้า 160-166)

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนนเฉลี่ย**
เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00
เหมาะสมมาก	3.51-4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50
เหมาะสมน้อย	1.51-2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50

โดยให้ค่าเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

2. การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การทำแบบรายงานการสำรวจตรวจสอบระหว่างเรียนเพื่อหาค่าประสิทธิภาพกระบวนการการเรียนรู้ (E_1) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

2.2 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรม มาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพ จากสูตร E_1/E_2

ขั้นตอนที่ 2 การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ดังนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

ตัวแปรตาม ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 9 ห้อง รวมทั้งหมด 400 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ที่ได้รับจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกลุ่มเดียวก่อน-หลัง (One Group Pretest –Posttest Design) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2554, หน้า 106)

ตาราง 10 แสดงแบบแผนการวิจัย

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T_1	X	T_2

เมื่อ T_1 แทน การสอบก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pretest)

X แทน การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

T_2 แทน การสอบหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Posttest)

ขอบเขตด้านระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาจำนวน 12 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

2. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้เวลา จำนวน 12 ชั่วโมง

3. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ จากนั้นหาค่าเฉลี่ย และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. นำผลคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม โดยใช้ ค่าสถิติ t-test แบบ Dependent

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 โดยการใช้สถิติค่าสถิติ t-test แบบ One-sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (บุญชุม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 105)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

X แทน คะแนนของแต่ละคน

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนของทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียน

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (บุญชุม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 106)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. สูตรที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ใช้สูตร การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (รัตนะ บัวสนธ์, 2552) ดังนี้

3.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X_1}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดในระหว่างใช้กิจกรรมหรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ

$\sum X_1$ แทน คะแนนรวมของทุกคนจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุดหรือจากผลการปฏิบัติแต่ละครั้ง

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน ผลรวมคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือการฝึกปฏิบัติย่อย ๆ ทุกครั้ง

3.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X_2}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้สิ้นสุดหรือผลสรุปรวม

$\sum X_2$ แทน คะแนนรวมของทุกคนจากการทดสอบสรุปรวม

N แทน จำนวนผู้เรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติหลังการใช้นวัตกรรม

4. สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (สุวิมล ติรกานันท์, 2543, หน้า 129-130)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามกับพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5. สูตรหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีของ วิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney, D.R. & Sabers, D.L., 1970) ใช้เทคนิค 27% คะแนนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความยากง่าย

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

6. สูตรหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีของ วิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney, D.R. & Sabers, D.L., 1970) ใช้เทคนิค 27% คะแนนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

$$D = \frac{S_U + S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

7. ระดับความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้สูตรสัมประสิทธิอัลฟาของครอนบาค (Croncach, n.d. อ้างอิงใน ธีระศักดิ์ อุ่นอารมณ์เลิศ, 2549, หน้า 65)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left\{1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2}\right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือ

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของแต่ละข้อ

8. การวิเคราะห์คะแนนจากการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบค่า t-test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2536, หน้า 240)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบ

D แทน ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

dt แทน องศาแห่งความอิสระ

9. การวิเคราะห์คะแนนจากการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบค่า t-test แบบ One - sample (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2536, หน้า 240)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S / \sqrt{n}} \quad , dt = n = 1$$

เมื่อ n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากรมาตรฐาน

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอผู้การวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญตามกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง ผู้สอนอาจใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลายเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือ อินเตอร์เน็ต หรือแหล่งความรู้ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากนั้นวางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน เลือกแนวทางที่เป็นไปได้พร้อมให้เหตุผล เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ 1) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย และ 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และลงมือสร้างแบบจำลองได้อย่างถูกต้องเพียงพอต่อการลงข้อสรุป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง นักเรียนนำแบบจำลอง มาอธิบายข้อมูลโดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล และลงข้อสรุปผล โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ผู้สอนใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย ยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ให้นักเรียนศึกษา นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น

2. ผลการพิจารณาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม			
1.1 จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านที่ 1	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสงสัยของนักเรียน โดยครูใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย เพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบ	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
อธิบาย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูล วางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ตั้งสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลและลงมือสร้างแบบจำลองได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป			
2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลอุปนัย โดยนักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น มาอธิบายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านที่ 2	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.85	0.26	มากที่สุด

จากตาราง 11 พบว่า ผลการพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.85, S.D. = 0.26)

3. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 12 แสดงระดับความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด			
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัดมีความถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 มีความเหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 คลอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 คลอบคลุมด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.78	0.19	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้			
3.1 สาระการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการ	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.83	0.29	มากที่สุด
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสงสัยของนักเรียน โดยครูใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย เพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูล วางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ตั้งสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลและลงมือสร้างแบบจำลองได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลอุปนัย โดยนักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาอธิบายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.93	0.12	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้			
5.1 เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.78	0.38	มากที่สุด
6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้			
6.1 วิธีการวัดเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับภาระงาน/ชิ้นงานของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3 วิธีการวัดและประเมินผลสามารถวัดได้ตรงตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4 วิธีการวัดและประเมินผลมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและชัดเจน	4.33	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.67	0.29	มากที่สุด
สรุปผลรวมคะแนนเฉลี่ย	4.84	0.24	มากที่สุด

จากตาราง 12 พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.84, S.D. = 0.24)

4. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

ตาราง 13 แสดงผลการตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียนจำนวน 3 คน

กิจกรรมการเรียนรู้	รายการที่ตรวจสอบ			การปรับปรุง
	ด้านเนื้อหา	ด้านภาษา	ด้านเวลา	
1. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมเหมาะสม	-

กิจกรรมการเรียนรู้	รายการที่ตรวจสอบ			การปรับปรุง
	ด้านเนื้อหา	ด้านภาษา	ด้านเวลา	
2. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมเหมาะสม	-
3. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมน้อยเกินไป	ปรับลดภาระงานบางส่วนในกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา
4. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมเหมาะสม	-

จากตาราง 13 พบว่า กิจกรรมที่ 1 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ กิจกรรมที่ 2 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ และกิจกรรมที่ 4 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ ด้านเนื้อหา ด้านภาษา และด้านเวลามีความเหมาะสม กิจกรรมที่ 3 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์ ด้านเนื้อหา และด้านภาษามีความเหมาะสม ด้านเวลาในการจัดกิจกรรมน้อยเกินไป ปรับปรุงโดยลดภาระงานบางส่วนในกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา

ตาราง 14 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน จำนวน 9 คน

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำกิจกรรม/แบบฝึกหัดระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมที่ 3	กิจกรรมที่ 4	
72.22	74.31	78.47	77.78	
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) = 75.69				ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) = 75.46
E_1/E_2 = 75.69/75.46				

จากตาราง 14 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) = 75.69 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) = 75.46 แต่ละกิจกรรมมีประสิทธิภาพกระบวนการตามลำดับ ดังนี้ 72.22 74.31 78.47 และ 77.78 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.69/75.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาลและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาลและการปรากฏของดวงจันทร์

ตาราง 15 แสดงผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	df	p
ก่อนการใช้	30	24	7.47	1.50	29.08*	29	0.00
หลังการใช้	30	24	18.83	4.01			

*p < .05

จากตาราง 15 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 และ 18.83 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตาราง 16 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	% of Mean	t	p
หลังเรียน	30	24	18.83	2.00	78.47	2.28*	0.0151

*p < .05

จากตาราง 16 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.47 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมีจุดมุ่งหมายของงานวิจัย คือ

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาลและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาลและการปรากฏของดวงจันทร์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดย ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบ

เสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 กิจกรรม จากนั้นนำไปจัดการเรียนรู้ ประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.1 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

1.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

1.3 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาหรือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ โดยเกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics score 3 ระดับ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหามาวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาหรือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

1.4 ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังจากที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาด้านภาษา เนื้อหา และเวลา จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2552) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 พบว่า คะแนนระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.69 และคะแนนหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.46 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 75.69/75.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์

จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง โดยมีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 และ 18.83 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 18.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.74 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลงานวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยตามขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีข้อสรุปดังต่อไปนี้

1.1 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจากนักการศึกษาหลายคน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด 2) ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง 4) ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง และ 5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรม จำนวน 12 ชั่วโมง คือ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ กิจกรรมที่ 2 เรื่อง สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาว

เคราะห์แคระ กิจกรรมที่ 3 เรื่อง สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์ และ กิจกรรมที่ 4 เรื่อง สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์

1.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.85, S.D. = 0.26)

1.3 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่า ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.84, S.D. = 0.24)

1.4 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน จำนวน 3 คน พบว่า กิจกรรมที่ 1 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ กิจกรรมที่ 2 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ และกิจกรรมที่ 4 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์ ด้านเนื้อหา ด้านภาษา และด้านเวลามีความเหมาะสม กิจกรรมที่ 3 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์ ด้านเนื้อหา และด้านภาษามีความเหมาะสม ด้านเวลาในการจัดกิจจกรรมน้อยเกินไป ปรับปรุงโดยลดภาระงานบางส่วนในกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา

1.5 ผลการตรวจประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 9 คน พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.69/75.69 เมื่อทดลองกับนักเรียนจำนวน 30 คน พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.88/78.47 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 และ 18.83 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 18.83 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 78.74 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลงานวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นที่นำมาอภิปราย ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด 2) ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง 4) ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง และ 5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 75.69/75.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 เป็นเพราะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนของ รัตนะ บัวสนธ์ (2552) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 คน และ 9 คน โดยในแต่ละขั้นตอนการทดลองได้ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยังบกพร่องในด้านภาษา ด้านเนื้อหา และด้านเวลา ให้มีความสมบูรณ์ ประกอบกับแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ของ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, หน้า 20-30) กล่าวว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิผลจะต้องคำนึงถึงความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา ต้องฝึกกระบวนการสำคัญให้กับผู้เรียน โดย

มีขั้นตอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ต้องเหมาะสมกับธรรมชาตและวัยของผู้เรียน เหมาะกับสภาพแวดล้อมในโรงเรียนและชีวิตจริงและต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงทำให้ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า 2.1) ผลเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ พบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2.2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558) ที่พบว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงความรู้ของนักเรียนได้ อีกทั้ง ชานนท์ คำปิวทา (2559) และ ภัทราวรรณ ไชยมงคล (2560) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง สามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละขั้นมีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจซึ่งอาจเกิดจากความสงสัยของนักเรียน โดยครูใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย เพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียน เช่น จากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์ เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามว่า ให้นักเรียนพิจารณารูปร่างของดวงจันทร์ ว่าเป็นเหตุใดดวงจันทร์จึงเปลี่ยนรูปร่างในทุก ๆ วัน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย คำถามนี้เป็นสิ่งที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีความสนใจ อีกทั้งยังได้ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน สอดคล้องกับ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 124) ที่ได้กล่าวว่า สถานการณ์ที่เป็นปัญหาใกล้ตัวนักเรียนจะช่วยกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น นอกจากนี้ การใช้คำถามร่วมกับสื่อวีดีทัศน์ยังช่วยกระตุ้นความสนใจผู้เรียนได้ เช่น การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แบบรูปการขึ้นและตกของดวงจันทร์ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนดูวีดีทัศน์เกี่ยวกับการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ เมื่อสังเกตจากวีดีทัศน์ จะพบว่าดวงอาทิตย์และดวงจันทร์จะขึ้นและตกในทิศเดียวกัน จากนั้นใช้คำถามสำรวจแนวคิด ความรู้เดิมของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสนใจใน

สื่อวีดีทัศน์ และให้ความร่วมมือในการตอบคำถามที่ผู้วิจัยถาม สอดคล้องกับ Walker and Sampson (2013, p.565 อ้างอิงใน ชานนท์ คำปิวทา, 2559) ที่กล่าวว่า การที่ครูตั้งคำถามที่ดี และใช้สื่อที่เหมาะสมในการระบุสถานการณ์ และเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนนั้น จะช่วยให้นักเรียนสนใจในสืบเสาะหาหลักฐานและสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งนำมาสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องเหมาะสมต่อไป

2) ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูล วางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ตั้งสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลและลงมือสร้างแบบจำลองได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนช่วยกันในการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำงานเสร็จตามเวลาที่กำครูกำหนด ดังเช่นที่ Sampson, Grooms and Walker (2010, p.219 อ้างอิงใน ชานนท์ คำปิวทา, 2559) ได้ให้ข้อเสนอว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือจะช่วยในการเรียนรู้วิธีการออกแบบเพื่อเก็บข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ นอกจากนี้การออกแบบการสำรวจตรวจสอบครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสืบเสาะ สอดคล้องกับ Hogan, Nastasi and Pressley (2000 อ้างอิงใน ชานนท์ คำปิวทา, 2559) ที่ได้ทำการวิจัย เรื่อง รูปแบบการอภิปรายและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบร่วมมือในการสนทนากับเพื่อนและการแนะนำของครู ผลวิจัย พบว่าการสนทนาที่มีครูแนะนำทำให้นักเรียนมีระดับของการให้เหตุผลและคำอธิบายที่มีคุณภาพสูงขึ้นและการสนทนากับเพื่อนนั้น พบว่า มีแนวโน้มในการสร้างและสำรวจค้นหาที่ดีมากกว่า นอกจากนี้การที่นักเรียนได้อภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มจำช่วยพัฒนาระดับการให้เหตุผลของนักเรียนสูงขึ้นได้

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลอุปนัย โดยนักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น มาอธิบายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล ยกตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะ ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่มีการวิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลอง อย่างการเปรียบเทียบอัตราส่วนจากข้อมูลจริงของคาบการโคจรดาวเคราะห์แต่ละดวงลงในแบบจำลอง ซึ่งต้องมีการแนะนำจากครูผู้สอน จึงทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในแบบจำลองได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Hodson (2008 อ้างอิงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) กล่าวว่า การเน้นให้ผู้เรียนได้จัดกระทำการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาและควรให้นักเรียนสนใจ เห็นความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งเชิง

วิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถึงหลักการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล ซึ่งทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น น่าเชื่อถือ

4) ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง ยกตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์ ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถอธิบายการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์ โดยการนำไฟฉายไปส่อง เพื่อให้แบบจำลอง เกิดภาพเงา ซึ่งเป็นรูปร่างของดวงจันทร์ในบริเวณต่าง ๆ ที่ดวงจันทร์หมุนรอบโลก ทำให้สามารถขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลองได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับหลักการตามทฤษฎี Constructionism คือ การให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ลงมือสร้างแบบจำลองหรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และเหตุผลที่เหมาะสม (Berland and Reiser, 2009) และจากทฤษฎี เรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by Doing) การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองย่อมทำให้ นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายกว่าและเข้าใจได้มากกว่าจึงส่งผลให้แบบจำลองแสดงออกประเภทบทบาท สมมติทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนได้มากกว่าแบบภาพหรือแบบชิ้นงาน

5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Sampson and Gleim (2009, p.469 อ้างอิงใน ณรงค์ชัย พงษ์ธะนะ, 2559) ที่ให้นักเรียนปรับปรุงรายงานได้อธิบายถึงสิ่งที่แก้ไข กระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาสิ่งที่เขียนและอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงตัดสินใจแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ต้องให้ความสำคัญกับผู้เรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เรียนบางคนมีการเรียนรู้ที่ช้ากว่าผู้เรียนคนอื่น ๆ ผู้สอนจึงต้องให้ความสำคัญกับผู้เรียนกลุ่มนี้โดยการสอบถามความเข้าใจ การอธิบายซ้ำ และเปิดโอกาสในการฝึกฝนมากขึ้น

1.2 จากผลการวิจัยพบว่า ในการจัดกิจกรรมนั้นครูผู้สอนจะต้องคอยกระตุ้นโดยการใช้คำถามและเสริมแรงทางบวก ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และร่วมกันออกแบบ

การสำรวจตรวจสอบ คอยสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน แนะนำเมื่อนักเรียน เกิดปัญหาระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

1.3 จากผลการหาประสิทธิภาพ พบว่า กิจกรรมที่ 1 มีประสิทธิภาพกระบวนการต่ำกว่ากิจกรรมอื่น ๆ ดังนั้นแนวทางการจัดกิจกรรมควรมีการเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของกิจกรรม จะทำให้นักเรียนทราบแนวทางในการจัดกิจกรรม ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นต้น ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญที่ควรจะส่งเสริมให้กับนักเรียนต่อไป

2.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สำคัญในการนำไปพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551,** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. (2550). **การสอนเพื่อพัฒนาการคิดและการเรียนรู้.** ขอนแก่น: โรงพิมพ์หาวิทยาลัยขอนแก่น.สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554).

เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). **ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมวิชาการ. (2544). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กรมวิชาการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

โกเมศ นาแจ้ง. (2554). **ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิต สาขาการศึกษาและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. **วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย,** 5(1), 7-19.

ชัชชัย คุ้มทวีพร. (2539). **ตรรกวิทยาทั่วไป (พิมพ์ครั้งที่ 2).** กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและผลิตตำรามหาวิทยาลัยเกริก.

ชานนท์ คำปิวทา. (2559). **การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้ง เรื่อง ระบบย่อยอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). **แนวคิดวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในงานวิจัย.** กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.

จิตรา ทับแสง. (2529). **ตรรกวิทยาทั่วไป.** กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและผลิตตำรา มหาวิทยาลัยเกริก.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2556). **ผลของการเรียนการสอนโดยขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เฉลิมลาภ ทองอาจ. (2554). รูปแบบการสอนการฝึกหัดสืบสอบ: เรียนรู้ภาษาไทยจากการค้นพบ. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร**, 9(2), 5-17.

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยและการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุ-ศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐวรรณ มั่นใจ.(2555). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 1. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ณรงค์ชัย พงษ์ธะนะ. (2559). **ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2548). **สถิติเพื่อการวิจัย**. พิษณุโลก: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ธิติยา บงกชเพชร. (2554). จากงานวิจัยสู่การปฏิบัติการสอนดาราศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่มีประสิทธิภาพ. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 13(3), 197-212.

ธีระศักดิ์ อุ่นอารมณ์เลิศ. **เครื่องมือวิจัยทางการศึกษา : การสร้างและการพัฒนา**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549.

นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด constructivism. **วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 25(96). 13-14.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). **การวิจัยเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 9 แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2547). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย** (พิมพ์ครั้งที่ 3 แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2534). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ .(2558). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัตนะ บัวสนธ์. (2552). **วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย.

รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชา วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 17-19.

โรม วงศ์ประเสริฐ. (2545). **เทคนิคการจัดการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนด้วยกิจกรรม**. กรุงเทพมหานคร: สถาพรบุ๊คส์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น

ภัทราวรรณ ไชยมงคล. (2560). **การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). **แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.

วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. **วารสารครุศาสตร์ ปีที่ 42 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**, 2557(2), 207.

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี สฤษดิ์วงศ์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษา (องค์กรมหาชน). (2560). **รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2559**. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560, จาก http://www.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพแนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สราวุฒิ บุญยืน. (2542). **การศึกษารูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สิริวรรณ สุวรรณอาภา. (2544). **เอกสารการสอนชุดวิชาระบบการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2542). **สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับเฉลมิพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในวโรกาสมหามงคลเฉลมิพระชนมพรรษา 6 รอบ**. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุวิทย์ คงภักดี. (2553). **ผลการสอนดาราศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้นวิตกรรมแบบจำลองระบบโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์** (EMS-Model). วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุวิมล ติรกานันท์. (2543). **การประเมินโครงการ:แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สำลี รักสุทธี. (2553). **คู่มือการจัดทำสื่อนวัตกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบสื่อนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). **หลักการสอน**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เอกรินทร์ สีมหาศาล และคณะ. (2551). **เรื่องน่ารู้สู่การใช้หลักสูตรแกนกลางฯ 51**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

Bao, L.A.O. (2009). **Learning and scientific reasoning**. N.P.: n.p.

Ching. She, H. and When Liao, Y. (2010). Bridging scientific reasoning and conceptual change through adaptive web-based learning. **Science Teaching**, 47(1), 91-119.

Cullin, M.J. (2004). Examining prospective science teacher's understandings of the role of model and modeling in science within the context of building and testing computer model of pond ecosystems. **Dissertation. The Pennsylvania State University.** Retrieved December 01, 2007, from http:/www.proquest.umi.com

Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer R. (2000). **Positioning Model in Science Education and in Design and Technology Education.** In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), Deve;oping Models in Science Education. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gilbert, J. D., & Buckley, B. C. (2002). Introduction to Model-based teaching and learing in Science Education. **International Journal of Science Education.** 22(9): 891-894.

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking explanation. USA : Dalias, Texas.

Justi, R.S.; & Gilbert, J.K. (2002a). Modeling, teachers' views on the nature of modeling, and implications for the education of model. **International Journal of Science Education.** 24(4), 369-387.

Lawson, A. E. (1995). **Science Teaching and the Development of Thinking.** Belmont, CA: Watsworth Publishing Company.

Lawson, A.E. (2009). **Basic inferences of scientific reasoning,** argumentation, and discovery. Science Education, n/a-n/a. doi: 10.1002/sec.20357

Odom, A. L. and Kelly, P. V. (2001). "Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concepts to High School Biology Students," **Science Education.** 85(6), 615 - 635.

Osborn, J.., Erduran, S. and Simon, S. (2004). Enhancing the quality argumentation in school science, **Journal of Research in Science and Teaching.** 41(10), 994-1020.

Wells, M.; Hestenes, D.; and Swackhammer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. **American Journal of Physics.** 63(7), 606-619.

Whitney, D. R. and D. L. Sabers. (1970). "Improving Essay Examinations III. Use of Item Analysis", **Technical Bulletin** 11. Mimeographed. (Iowa City : University Evaluation and Examination Service)

Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understandings of Model-Based Inquiry. **American Education Research Journal,** 43(4), 783-835.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.วิเชียร ธำรงโสตถิสกุล	อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
2. ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์	อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
3. ดร.สุนันทา รักพงษ์	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา อุตรดิตถ์ เขต 1
4. นางสุรีย์ โทนทอง	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาล อุตรดิตถ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. นางรัตนวราภรณ์ จันทะคุณ	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุตรดิตถ์ ดรุณี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง การใช้คู่มือการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คู่มือการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ครูใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลที่จะคิดในเชิงหาสาเหตุของเรื่องราวต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีในสาขาวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลอ้างอิงประกอบและหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น สามารถพิสูจน์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎี ตลอดจนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการอธิบายแนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ นี้ จะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยให้นักเรียนได้การสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลหลักฐานจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยผ่านสร้างแบบจำลองและปรับแบบจำลองใหม่ให้สอดคล้องกับผลจากการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์จริง เพื่อเป็นตัวแทนในการสื่อสารคำอธิบายของตนเอง โดยครูกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของสถานการณ์ทางดาราศาสตร์กว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนคิดหาเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ โดยการสร้างแบบจำลอง

โดยแบ่งเนื้อหาเรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ออกเป็น 4 เรื่อง จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 กิจกรรม ดังนี้

เรื่องที่	ชื่อเรื่อง	ชื่อกิจกรรม	จำนวนชั่วโมง
1	องค์ประกอบของระบบสุริยะ	กิจกรรมที่ 1 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ	3
2	การเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ	กิจกรรมที่ 2 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ	3
3	การเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ และพยากรณ์รูปร่างปรากฏของดวงจันทร์	กิจกรรมที่ 3 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏของรูปร่างของดวงจันทร์	3
4	แบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์	กิจกรรมที่ 4 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์	3
รวม			12

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง ผู้สอนอาจใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลายเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือ อินเตอร์เน็ต หรือแหล่งความรู้ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากนั้นวางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน เลือกแนวทางที่เป็นไปได้พร้อมให้เหตุผล และลงมือสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง นักเรียนนำแบบจำลอง มาอธิบายข้อมูล โดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล และลงข้อสรุปผล โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ผู้สอนใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย ยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ให้นักเรียนศึกษา นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น

โดยกิจกรรมมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญและจำเป็นในการศึกษา การทำงาน ทั้งปัจจุบันและอนาคต เพราะเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยจุดเน้นหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น โดยมีลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและสำรวจแนวคิด	- นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน - ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง ครูอาจใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลายเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา - นักเรียนและครูร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดในฐานะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง	
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น ในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา - นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือ อินเตอร์เน็ต หรือแหล่งความรู้ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากนั้นวางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน เลือกแนวทางที่เป็นไปได้พร้อมให้เหตุผล จัดเตรียมเตรียมอุปกรณ์และลงมือสร้างแบบจำลอง	**การให้เหตุผลแบบสมมตินัย** (Abduction) / ความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์ -สามารถระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป
		การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) /ความสามารถในการพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น - สามารถให้เหตุผลของการคาดคะเนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล
		การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) / ความสามารถในการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
		-สามารถระบุหลักฐานที่จะนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง	นักเรียนนำแบบจำลอง มาอธิบายข้อมูล โดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล และลงข้อสรุปผล โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล	**การให้เหตุผลอุปนัย** (Induction) /ความสามารถในการลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - สามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง	- ครูใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลายยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์เพิ่มเติม - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	- นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น	

บทบาทและหน้าที่ของครูผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ครูผู้สอนควรเข้าใจบทบาทหน้าที่ในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. บทบาทครูผู้สอน

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียด เพื่อที่จะเตรียมพร้อมด้านต่าง ๆ เช่น เนื้อหา สื่อการสอน แหล่งเรียนรู้ เป็นต้น และเพื่อที่จะสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างดี

1.2 ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครบตามที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ

กิจกรรมที่ 2 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ

กิจกรรมที่ 3 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์

กิจกรรมที่ 4 สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์

1.3 ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และร่วมกันทำงานเป็นทีม คอยสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน แนะนำเมื่อนักเรียน เกิดปัญหาระหว่างการทำกิจกรรม

1.4 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนี้ จัดการเรียนรู้โดยพัฒนาจากวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการจัดการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

โดยในแต่ละขั้นตอนครูมีบทบาทสำคัญ ดังนี้

ขั้นการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด	- จัดเตรียมสื่อที่หลากหลาย เช่น รูปภาพ คลิปวีดีโอ ใบความรู้ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ที่ต้องใช้ในการจัดกิจกรรม - แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม โดยใช้วิธีการสุ่ม ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีทั้งผู้หญิงและผู้ชาย ในจำนวนเท่า ๆ กัน โดยพยายามเน้นให้นักเรียนที่ไม่เคยอยู่กลุ่มเดียวกันมาอยู่ร่วมกัน - สร้างสถานการณ์ปัญหา หรือนำผู้เรียนเข้าไปในสถานการณ์ปัญหานั้น - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการทำงานร่วมกัน เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม - กระตุ้นให้ผู้เรียนโดยการใช้คำถาม เพื่อสำรวจแนวคิด ทำให้นักเรียนมองเห็นสิ่งที่เป็นปัญหาในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ จากนั้นชี้แนวทางให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันค้นหาปัญหาและระบุปัญหา โดยพิจารณาจากปัญหาใหญ่และปัญหาย่อย - ชี้แนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิด ที่จำเป็นต้องใช้ในการคิดหาวิธีการสำรวจตรวจสอบสมมติฐานและสร้างแบบจำลอง
ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง	- กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐาน พยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น พร้อมให้เหตุผล - กระตุ้นให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาตลอดจน วิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม และสมาชิกแต่ละคนทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มอภิปรายความรู้ร่วมกัน เพื่อนำมาใช้ใน วางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน - แนะนำให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันเลือกแนวทางที่เป็นไปได้พร้อมให้เหตุผลโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล - กำหนดให้ผู้เรียนในกลุ่มระบุและอธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบ พร้อมให้เหตุผล โดยมอบหมายภาระงานโดยที่แต่ละคนได้รับและต้องทำให้เสร็จ

ขั้นการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู
	- ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือผู้เรียนในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง - ชี้แนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองได้สำเร็จตามแผนที่ได้วางไว้ - คอยดูแล แนะนำระหว่างที่ให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลอง ว่าสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ได้จริงหรือไม่
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง	- ชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รวบรวมมานำเสนอ อธิบาย และลงข้อสรุปแบบจำลอง - สังเกต แนะนำ ชื่นชม วิธีการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่มอย่างสร้างสรรค์และให้กำลังใจ
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง	- จัดเตรียมคำถามหรือสื่อที่หลากหลาย ยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ให้นักเรียนศึกษา - กระตุ้นให้นักเรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่เพื่อใช้ในการหาข้อสรุปในการอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง - แนะนำการอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ว่าควรเพิ่มเติมข้อมูลจากทฤษฎี กลักการ ความรู้เรื่องใดบ้าง
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	- กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันแลกเปลี่ยนการประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น ว่าสามารถใช้การเป็นตัวแทนของแบบจำลองในการลงข้อสรุปอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ อย่างมีเหตุผลหรือไม่ - กระตุ้นให้ผู้เรียนสื่อสารกัน ทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม และสมาชิกแต่ละคนทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม - แนะนำให้สมาชิกกลุ่มมีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ หรือแก้ไขแบบจำลอง ในกรณีเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนให้ร่วมกันระบุและหาแนวทางการแก้ไขแบบจำลองอย่างเหมาะสม

การเตรียมความพร้อมของครูผู้สอน

เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและเข้าใจ ครูผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ดังนี้

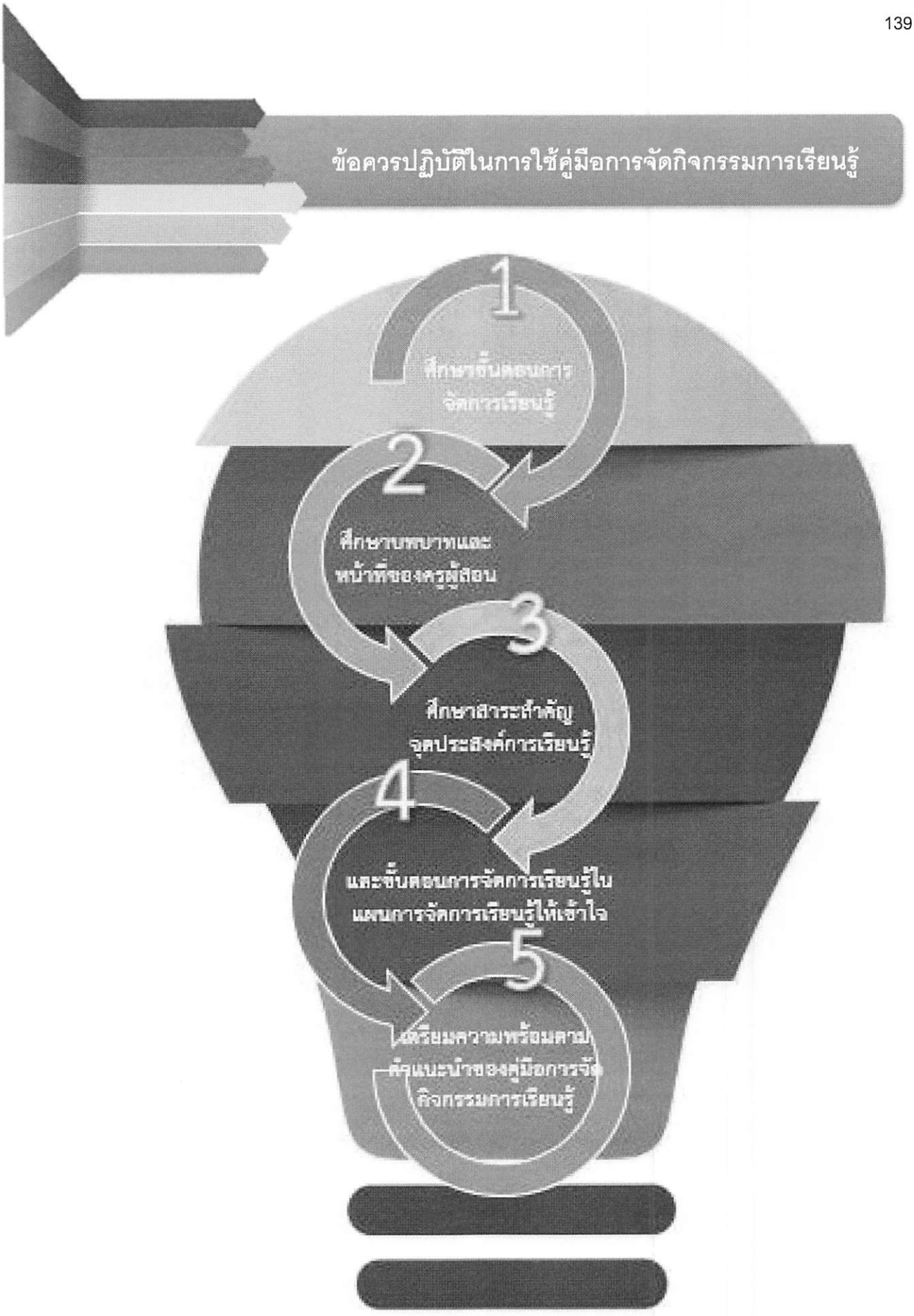
1. ด้านผู้สอน เนื่องจากกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ ส่วนใหญ่จะเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูล สำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมโดยศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่จะจัดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้เกิดความเข้าใจก่อนล่วงหน้าที่จะทำการสอน

2. ด้านผู้เรียน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรพิจารณาความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน บรรยากาศของห้องเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้สอนกับผู้เรียน อารมณ์ของผู้เรียน เป็นต้น ครูควรปรับบรรยากาศการเรียนรู้ของห้องเรียนให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้เสียก่อน โดยอาจใช้วิธีการพูดคุยให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ครูผู้สอนสามารถปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามความเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ ตรงตามความถนัด และความสนใจของผู้เรียน

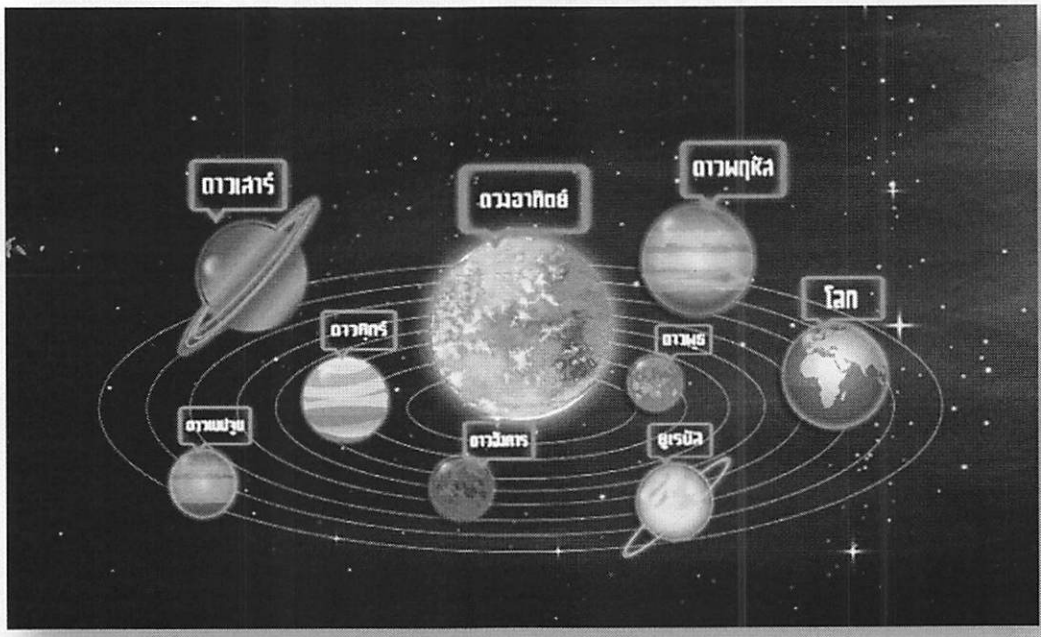
3. ด้านเนื้อหาสาระที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถปรับเนื้อหาให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน และโรงเรียน โดยให้สอดคล้องครอบคลุมตามสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถปรับให้เหมาะสมกับโรงเรียนได้ เช่น อาจใช้แอพพลิเคชั่นหรือซอฟต์แวร์ที่ใกล้เคียงกัน เป็นต้น แหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจใช้สิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน หรืออาจจะปรับเปลี่ยนเป็นสิ่งแวดล้อมในหมู่บ้าน ชุมชน หรือจังหวัดที่นักเรียนอาศัยอยู่

5. ด้านการวัดและการประเมินผล ผู้สอนควรจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมิน คือ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการสำรวจตรวจสอบ ทั้งนี้ครูผู้สอนควรศึกษาให้เข้าใจถึงวิธีการ และเกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละด้าน


ข้อควรปฏิบัติในการใช้คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1
ศึกษาขั้นตอนการ
จัดการเรียนรู้
2
ศึกษาบทบาทและ
หน้าที่ของครูผู้สอน
3
ศึกษาสาระสำคัญ
จุดประสงค์การเรียนรู้
4
และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ใน
แผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจ
5
เตรียมความพร้อมตาม
คำแนะนำของคู่มือการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1
สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิชาวิทยาศาสตร์ (ว14101)
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์ของกิจกรรมโดยมุ่งเน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุปได้ (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)

2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลของการคาดคะเนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลได้ (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

3. นักเรียนระบุหลักฐานที่จะนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีความสมเหตุสมผลได้ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

4. นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล (การให้เหตุผลอุปนัย)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด (20 นาที)

1. ครูสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง ระบบสุริยะ

2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ด้วยสื่อที่หลากหลาย เกี่ยวกับเรื่อง ระบบสุริยะ

3. นักเรียนและครูร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดที่นักเรียนนำเสนอ จนได้ปัญหาจากสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษาว่า ระบบสุริยะคืออะไรและมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพื่อนำไปสู่การสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง (70 นาที)

1. นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากหนังสือ อินเตอร์เน็ต หรือแหล่งความรู้ต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผน ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็น และร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะที่ดีที่สุด พร้อมให้เหตุผล โดยเขียนสรุปเป็นแผนผังลงในกระดาษปรู๊ฟ โดยระบุหัวข้อ ดังนี้

1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

1.2 จุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ

1.3 สมมติฐานของการสำรวจตรวจสอบหรือการพยากรณ์

1.4 วิธีการสำรวจตรวจสอบ

- การออกแบบการสร้างแบบจำลอง
- วัสดุ-อุปกรณ์
- วิธีการดำเนินการสร้างแบบจำลอง

2. นำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ได้วางแผนหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการออกแบบการสร้างแบบจำลอง การเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ และวิธีการในการสร้างแบบจำลอง จากนั้นบันทึกผลข้อหัวที่นำเสนอลงใน แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

3. ลงมือสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง (30 นาที)

1. นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น มาอธิบายข้อมูลหน้าชั้นเรียน โดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ และลงข้อสรุปผล โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล

2. บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ ลงใน แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

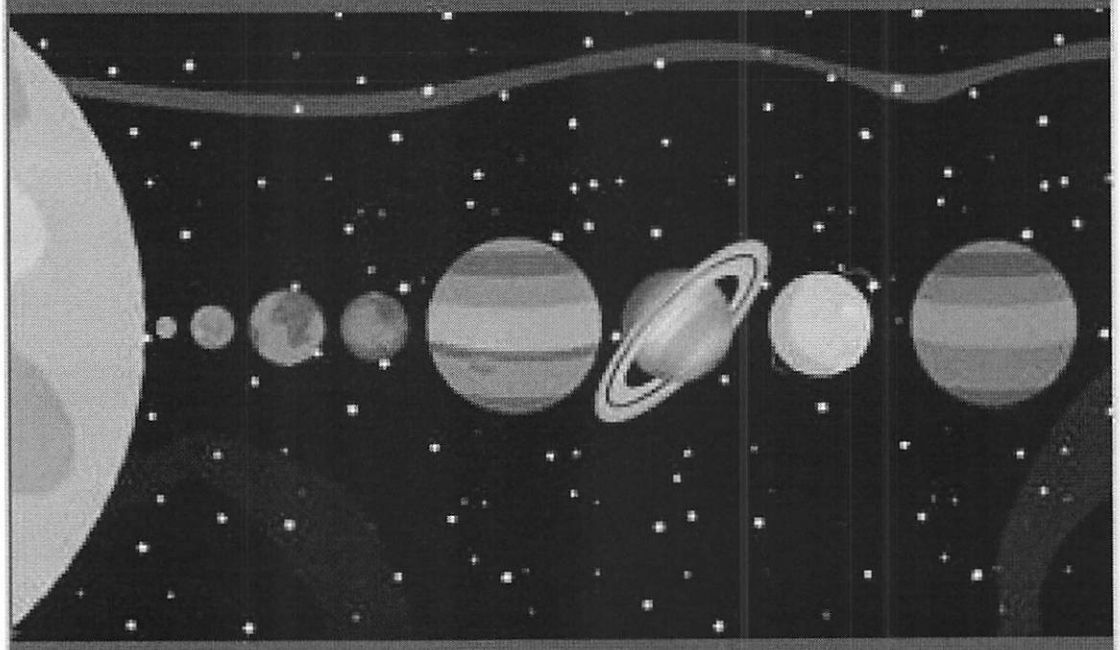
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง (40 นาที)

สืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติม เกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบของระบบสุริยะและคาบการโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ จากนั้นร่วมกันปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่ออธิบายการเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น บันทึกสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเพื่ออธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ลงใน แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง (20 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น กรณีที่แบบจำลองมีความผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อน ร่วมกันอภิปรายว่าเกิดจากสาเหตุใด

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



ธนพร คล้ายหนอ
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำชี้แจง การใช้แผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ครูใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ชื่อแผนการจัดการจัดการเรียนรู้	เวลา
แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 1 **สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ**	3 ชั่วโมง
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด	1 ชั่วโมง
ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง 2.1 ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างแบบจำลอง	
2.2 ลงมือสร้างแบบจำลอง	2 ชั่วโมง
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง	
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง	
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	
แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 2 **สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ**	3 ชั่วโมง
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด	1 ชั่วโมง
ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง 2.1 ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างแบบจำลอง	
2.2 ลงมือสร้างแบบจำลอง	2 ชั่วโมง
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง	
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง	

ชื่อแผนการจัดการจัดการเรียนรู้	เวลา
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	
แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 3 **สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์**	3 ชั่วโมง
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด	
ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง 2.1 ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างแบบจำลอง	1 ชั่วโมง
2.2 ลงมือสร้างแบบจำลอง	
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง	2 ชั่วโมง
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง	
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	
แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 4 **สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์**	3 ชั่วโมง
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด	
ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง 2.1 ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างแบบจำลอง	1 ชั่วโมง
2.2 ลงมือสร้างแบบจำลอง	
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง	
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง	2 ชั่วโมง
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	
รวม	12 ชั่วโมง

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ (ว14101) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เวลา 12 ชั่วโมง
เรื่อง สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ (1) เวลา 1 ชั่วโมง

.....

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
มาตรฐานการเรียนรู้
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ป.4/3 สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบ สุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

สาระสำคัญ

ระบบสุริยะเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง และมีบริวารประกอบด้วย ดาวเคราะห์แปดดวง และบริวาร ซึ่งดาวเคราะห์แต่ละดวงมีขนาด และระยะห่างจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน และ ยังประกอบด้วย ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์ น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่ รอบดวงอาทิตย์วัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ เมื่อเข้ามา ในชั้นบรรยากาศเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้เกิดเป็นดาวตกหรือผีพุ่งได้และอุกกาบาต

การสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ เป็นการจำลองให้เห็นถึงองค์ประกอบของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับลักษณะของดาวเคราะห์แต่ละดวง การเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เพื่อให้แบบจำลองระบบสุริยะ มีองค์ประกอบตามทฤษฎีที่ถูกต้อง โดยประกอบด้วยดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง และสามารถเปรียบเทียบคาบการโคจร ของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลองได้

สาระการเรียนรู้

ความหมายของระบบสุริยะ

ระบบสุริยะ หมายถึง ระบบที่มี ดวงอาทิตย์ เป็นศูนย์กลางและมีวัตถุจำนวนหนึ่งถูกดึงดูดให้โคจรรอบดวงอาทิตย์ ระบบสุริยะ ประกอบด้วยดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์บริวาร ทั้ง 8 ดวง ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และยังมีดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง ดาวตกหรืออุกกาบาตและดวงจันทร์ ซึ่งดาวเหล่านี้จะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในขณะเดียวกันก็หมุนรอบตัวเองด้วย

1. **ดวงอาทิตย์ (Sun)**

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ทรงกลมขนาดใหญ่ ที่มีแสงสว่างในตัวเอง เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะจักรวาล มีอายุ 5,000 ล้านปี ดวงอาทิตย์นอกจากจะทำหน้าที่ให้ความร้อนและให้แสงสว่างแก่ดาวเคราะห์ทุก

ดวงในระบบสุริยะแล้วนั้นยังมีความสำคัญต่อโลกของเรา เช่น ให้พลังงานความร้อน และพลังงานแสงรวมถึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติด้วย

ข้อมูลจำเพาะของดวงอาทิตย์

1. อยู่ห่างจากโลก 150 ล้านกิโลเมตร
2. จัดเป็นดาวประเภทกลุ่มก๊าซ
3. พลังงานจำนวนมหาศาลในดวงอาทิตย์ได้มาจากการเปลี่ยนก๊าซไฮโดรเจนเป็น ฮีเลียม
4. พื้นผิวของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงถึง 5,515 องศาเซลเซียส
5. บริเวณตรงกลางของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงถึง 15 ล้านองศาเซลเซียส
6. แสงจากดวงอาทิตย์ใช้เวลาเดินทางมายังโลกทั้งสิ้น 8.3 นาที
7. คาบการหมุนรอบตัวเอง 25.38 วันบนโลก
8. เส้นผ่านศูนย์กลาง 1,391,980 กิโลเมตร (โลก 12,756 กิโลเมตร ที่เส้นศูนย์สูตร) มากกว่าโลกของเรา 109 เท่า
9. มีปริมาตร 1,300,000 เท่าของโลก และมีมวล มากกว่าโลกของเรา 333,434 เท่า
10. ความสว่างสูงสุด -26.8 (600,000 เท่าของความสว่างของดวงจันทร์) ดวงอาทิตย์จึงมีสีขาว แต่ข เห็นบนโลกเป็นสีเหลือง เนื่องจากการกระเจิงของแสง
11. กาลิเลโอเป็นคนแรก ที่พิสูจน์ให้เห็นว่า ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง

2. **ดาวพุธ** (Mercury)

ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ซึ่งอยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์มากที่สุด เป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็ก ได้รับ สมญานามว่า เตาไฟแช่แข็ง เนื่องจากโครงสร้างภายในของดาวพุธประกอบไปด้วยแกนเหล็กขนาดใหญ่ พื้นผิวดาวพุธเต็มไปด้วยหลุมบ่อมากมายคล้ายกับพื้นผิวดวงจันทร์ มีเทือกเขาสูงใหญ่ และแอ่งที่ราบขนาดใหญ่อยู่ทั่วไป สันนิษฐานว่าแอ่งที่ราบขนาดใหญ่เช่นนี้ เกิดจากการพุ่งชนของอุกกาบาตในยุคเริ่มแรกของระบบสุริยะ

ข้อมูลจำเพาะของดาวพุธ

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 57.91 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 87.97 วัน
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 58.65 วัน
4. รัศมีของดาว 2,440 กิโลเมตร
5. ดาวพุธไม่มีชั้นบรรยากาศห่อหุ้ม
6. อุณหภูมิ -180°C ตอนกลางคืน ถึง 430°C ตอนกลางวัน
7. ไม่มีดวงจันทร์ และไม่มีวงแหวน
8. มองเห็นในเวลาพลบค่ำทางทิศตะวันตกและตอนเช้าตรู่ทางทิศตะวันออก

3. ดาวศุกร์ (Venus)

ดาวศุกร์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 2 เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 6 ดาวศุกร์มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโลก ชั้นบรรยากาศมีความหนาทึบ หนาแน่นกว่าโลก 100 เท่า ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกซึ่งจะกักเก็บความร้อนไว้ ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงถึง 470°C จะเห็นได้ว่าพื้นผิวดาวศุกร์ร้อนกว่าพื้นผิวดาวพุธมาก ทั้ง ๆ ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์กว่าดาวพุธถึงสองเท่า

ข้อมูลจำเพาะของดาวศุกร์

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 108.21 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 224.70 วัน
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 243.02 วัน (หมุนย้อนทางกับดาวเคราะห์ดวงอื่น)
4. รัศมีของดาว 6,052 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คาร์บอนไดออกไซด์
6. อุณหภูมิพื้นผิว 470°C ไม่มีดวงจันทร์ ไม่มีวงแหวน
7. มองเห็นในเวลาพลบค่ำทางทิศตะวันตก เรียกว่า ดาวประจำเมือง และตอนเช้าตรู่ทางทิศตะวันออก เรียกว่า ดาวประกายพรึก หรือ ดาวรุ่ง

4. โลก (Earth)

โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 3 และมีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 5 ได้รับสมญานามว่า ดาวมหาสมุทร เนื่องจากพื้นผิวประกอบด้วยน้ำ 3 ใน 4 บรรยากาศของโลกประกอบด้วยไนโตรเจน 77% ออกซิเจน 21% ที่เหลือเป็นอาร์กอน คาร์บอนได ออกไซด์ และน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ช่วยในการกักเก็บความร้อนไว้ภายใต้ชั้นบรรยากาศโดยอาศัยภาวะเรือนกระจก ทำให้โลกมีความอบอุ่น เป็นดาวเคราะห์ดวงเดียวในระบบสุริยะที่มีสภาวะแวดล้อมเหมาะต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

ข้อมูลจำเพาะของโลก

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 149.60 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 365.25 วัน
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 23.93 ชั่วโมง
4. รัศมีของโลก 6,378 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือไนโตรเจน และออกซิเจน
6. อุณหภูมิพื้นผิว -88°C ถึง 58°C
7. มีดวงจันทร์ 1 ดวง ไม่มีวงแหวน

5. ดาวอังคาร (Mars)

ดาวอังคารเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 4 ในบรรดาดาวเคราะห์ทั้งหมด ได้รับสมญานามว่า ดาวเทพแห่งสงคราม เนื่องจากพื้นผิวมีสีแดง เต็มไปด้วยหิน ฝุ่นและหุบเหว มีบรรยากาศเบาบาง

มาก ประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งเกิดจากการระเหิดของน้ำแข็งแห้ง (คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง) ปกคลุมอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวดาวอังคาร ที่บริเวณขั้วเหนือและขั้วใต้ของดาวมีน้ำแข็ง

ข้อมูลจำเพาะของดาวอังคาร

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 227.94 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 1.88 ปี (687 วัน)
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 24.62 วัน
4. รัศมีของดาว 3,397 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนและอาร์กอน
6. อุณหภูมิ -87°C ถึง -5°C
7. มีดวงจันทร์ 2 ดวง คือ โฟบัส และดีมอส ไม่มีวงแหวน

6. **ดาวพฤหัสบดี** (Jupiter)

ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ ดวงที่ 5 ที่มีความสว่างมากเป็นอันดับที่ 4 รองจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวศุกร์ ได้รับสมญานามว่า โลกยักษ์ เพราะเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ แต่หมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบใช้เวลาไม่ถึง 10 ชั่วโมง แรงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงให้ดาวมีสัณฐานเป็นทรงแป้นและทำให้การหมุนเวียนของชั้นบรรยากาศแบ่งเป็นแถบสีสลับกันมี จุดแดงใหญ่บริเวณ ด้านใต้ของดาว ซึ่งเป็นกลุ่มก๊าซร้อนหมุนวนด้วยความเร็วสูง

ข้อมูลจำเพาะของดาวพฤหัสบดี

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 778.41 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 11.86 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 9.92 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 71,492 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ ไฮโดรเจน ฮีเลียม
6. อุณหภูมิเฉลี่ย -148°C
7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 62 ดวง และวงแหวน 3 วง
8. ดวงจันทร์ที่ใหญ่ที่สุดถูกพบโดย กาลิเลโอ คือ ไอโอ ยูโรปา แกนีมีดและคัลลิสโต

7. **ดาวเสาร์** (Saturn)

ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ดวงที่ 6 และมีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 ในระบบสุริยะกาลิเลโอพบดาวเสาร์เป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2153 ได้รับสมญานามว่าเทพเจ้าแห่งเกษตร เนื่องจากมีมวลมากจึงมีแรงโน้มถ่วงมาก สามารถดูดจับดาวเคราะห์น้อยและดาวหางมาเป็นบริวาร ได้เป็นจำนวนมากทำให้มีวงแหวนที่เป็นลักษณะเด่นที่สวยงามถึง 7 ชั้น ปัจจุบันมีดวงจันทร์ที่ถูกค้นพบแล้ว 62 ดวง ดวงจันทร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือไททัน มีขนาดใหญ่กว่าดาวพุธ ไททัน มีชั้นบรรยากาศหนาแน่นกว่าโลก มีลักษณะคล้ายคลึงกับชั้นบรรยากาศของโลก ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์สนใจมากเพราะอาจจะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

ข้อมูลจำเพาะของดาวเสาร์

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 1,427 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ เท่ากับ 29.4 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 10.66 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 60,268 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ ไฮโดรเจน ฮีเลียม
6. อุณหภูมิเฉลี่ย -178°C
7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 62 ดวง และวงแหวนที่ค้นพบแล้ว 7 วง

8. ดาวยูเรนัส (Uranus)

ดาวยูเรนัสถูกค้นพบครั้งแรกโดย วิลเลี่ยม เฮอส์เชล ในปี พ.ศ. 2534 สองร้อยปีต่อมายานวอยเอเจอร์ 2 ทำการสำรวจดาวยูเรนัสในปี พ.ศ. 2529 มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของระบบสุริยะ บรรยากาศของดาวยูเรนัสประกอบด้วยไฮโดรเจน 83% ฮีเลียม 15% และมีเทน 2% ดาวยูเรนัสมีสีฟ้าเนื่องจากก๊าซมีเทนดูดกลืนสีแดงและสะท้อนสีน้ำเงิน บรรยากาศมีลมพัดแรงมาก ลึกลงไปที่แก่นของดาวห่อหุ้มด้วยโลหะไฮโดรเจนเหลว

ข้อมูลจำเพาะของดาวยูเรนัส

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 2,870 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ เท่ากับ 80 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 17.24 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 25,559 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ ไฮโดรเจน ฮีเลียม
6. อุณหภูมิ -216°C
7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 27 ดวง และวงแหวนที่ค้นพบแล้ว 13 วง

9. ดาวเนปจูน (Neptune)

ดาวเนปจูนเป็นดาวเคราะห์ที่ 8 ของระบบสุริยะ ดาวเนปจูนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับดาวยูเรนัส คือ มีบรรยากาศเป็นไฮโดรเจน ฮีเลียม และมีเทน เจือปนอยู่จึงมีสีน้ำเงิน ดาวเนปจูนมีขนาดเล็กกว่าดาวยูเรนัสเล็กน้อย แต่มีความหนาแน่นมากกว่า โดยที่แกนของดาวเนปจูนเป็นของแข็งมีขนาดใกล้เคียงกับโลกของเรา ดาวเนปจูนมีวงแหวน 4 วง แต่ละวงมีความสว่างไม่มากนัก เพราะประกอบด้วยอนุภาคที่เป็นผงฝุ่นขนาดเล็ก จนถึงขนาดประมาณ 10 เมตร เช่นเดียวกับวงแหวนของดาวพฤหัสบดีและดาวยูเรนัส

ข้อมูลจำเพาะของดาวเนปจูน

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 4,498 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 164.8 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 16.11 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 24,764 กิโลเมตร

5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ ไฮโดรเจน ฮีเลียม

6. อุณหภูมิ -214°C

7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 13 ดวง มีวงแหวนที่ค้นพบแล้ว 6 วง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ระหว่างทำกิจกรรม

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

2. นักเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นทีมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุปได้ (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)

2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลของการคาดคะเนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลได้ (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

3. นักเรียนระบุหลักฐานที่จะนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีความสมเหตุสมผลได้ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด (20 นาที)

1. นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน (โดยภายในกลุ่มจะต้องมีนักเรียนที่มีสมาร์ทโฟนอย่างน้อย 1 เครื่อง และต้องรับสัญญาณอินเตอร์เน็ตได้)

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง ระบบสุริยะ ว่า ถ้านักเรียนสามารถออกไปนอกโลกได้ นักเรียนคิดว่า จะพบสิ่งใดบ้าง (ตอบตามความเข้าใจ)

3. ครูเปิดคลิปวีดีโอ จาก YouTube เรื่อง "ระบบสุริยะจักรวาล The Known Universe จักรวาลที่เรารู้จัก" เพื่อไขข้อสงสัยเกี่ยวกับสิ่งที่มีอยู่นอกโลก

4. นักเรียนและครูร่วมกันประเมินและทบทวนแนวคิดที่นักเรียนนำเสนอ จนได้ปัญหาจากสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษาว่า ระบบสุริยะคืออะไรและมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพื่อนำไปสู่การสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง

2.1 การค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างแบบจำลอง (40 นาที)

สมาชิกกลุ่มร่วมกันค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบดาวเคราะห์ต่าง ๆ ของระบบสุริยะ จากหนังสือ อินเตอร์เน็ต และแหล่งความรู้ต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผน ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ สมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็น และร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะที่ดีที่สุด พร้อมให้เหตุผล โดยเขียนสรุปเป็นแผนผังลงในกระดาษบรู๊ฟ โดยระบุหัวข้อ ดังนี้

1) จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

2) จุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ

3) สมมติฐานของการสำรวจตรวจสอบหรือการพยากรณ์

4) วิธีการสำรวจตรวจสอบ

- การออกแบบการสร้างแบบจำลอง
- วัสดุ-อุปกรณ์
- วิธีการดำเนินการสร้างแบบจำลอง

3. ตัวแทนสมาชิกกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ได้วางแผนหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการออกแบบการสร้างแบบจำลอง การเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ และวิธีการในการสร้างแบบจำลอง จากนั้นนักเรียนบันทึกผลหัวข้อที่นำเสนอลงใน แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

การวัดประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ			
นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้ระหว่างทำกิจกรรม	ตรวจสอบการสืบเสาะหาความรู้	แบบประเมินการสืบเสาะหาความรู้ระหว่างทำกิจกรรม	ใช้เกณฑ์การวัดคะแนนแบบ Scoring Rubric ดังนี้ 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ใช้เกณฑ์การวัดคะแนนแบบ Scoring Rubric ดังนี้ 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
2. นักเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นทีมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
3. นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			
1. นักเรียนสามารถระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุปได้ (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)	ตรวจรายงานการสำรวจตรวจสอบ	แบบประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบ	ใช้เกณฑ์การวัดคะแนนแบบ Scoring Rubric ดังนี้ 2 = ดีมาก 1 = พอใช้ 0 = ปรับปรุง ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลของการคาดคะเนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลได้ (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)			
3. นักเรียนระบุหลักฐานที่จะนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีความสมเหตุสมผลได้ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)			

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. คลิปวีดีโอ จาก YouTube พิมพ์คำว่า "ระบบสุริยะจักรวาล The Known Universe จักรวาลที่เรารู้จัก"

2. เว็บไซต์ https://www.imagineering.co.th/

   https://www.bbc.com/thai/international-42870771

   https://www.scimath.org

3. กระดาษปรู๊ฟ

4. แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามและออกแบบวิธีสำรวจตรวจสอบต่อไปนี้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

.....

2. จุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

3. สมมติฐานของการสำรวจตรวจสอบ หรือการพยากรณ์ (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)

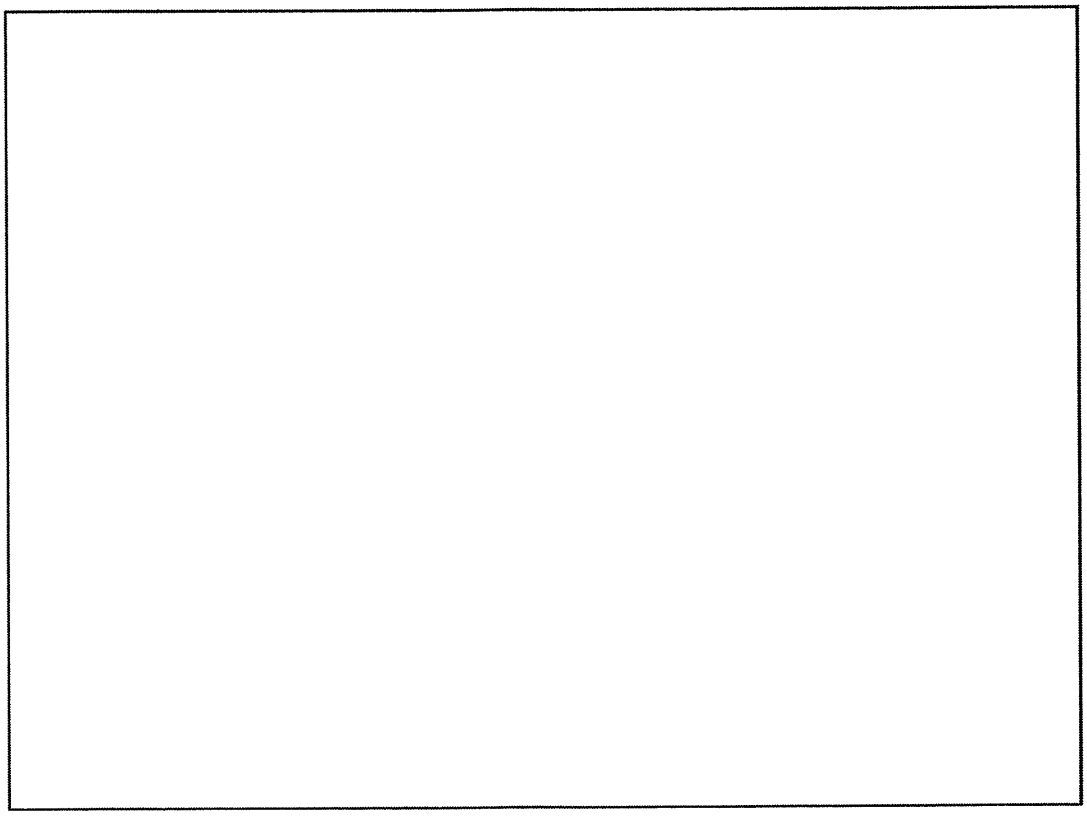
.....

.....

.....

4. วิธีการสำรวจตรวจสอบ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

4.1 การออกแบบการสร้างแบบจำลอง



4.2 วัสดุ-อุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 วิธีการดำเนินการสร้างแบบจำลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ผลการสำรวจตรวจสอบ (หลักฐาน และข้อมูลต่าง ๆ) (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. สรุปผลการสำรวจตรวจสอบ (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

หัวข้อคำถาม	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน (ดีมาก)	1 คะแนน (พอใช้)	0 คะแนน (ปรับปรุง)
1. การตั้งปัญหาของสถานการณ์	นักเรียนระบุปัญหาเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนระบุปัญหาเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนระบุปัญหาเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
2. จุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ	นักเรียนระบุวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนระบุวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนระบุวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน
3. สมมติฐานของการสำรวจตรวจสอบ หรือการพยากรณ์ (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้และครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้องและไม่สมเหตุสมผล ไม่สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้
4. การออกแบบการสร้างแบบจำลอง	นักเรียนออกแบบการสร้างแบบจำลองได้ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนออกแบบการสร้างแบบจำลองได้ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนออกแบบการสร้างแบบจำลองได้ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
5. การกำหนดวัสดุ-อุปกรณ์	นักเรียนกำหนดวัสดุ-อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการออกแบบการสร้างแบบจำลอง และมีองค์ประกอบตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนกำหนดวัสดุ-อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการออกแบบการสร้างแบบจำลอง และมีองค์ประกอบตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนกำหนดวัสดุ-อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการออกแบบการสร้างแบบจำลอง และมีองค์ประกอบตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
6. วิธีการดำเนินการสร้างแบบจำลอง	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์และ	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์

หัวข้อคำถาม	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน (ดีมาก)	1 คะแนน (พอใช้)	0 คะแนน (ปรับปรุง)
(การให้เหตุผลแบบนิรนัย)	และให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	ให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	และให้เหตุผลไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
7. ผลการสำรวจตรวจสอบ (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)	นักเรียนสามารถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปไม่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
8. สรุปผลการสำรวจตรวจสอบ (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)	นักเรียนลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปโดยไม่อ้างถึงหลักฐาน และเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล

หมายเหตุ ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนน การสืบเสาะหาความรู้ระหว่างทำกิจกรรม

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	3 คะแนน (ดีมาก)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ปรับปรุง)
1. **แหล่งข้อมูล**	นักเรียนสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ ไม่ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และไม่ครบถ้วน
2. **ความหลากหลายของข้อมูล**	นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย เป็นปัจจุบัน ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย ไม่เป็นปัจจุบัน ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนครบถ้วน	นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย ไม่เป็นปัจจุบัน ไม่ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนครบถ้วน

หมายเหตุ ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนน คุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	3 คะแนน (ดีมาก)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ปรับปรุง)
1. ความกระตือรือร้นและความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนกระตือรือร้นสนใจ ใฝ่เรียนรู้ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายอย่างครบถ้วน เรียบร้อย และเสร็จทันภายในกำหนดเวลา	นักเรียนสนใจเรียน แต่แอบคุยกันและเล่นกันบ้าง ขณะเรียนเป็นบางครั้ง แต่สามารถ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันภายในกำหนดเวลา	นักเรียนนักเรียนคุยและเล่นกับเพื่อนระหว่างเรียนบ่อยครั้ง ทำงานที่ได้ไม่เรียบร้อย และส่งงานล่าช้ากว่าที่ครูกำหนด
2. การทำงานร่วมกันเป็นทีมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนแบ่งงานกันทำตามที่ได้รับมอบหมาย และคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงาน ร่วมกิจกรรมและทำงานที่ครูมอบหมายให้อย่างตั้งใจ	นักเรียนแบ่งงานกันทำตามที่ได้รับมอบหมาย แต่อาจมีบางคนที่ไม่ค่อยช่วยทำงานบ้างในบางครั้ง เข้าร่วมกิจกรรมและทำงานที่ครูมอบหมายให้	นักเรียนส่วนใหญ่เล่นกันไม่ตั้งใจทำงาน ปล่อยให้เพื่อนทำงานเพียงคนเดียว ไม่ให้ความร่วมมือกับการจัดกิจกรรมของครู
3. การแสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่ครูกำหนด หรือประเด็นที่เพื่อนำเสนอบ่อยครั้ง และยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้อื่นอย่างตั้งใจ	นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่ครูกำหนด หรือประเด็นที่เพื่อนำเสนอบางครั้ง และไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้อื่น	นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่ครูกำหนด หรือประเด็นที่เพื่อนำเสนอน้อยครั้ง และไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้อื่น

หมายเหตุ ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์ (ว14101) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ เวลา 12 ชั่วโมง
เรื่อง สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ (2) เวลา 2 ชั่วโมง

.....

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
มาตรฐานการเรียนรู้
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ป.4/3 สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบ สุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

สาระสำคัญ

ระบบสุริยะเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง และมีบริวารประกอบด้วย ดาวเคราะห์แปดดวงและบริวาร ซึ่งดาวเคราะห์แต่ละดวงมีขนาด และระยะห่างจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน และ ยังประกอบด้วย ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์ น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่ รอบดวงอาทิตย์วัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ เมื่อเข้ามา ในชั้นบรรยากาศเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้เกิดเป็นดาวตกหรือผีพุ่งได้และอุกกาบาต

การสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ เป็นการจำลองให้เห็นถึงองค์ประกอบของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับลักษณะของดาวเคราะห์แต่ละดวง การเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เพื่อให้แบบจำลองระบบสุริยะ มีองค์ประกอบตามทฤษฎีที่ถูกต้อง โดยประกอบด้วยดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง และสามารถเปรียบเทียบคาบการโคจร ของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลองได้

สาระการเรียนรู้

ความหมายของระบบสุริยะ

ระบบสุริยะ หมายถึง ระบบที่มี ดวงอาทิตย์ เป็นศูนย์กลางและมีวัตถุจำนวนหนึ่งถูกดึงดูดให้โคจรรอบดวงอาทิตย์ ระบบสุริยะ ประกอบด้วยดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์บริวาร ทั้ง 8 ดวง ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และยังมีดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง ดาวตกหรืออุกกาบาตและดวงจันทร์ ซึ่งดาวเหล่านี้จะโคจรรอบดวงอาทิตย์ในขณะเดียวกันก็หมุนรอบตัวเองด้วย

1. ดวงอาทิตย์ (Sun)

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ทรงกลมขนาดใหญ่ ที่มีแสงสว่างในตัวเอง เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะจักรวาล มีอายุ 5,000 ล้านปี ดวงอาทิตย์นอกจากจะทำหน้าที่ให้ความร้อนและให้แสงสว่างแก่ดาวเคราะห์ทุก

ดวงในระบบสุริยะแล้วนั้นยังมีความสำคัญต่อโลกของเรา เช่น ให้พลังงานความร้อน และพลังงานแสงรวมถึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติด้วย

ข้อมูลจำเพาะของดวงอาทิตย์

1. อยู่ห่างจากโลก 150 ล้านกิโลเมตร
2. จัดเป็นดาวประเภทกลุ่มก๊าซ
3. พลังงานจำนวนมหาศาลในดวงอาทิตย์ได้มาจากการเปลี่ยนก๊าซไฮโดรเจนเป็น ฮีเลียม
4. พื้นผิวของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงถึง 5,515 องศาเซลเซียส
5. บริเวณตรงกลางของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงถึง 15 ล้านองศาเซลเซียส
6. แสงจากดวงอาทิตย์ใช้เวลาเดินทางมายังโลกทั้งสิ้น 8.3 นาที
7. คาบการหมุนรอบตัวเอง 25.38 วันบนโลก
8. เส้นผ่านศูนย์กลาง 1,391,980 กิโลเมตร (โลก 12,756 กิโลเมตร ที่เส้นศูนย์สูตร) มากกว่าโลกของเรา 109 เท่า
9. มีปริมาตร 1,300,000 เท่าของโลก และมีมวล มากกว่าโลกของเรา 333,434 เท่า
10. ความสว่างสูงสุด -26.8 (600,000 เท่าของความสว่างของดวงจันทร์) ดวงอาทิตย์จึงมีสีขาว แต่ข เห็นบนโลกเป็นสีเหลือง เนื่องจากการกระเจิงของแสง
11. กาลิเลโอเป็นคนแรก ที่พิสูจน์ให้เห็นว่า ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง

2. **ดาวพุธ** (Mercury)

ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ซึ่งอยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์มากที่สุด เป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็ก ได้รับ สมญานามว่า เตาไฟแช่แข็ง เนื่องจากโครงสร้างภายในของดาวพุธประกอบไปด้วยแกนเหล็กขนาดใหญ่ พื้นผิวดาวพุธเต็มไปด้วยหลุมบ่อมากมายคล้ายกับพื้นผิวดวงจันทร์ มีเทือกเขาสูงใหญ่ และแอ่งที่ราบขนาดใหญ่อยู่ทั่วไป สันนิษฐานว่าแอ่งที่ราบขนาดใหญ่เช่นนี้ เกิดจากการพุ่งชนของอุกกาบาตในยุคเริ่มแรกของระบบสุริยะ

ข้อมูลจำเพาะของดาวพุธ

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 57.91 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 87.97 วัน
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 58.65 วัน
4. รัศมีของดาว 2,440 กิโลเมตร
5. ดาวพุธไม่มีชั้นบรรยากาศห่อหุ้ม
6. อุณหภูมิ -180°C ตอนกลางคืน ถึง 430°C ตอนกลางวัน
7. ไม่มีดวงจันทร์ และไม่มีวงแหวน
8. มองเห็นในเวลาพลบค่ำทางทิศตะวันตกและตอนเช้าตรู่ทางทิศตะวันออก

3. ดาวศุกร์ (Venus)

ดาวศุกร์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 2 เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 6 ดาวศุกร์มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโลก ชั้นบรรยากาศมีความหนาทึบ หนาแน่นกว่าโลก 100 เท่า ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกซึ่งจะกักเก็บความร้อนไว้ ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงถึง 470°C จะเห็นได้ว่าพื้นผิวดาวศุกร์ร้อนกว่าพื้นผิวดาวพุธมาก ทั้ง ๆ ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์กว่าดาวพุธถึงสองเท่า

ข้อมูลจำเพาะของดาวศุกร์

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 108.21 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 224.70 วัน
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 243.02 วัน (หมุนย้อนทางกับดาวเคราะห์ดวงอื่น)
4. รัศมีของดาว 6,052 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คาร์บอนไดออกไซด์
6. อุณหภูมิพื้นผิว 470°C ไม่มีดวงจันทร์ ไม่มีวงแหวน
7. มองเห็นในเวลาพลบค่ำทางทิศตะวันตก เรียกว่า ดาวประจำเมือง และตอนเช้าตรู่ทางทิศตะวันออก เรียกว่า ดาวประกายพรึก หรือ ดาวรุ่ง

4. โลก (Earth)

โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 3 และมีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 5 ได้รับสมญานามว่า ดาวมหาสมุทร เนื่องจากพื้นผิวประกอบด้วยน้ำ 3 ใน 4 บรรยากาศของโลกประกอบด้วยไนโตรเจน 77% ออกซิเจน 21% ที่เหลือเป็นอาร์กอน คาร์บอนได ออกไซด์ และน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ช่วยในการกักเก็บความร้อนไว้ภายใต้ชั้นบรรยากาศโดยอาศัยภาวะเรือนกระจก ทำให้โลกมีความอบอุ่น เป็นดาวเคราะห์ดวงเดียวในระบบสุริยะที่มีสภาวะแวดล้อมเหมาะต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

ข้อมูลจำเพาะของโลก

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 149.60 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 365.25 วัน
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 23.93 ชั่วโมง
4. รัศมีของโลก 6,378 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือไนโตรเจน และออกซิเจน
6. อุณหภูมิพื้นผิว -88°C ถึง 58°C
7. มีดวงจันทร์ 1 ดวง ไม่มีวงแหวน

5. ดาวอังคาร (Mars)

ดาวอังคารเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 4 ในบรรดาดาวเคราะห์ทั้งหมด ได้รับสมญานามว่า ดาวเทพแห่งสงคราม เนื่องจากพื้นผิวมีสีแดง เต็มไปด้วยหิน ฝุ่นและหุบเหว มีบรรยากาศเบาบาง

มาก ประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งเกิดจากการระเหิดของน้ำแข็งแห้ง (คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง) ปกคลุมอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวดาวอังคาร ที่บริเวณขั้วเหนือและขั้วใต้ของดาวมีน้ำแข็ง

ข้อมูลจำเพาะของดาวอังคาร

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 227.94 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 1.88 ปี (687 วัน)
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 24.62 วัน
4. รัศมีของดาว 3,397 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนและอาร์กอน
6. อุณหภูมิ -87°C ถึง -5°C
7. มีดวงจันทร์ 2 ดวง คือ โฟบัส และดีมอส ไม่มีวงแหวน

6. **ดาวพฤหัสบดี** (Jupiter)

ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ ดวงที่ 5 ที่มีความสว่างมากเป็นอันดับที่ 4 รองจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวศุกร์ ได้รับสมญานามว่า โลกยักษ์ เพราะเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ แต่หมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบใช้เวลาไม่ถึง 10 ชั่วโมง แรงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงให้ดาวมีสัณฐานเป็นทรงแป้นและทำให้การหมุนเวียนของชั้นบรรยากาศแบ่งเป็นแถบสีสลับกันมี จุดแดงใหญ่บริเวณ ด้านใต้ของดาว ซึ่งเป็นกลุ่มก๊าซร้อนหมุนวนด้วยความเร็วสูง

ข้อมูลจำเพาะของดาวพฤหัสบดี

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 778.41 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 11.86 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 9.92 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 71,492 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ ไฮโดรเจน ฮีเลียม
6. อุณหภูมิเฉลี่ย -148°C
7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 62 ดวง และวงแหวน 3 วง
8. ดวงจันทร์ที่ใหญ่ที่สุดถูกพบโดย กาลิเลโอ คือ ไอโอ ยูโรปา แกนีมีดและคัลลิสโต

7. **ดาวเสาร์** (Saturn)

ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ดวงที่ 6 และมีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 ในระบบสุริยะกาลิเลโอพบดาวเสาร์เป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2153 ได้รับสมญานามว่าเทพเจ้าแห่งเกษตร เนื่องจากมีมวลมากจึงมีแรงโน้มถ่วงมาก สามารถดูดจับดาวเคราะห์น้อยและดาวหางมาเป็นบริวาร ได้เป็นจำนวนมากทำให้มีวงแหวนที่เป็นลักษณะเด่นที่สวยงามถึง 7 ชั้น ปัจจุบันมีดวงจันทร์ที่ถูกค้นพบแล้ว 62 ดวง ดวงจันทร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือไททัน มีขนาดใหญ่กว่าดาวพุธ ไททัน มีชั้นบรรยากาศหนาแน่นกว่าโลก มีลักษณะคล้ายคลึงกับชั้นบรรยากาศของโลก ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์สนใจมากเพราะอาจจะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

ข้อมูลจำเพาะของดาวเสาร์

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 1,427 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ เท่ากับ 29.4 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 10.66 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 60,268 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ ไฮโดรเจน ฮีเลียม
6. อุณหภูมิเฉลี่ย -178°C
7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 62 ดวง และวงแหวนที่ค้นพบแล้ว 7 วง

8. ดาวยูเรนัส (Uranus)

ดาวยูเรนัสถูกค้นพบครั้งแรกโดย วิลเลี่ยม เฮอส์เชล ในปี พ.ศ. 2534 สองร้อยปีต่อมายานวอยเอเจอร์ 2 ทำการสำรวจดาวยูเรนัสในปี พ.ศ. 2529 มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของระบบสุริยะ บรรยากาศของดาวยูเรนัสประกอบด้วยไฮโดรเจน 83% ฮีเลียม 15% และมีเทน 2% ดาวยูเรนัสมีสีฟ้าเนื่องจากก๊าซมีเทนดูดกลืนสีแดงและสะท้อนสีน้ำเงิน บรรยากาศมีลมพัดแรงมาก ลึกลงไปที่แก่นของดาวห่อหุ้มด้วยโลหะไฮโดรเจนเหลว

ข้อมูลจำเพาะของดาวยูเรนัส

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 2,870 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ เท่ากับ 80 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 17.24 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 25,559 กิโลเมตร
5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ คือ ไฮโดรเจน ฮีเลียม
6. อุณหภูมิ -216°C
7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 27 ดวง และวงแหวนที่ค้นพบแล้ว 13 วง

9. ดาวเนปจูน (Neptune)

ดาวเนปจูนเป็นดาวเคราะห์ที่ 8 ของระบบสุริยะ ดาวเนปจูนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับดาวยูเรนัส คือ มีบรรยากาศเป็นไฮโดรเจน ฮีเลียม และมีเทน เจือปนอยู่จึงมีสีน้ำเงิน ดาวเนปจูนมีขนาดเล็กกว่าดาวยูเรนัสเล็กน้อย แต่มีความหนาแน่นมากกว่า โดยที่แกนของดาวเนปจูนเป็นของแข็งมีขนาดใกล้เคียงกับโลกของเรา ดาวเนปจูนมีวงแหวน 4 วง แต่ละวงมีความสว่างไม่มากนัก เพราะประกอบด้วยอนุภาคที่เป็นผงฝุ่นขนาดเล็ก จนถึงขนาดประมาณ 10 เมตร เช่นเดียวกับวงแหวนของดาวพฤหัสบดีและดาวยูเรนัส

ข้อมูลจำเพาะของดาวเนปจูน

1. ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ 4,498 ล้านกิโลเมตร
2. โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบเท่ากับ 164.8 ปี
3. หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 16.11 ชั่วโมง
4. รัศมีของดาว 24,764 กิโลเมตร

5. องค์ประกอบหลักของบรรยากาศ ไฮโดรเจน ฮีเลียม

6. อุณหภูมิ -214°C

7. ดวงจันทร์ที่ค้นพบแล้ว 13 ดวง มีวงแหวนที่ค้นพบแล้ว 6 วง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบดาวเคราะห์ต่าง ๆ ของระบบสุริยะได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะได้

2. นักเรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลองได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

2. นักเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นทีมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล (การให้เหตุผลอุปนัย)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลอง (ต่อจากชั่วโมงที่แล้ว)

2.2 การสร้างแบบจำลอง (30 นาที)

สมาชิกกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความถนัดและความสามารถของตน เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ได้วางแผนไว้ มาร่วมกันลงมือสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง (30 นาที)

1. ตัวแทนสมาชิกกลุ่มนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น มาอธิบายข้อมูลหน้าชั้นเรียน โดยเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ และลงข้อสรุปผล โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล

2. สมาชิกแต่ละกลุ่มทำการบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ ลงใน แบบบันทึกการสำรวจตรวจสอบ

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง (40 นาที)

ครูระบุภาระงานให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาความรู้เพิ่มเติม เกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบของระบบสุริยะและคาบการโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ จากนั้นร่วมกันปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่ออธิบายการเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น บันทึกผลการอธิบายโดยวาดภาพแบบจำลองระบบสุริยะลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง รู้จักระบบสุริยะ โดยระบุองค์ประกอบ ตำแหน่ง และระยะห่างของคาบการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวง และบันทึกสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเพื่ออธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ลงใน แบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง (20 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น กรณีที่แบบจำลองมีความผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าเกิดจากสาเหตุใด

การวัดประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้			
นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบดาวเคราะห์ต่าง ๆ ของระบบสุริยะได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง รู้จักระบบสุริยะ	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง รู้จักระบบสุริยะ	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ			
1. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะได้	ตรวจแบบจำลอง	แบบประเมินแบบจำลอง	ใช้เกณฑ์การวัดคะแนนแบบ Scoring Rubric ดังนี้ 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
2. นักเรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลองได้	ประเมินการนำเสนอ	แบบประเมินการนำเสนอ	ใช้เกณฑ์การวัดคะแนนแบบ Scoring Rubric ดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
			3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ใช้เกณฑ์การวัดคะแนนแบบ Scoring Rubric ดังนี้ 3 = ดีมาก 2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์
2. นักเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นทีมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
3. นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			
นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล (การให้เหตุผลอุปนัย)	ตรวจรายงานการสำรวจตรวจสอบ	แบบประเมิน รายงานการสำรวจตรวจสอบ	ใช้เกณฑ์การวัดคะแนนแบบ Scoring Rubric ดังนี้ 2 = ดีมาก 1 = พอใช้ 0 = ปรับปรุง ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. เว็บไซต์ https://www.imagineering.co.th/

   https://www.bbc.com/thai/international-42870771

   https://www.scimath.org

2. รายงานการสำรวจตรวจสอบ
3. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง รู้จักระบบสุริยะ

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง รู้จักระบบสุริยะ

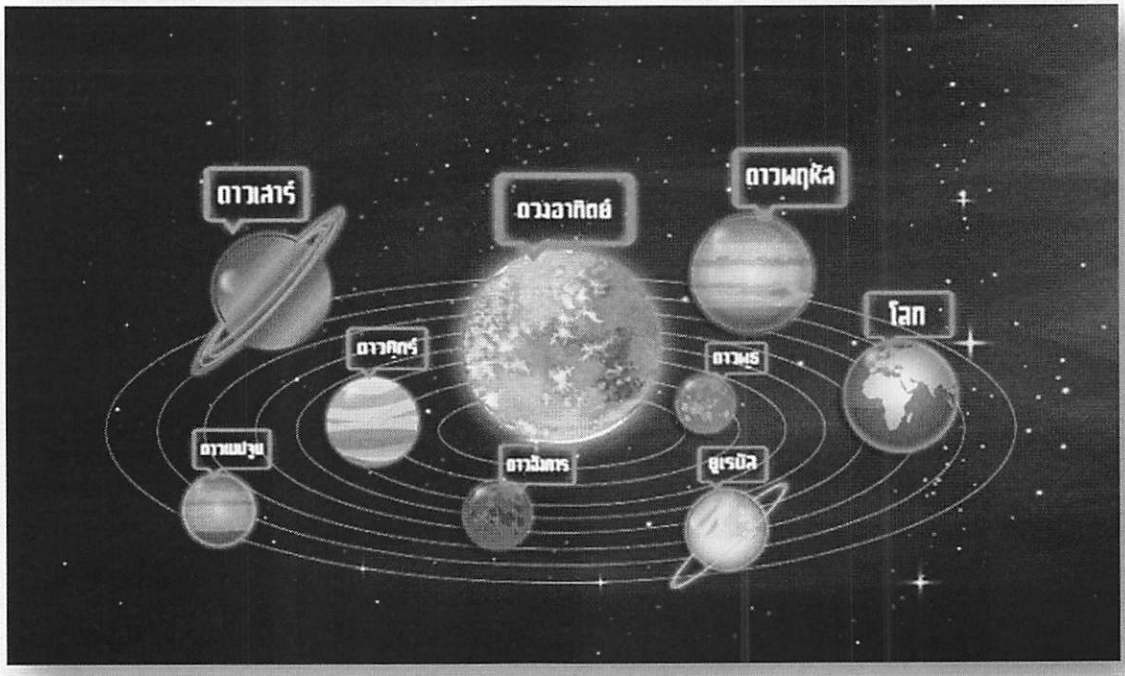
ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองระบบสุริยะ โดยระบุองค์ประกอบ ตำแหน่ง และระยะห่างของคาบการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวง

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง รู้จักระบบสุริยะ

ชื่อ-สกุล.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองระบบสุริยะ โดยระบุองค์ประกอบ ตำแหน่ง และระยะห่างของคาบการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวง



เกณฑ์การให้คะแนน การสร้างแบบจำลอง

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน (ดีมาก)	1 คะแนน (พอใช้)	0 คะแนน (ปรับปรุง)
1. **การเลือกใช้วัสดุ-อุปกรณ์**	นักเรียนเลือกใช้วัสดุ-อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการออกแบบการสร้างแบบจำลอง โดยในแบบจำลองมีองค์ประกอบตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนเลือกใช้วัสดุ-อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการออกแบบการสร้างแบบจำลอง โดยในแบบจำลองมีองค์ประกอบตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนเลือกใช้วัสดุ-อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการออกแบบการสร้างแบบจำลอง โดยในแบบจำลองมีองค์ประกอบตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
2. **รูปแบบของแบบจำลอง**	นักเรียนสร้างแบบจำลองได้ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนสร้างแบบจำลองได้ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสร้างแบบจำลองได้ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
3. **องค์ประกอบของแบบจำลอง**	องค์ประกอบของแบบจำลอง มีลักษณะรูปทรง สี การแสดงขนาดคาบการโคจร แสดงมาตราส่วน ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	องค์ประกอบของแบบจำลอง มีลักษณะรูปทรง สี การแสดงขนาดคาบการโคจร แสดงมาตราส่วนตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	องค์ประกอบของแบบจำลอง มีลักษณะรูปทรง สี การแสดงขนาดคาบการโคจร แสดงมาตราส่วน ไม่ตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และไม่ครบถ้วน
4. **การนำแบบจำลองไปใช้**	นักเรียนสามารถใช้แบบจำลองแสดงอธิบายปรากฏการณ์ได้ถูกต้องตรงตามหลักการและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน	นักเรียนสามารถใช้แบบจำลองอธิบายปรากฏการณ์ได้ถูกต้องตรงตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถใช้แบบจำลองอธิบายปรากฏการณ์ไม่ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และไม่ครบถ้วน

หมายเหตุ ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประมิน

เกณฑ์การให้คะแนน คุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	3 คะแนน (ดีมาก)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ปรับปรุง)
1. ความกระตือรือร้นและความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนกระตือรือร้นสนใจ ใฝ่เรียนรู้ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายอย่างครบถ้วน เรียบร้อย และเสร็จทันภายในกำหนดเวลา	นักเรียนสนใจเรียน แต่แอบคุยกันและเล่นกันบ้าง ขณะเรียนเป็นบางครั้ง แต่สามารถ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันภายในกำหนดเวลา	นักเรียนนักเรียนคุยและเล่นกับเพื่อนระหว่างเรียนบ่อยครั้ง ทำงานที่ได้ไม่เรียบร้อย และส่งงานล่าช้ากว่าที่ครูกำหนด
2. การทำงานร่วมกันเป็นทีมและให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนแบ่งงานกันทำตามที่ได้รับมอบหมาย และคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงาน ร่วมกิจกรรมและทำงานที่ครูมอบหมายให้อย่างตั้งใจ	นักเรียนแบ่งงานกันทำตามที่ได้รับมอบหมาย แต่อาจมีบางคนที่ไม่ค่อยช่วยทำงานบ้างในบางครั้ง เข้าร่วมกิจกรรมและทำงานที่ครูมอบหมายให้	นักเรียนส่วนใหญ่เล่นกันไม่ตั้งใจทำงาน ปล่อยให้เพื่อนทำงานเพียงคนเดียว ไม่ให้ความร่วมมือกับการจัดกิจกรรมของครู
3. การแสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่ครูกำหนด หรือประเด็นที่เพื่อนำเสนอบ่อยครั้ง และยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้อื่นอย่างตั้งใจ	นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่ครูกำหนด หรือประเด็นที่เพื่อนำเสนอบางครั้ง และไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้อื่น	นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่ครูกำหนด หรือประเด็นที่เพื่อนำเสนอน้อยครั้ง และไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้อื่น

หมายเหตุ ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประมิน

แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์
(ฉบับก่อนและหลังเรียน)

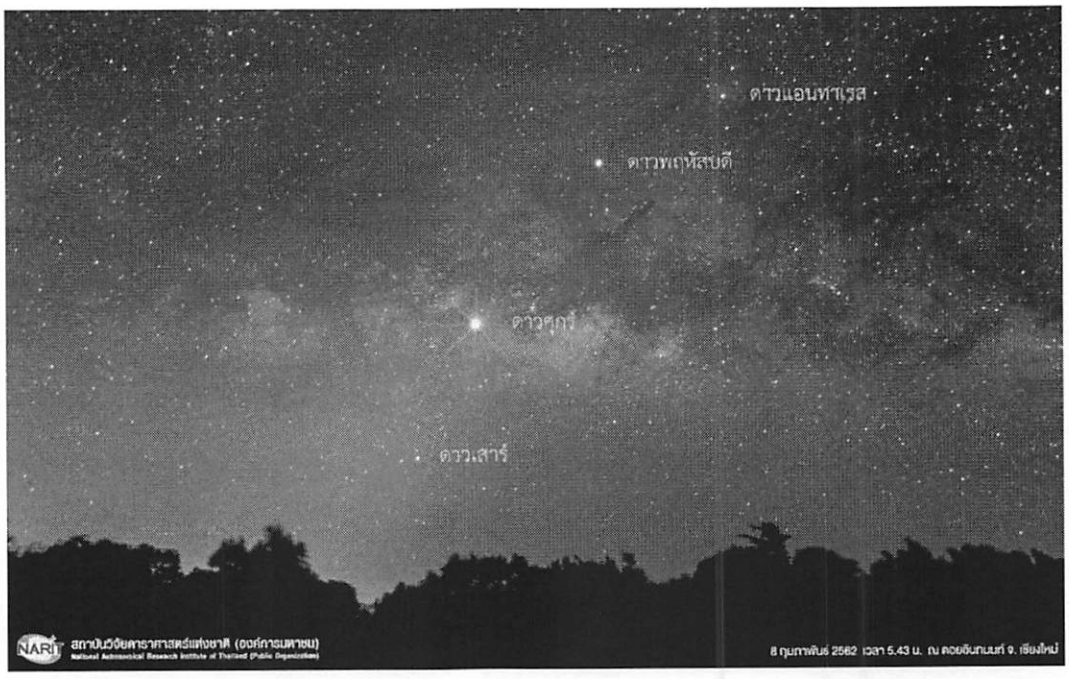
ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบบทดสอบจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์

2. แบบทดสอบแต่ละข้อมี 2 ตอน ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเขียนคำตอบของสถานการณ์และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบในส่วนที่ 1 ซึ่งมีทั้งหมด 3 สถานการณ์ จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

สถานการณ์ที่ 1 ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม



สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์การมหาชน) (สดร.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชวนชมพาเหรดดาวเคราะห์ยามเช้า ตลอดเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ดาวพฤหัสบดี ดาวศุกร์ และดาวเสาร์ ปรากฏเรียงกันทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ หากอยู่ในที่มืดสนิทจะมองเห็นทางช้างเผือกเป็นฉากหลังสวยงาม โดยเฉพาะวันที่ 18-20 กุมภาพันธ์ จะเกิดปรากฏการณ์ "ดาวเคราะห์ชุมนุม" ดาวศุกร์สว่างเคียงดาวเสาร์ สังเกตได้ด้วยตาเปล่าทั่วประเทศ จากข่าวดังกล่าวหลายคนวิตกกังวลว่าปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม จะส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง ที่เปลี่ยนไปบนโลก อาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน เพราะเมื่อดาวเคราะห์มาปรากฏอยู่ใกล้กันจะส่งแรงโน้มถ่วงมารบกวนโลกมากขึ้น โดยเฉพาะแรงโน้มถ่วงจากดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้กับโลกจะมีผลต่อแรงโน้มถ่วงที่เปลี่ยนไปมากที่สุด

ที่มา : https://news.thaipbs.or.th/content/277621

คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม เกิดขึ้นได้อย่างไร (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดจึงทำการสำรวจตรวจสอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมมีผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง บนโลกหรือไม่ (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)

.....

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

1. ข้อมูลระยะห่างเชิงมุมของดาวเคราะห์
2. ข้อมูลระยะห่างของคาบการโคจรของดาวเคราะห์
3. วิธีการคำนวณหาค่าแรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์
4. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย

ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมมีผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง บนโลก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดจึงเลือกหลักฐานดังกล่าวในการลงข้อสรุป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า เมื่อดาวเคราะห์มาปรากฏอยู่ใกล้กันจะส่งแรงโน้มถ่วงมารบกวนโลกมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออยู่ใกล้กับโลกมากที่สุด จะทำให้มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง ที่เปลี่ยนไปบนโลก อาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

.....

.....

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

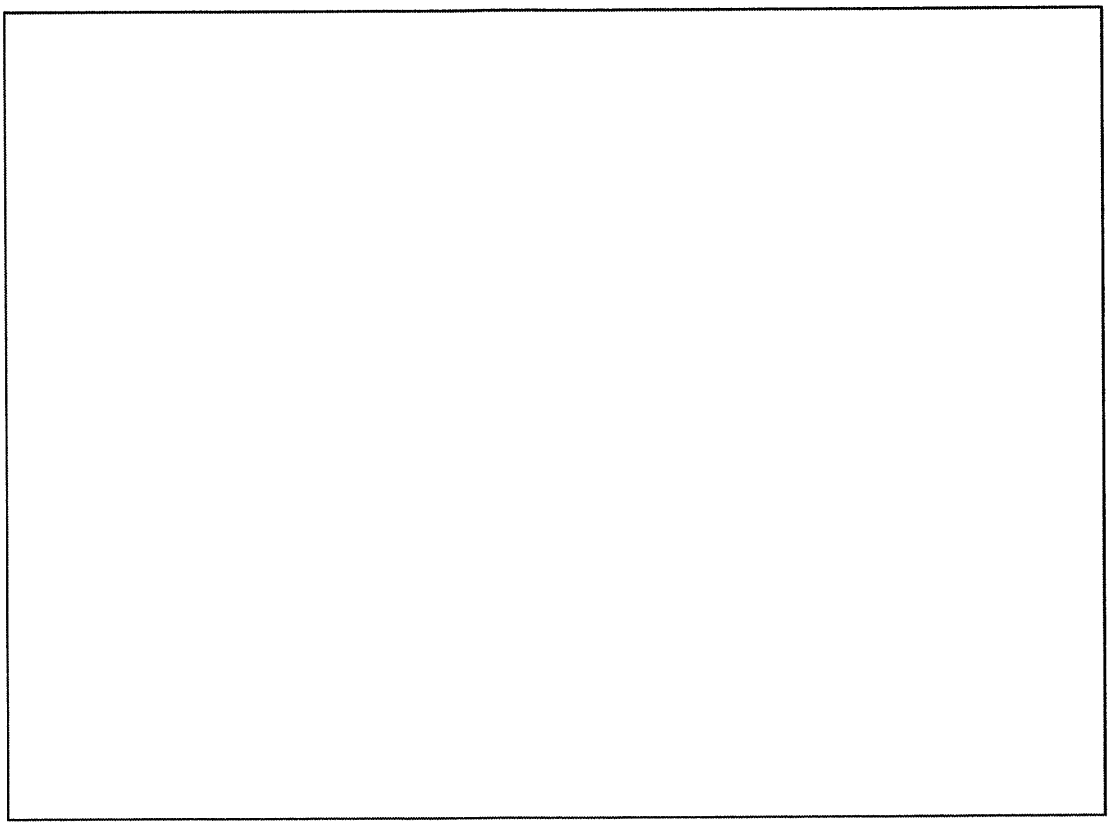
.....

.....

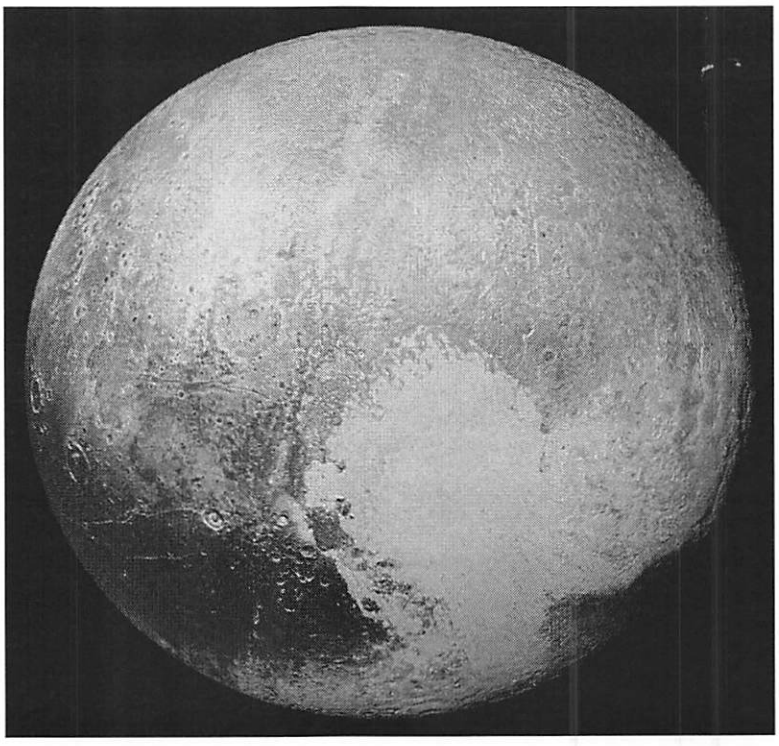
.....

.....

หากนักเรียนเลือก ข้อมูลการสร้างแบบจำลอง จงวาดภาพประกอบเพื่อใช้ในการลงข้อสรุป



สถานการณ์ที่ 2 ดาวเคราะห์แคระพลูโต



นักดาราศาสตร์จี้คืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโตอีกครั้ง ทีมนักดาราศาสตร์ที่นำโดยศาสตราจารย์ ฟิลิป เมตซ์เจอร์ จากมหาวิทยาลัย University of Central Florida (UCF) ตีพิมพ์รายงานวิจัยข้างต้นลงในวารสาร "อิคารัส" (Icarus) โดยระบุว่านิยามของดาวเคราะห์ที่ไอเอยูกำหนดขึ้นใหม่เมื่อปี 2006 ในประเด็นที่ดาวเคราะห์จะต้องมี "วงโคจรที่ชัดเจน" (Clear orbit) นั้น เป็นการนิยามที่มีปัญหาและคลุมเครืออย่างมาก

ศาตราจารย์เมตซ์เจอร์และทีมงานได้สืบค้นทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยทางดาราศาสตร์ทั้งหมดในรอบ 200 ปีที่ผ่านมา แต่ไม่พบการใช้ข้อกำหนดเรื่องวงโคจรมาเป็นตัวตัดสินว่า วัตถุในอวกาศอันใดอันหนึ่งถือเป็นดาวเคราะห์หรือไม่

"นับแต่ยุคของกาลิเลโอเป็นต้นมา นักดาราศาสตร์โดยทั่วไปยังคงเรียกดวงจันทร์บริวาร เช่น ดวงจันทร์ไททันของดาวเสาร์ ว่าเป็นดาวเคราะห์อยู่ จนกระทั่งไม่นานมานี้เองจึงเริ่มมี การนิยามความหมายของดาวเคราะห์อย่างตายตัวในทศวรรษ 1950 ซึ่งน่าขำว่าเกณฑ์ล่าสุดที่ไอเอยูใช้มากำหนดนิยามนั้น ไม่เคยมีนักดาราศาสตร์คนใดใช้ในการศึกษาวิจัยมาก่อนเลย" ศาสตราจารย์เมตซ์เจอร์กล่าว

ทั้งนี้ ดาวเคราะห์ตามนิยามของไอเอยูจะต้องเป็นดาวที่โคจรรอบดาวฤกษ์ มีมวลมากพอที่จะมีแรงโน้มถ่วงรักษาตัวเองให้อยู่ในสภาวะสมดุลอุทกสถิต (Hydrostatic equilibrium) หรือการมีรูปร่างใกล้เคียงกับทรงกลมนั่นเอง นอกจากนี้ยังต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 500 ไมล์ (ราว 805 กิโลเมตร) ทั้งต้องมีวงโคจรที่ชัดเจนและสอดคล้องกับดาวเคราะห์ข้างเคียงด้วย

"นิยามของดาวเคราะห์นั้นควรจะมาจากลักษณะที่เป็นแก่นแท้ตามธรรมชาติของมันมากกว่า เช่นขนาดหรือแรงโน้มถ่วงซึ่งทำให้ดาวเคราะห์นั้นมีความเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่หลากหลายเกิดขึ้น ดาวพลูโตนั้นมีทั้งมหาสมุทรใต้พื้นผิว มีชั้นบรรยากาศที่ซับซ้อนหลายชั้น มีสารประกอบอินทรีย์ มีหลักฐานที่ชี้ถึงการมีทะเลสาบในอดีตและดวงจันทร์บริวารหลายดวง ซึ่งเป็นความหลากหลายที่มากกว่าดาวอังคารเสียอีก" ดังนั้น "ดาวพลูโตจึงไม่ควรจะถูกตัดออกจากการเป็นดาวเคราะห์ดวงที่ 9 ของระบบสุริยะ เพียงเพราะการนิยามตามอำเภอใจที่ไร้เหตุผลรองรับเช่นนี้" ศาสตราจารย์ เมตซ์เจอร์กล่าวทิ้งท้าย"

ที่มา : https://www.bbc.com/thai/international-45482936

คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดจึงทำการสำรวจตรวจสอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

1. ข้อมูลการค้นพบดาวที่มีมวล/มีขนาด ใกล้เคียง หรือ ใหญ่กว่าพลูโต
2. ข้อมูลการพบเนินทรายมีเทนบนดาวพลูโต
3. การคาดการณ์ของดาวพลูโต ว่าเกิดจากดาวหางนับพันล้านดวงรวมตัวกัน
4. นิยามของดาวเคราะห์ คือ โคจรรอบดวงอาทิตย์ มีมวลเพียงพอที่จะรักษาสภาวะสมดุลอุทกสถิต (สภาพใกล้เคียงกับทรงกลม) และไม่มีเทหวัตถุอื่น ๆ โคจรในบริเวณเดียวกัน
5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดจึงเลือกหลักฐานดังกล่าวในการลงข้อสรุป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า "ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต" นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

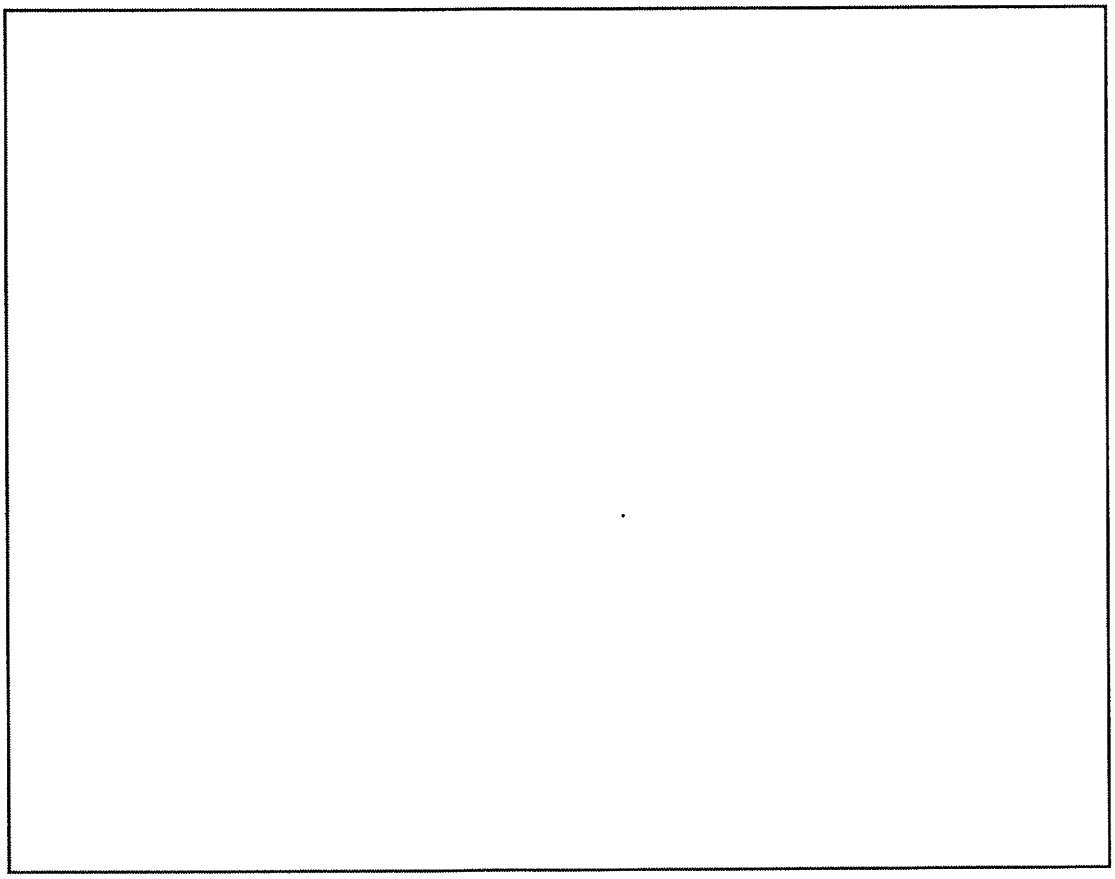
.....

.....

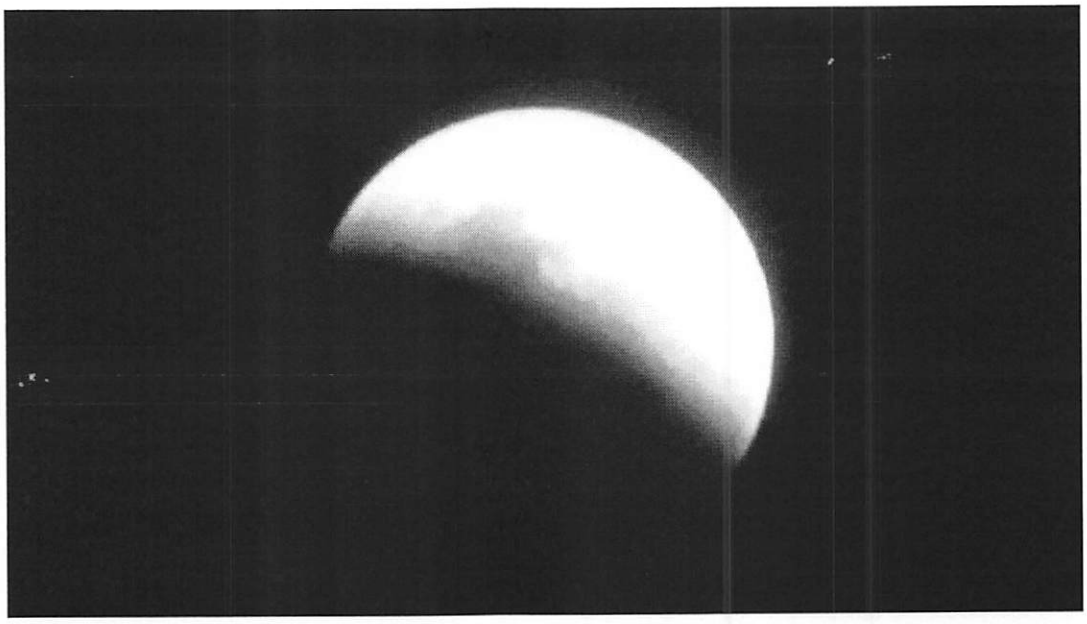
.....

.....

หากนักเรียนเลือก ข้อมูลการสร้างแบบจำลอง จงวาดภาพประกอบเพื่อใช้ในการลงข้อสรุป



สถานการณ์ที่ 3 ปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์



ชาวบ้านแห่ยิงปืนขึ้นฟ้าสนั่น ไล่ราหูอมจันทร์ นักศึกษาสาว มหาวิทยาลัยดัง ลูกสาวร้านขายไอศกรีม จังหวัดนครนายก ถูกกระสุนตกใส่หน้าอกได้รับบาดเจ็บ ยังโชคดี เป็นแผลแค่รอยแดง

เหตุการณ์ยิงปืนขึ้นฟ้า กระสุนตกใส่นักศึกษาได้รับบาดเจ็บดังกล่าว ถูกเปิดเผยขึ้นเมื่อเวลา 20.30 น. วานนี้ (10 ธ.ค. 2554) ผู้สื่อข่าวได้รับแจ้งว่า มีกระสุนปืนตกจากฟ้าทะลุหลังคาบ้านใส่ชาวบ้านได้รับบาดเจ็บ ที่ร้านไอศกรีม เลขที่ 345 หมู่ 3 ตลาดครูชิน ต.บ้านนา อ.บ้านนา จ.นครนายก จึงรีบไปตรวจสอบ

ในที่เกิดเหตุ พบ นางสาวจตุพร หรือมะพร้าว พฤกษ์สุนันท์ อายุ 20 ปี นักศึกษาปี 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ลูกสาวเจ้าของบ้าน ถูกกระสุนปืนขนาด .38 เหนือราวนมซ้าย 1 นัด เป็นรอยฟกช้ำ นางสาวจตุพร ยังตื่นตกใจกับเหตุที่เกิดขึ้น พร้อมกับเล่านาทีเกิดเหตุให้ฟังว่า ขณะนั่งกินข้าวอยู่ที่โต๊ะภายในบ้าน นายสุชาติ และนางบังอร พฤกษ์สุนันท์ พ่อและแม่กำลังปั่นไอศกรีมเตรียมไว้ส่งขายในตอนเช้า ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าว ได้เริ่มเกิดจันทรุปราคา และได้ยินเสียงปืนดังสนั่นหวั่นไหวทั่วทิศ จากนั้นมีวัตถุตกใส่สังกะสีหลังคาบ้าน สักครู่รู้สึกเจ็บเหนือราวนมซ้าย จึงร้องเรียกพ่อแม่ "ไม่รู้อะไรตกใส่หนู" จึงช่วยกันหาที่พื้นปูน พบว่าเป็นหัวกระสุนปืน จึงนำไปให้ พันตำรวจโทวรรณะ คงคารัตน์ สารวัตรเวร สภ.บ้านนา ดู เป็นหัวกระสุนปืนขนาด .38 คาดว่าชาวบ้านยิงปืนตอนเกิดจันทรุปราคา เพราะเป็นความเชื่อว่าจะเป็นการไล่ราหูให้คลายออกจากพระจันทร์

ที่มา : ไทยรัฐออนไลน์ 11 ธ.ค. 2554 11:33 น.

คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์ ในการป้องกันอุบัติเหตุจากการยิงปืนขึ้นฟ้าเพื่อไล่ราหูอมจันทร์ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

.....

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดจึงทำการสำรวจตรวจสอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์มีผลต่อความเชื่อในการยิงปืนขึ้นฟ้า เพื่อไล่ราหูให้คลายออกจากพระจันทร์หรือไม่ (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

1. ข้อมูลตำนานของราหูอมจันทร์
2. ข้อมูลการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา
3. ข้อมูลแรงดึงดูดของโลกกับดวงจันทร์
4. ข้อมูลของพิธีการขับสิ่งชั่วร้าย ที่เกิดจากราหูอมจันทร์
5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย

ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า การเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดจึงเลือกหลักฐานดังกล่าวในการลงข้อสรุป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 4 จากความเชื่อที่ว่า ควรยิงปืนขึ้นฟ้า เพื่อไล่ราหูอมจันทร์ นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

.....

.....

.....

เพราะ

.....

.....

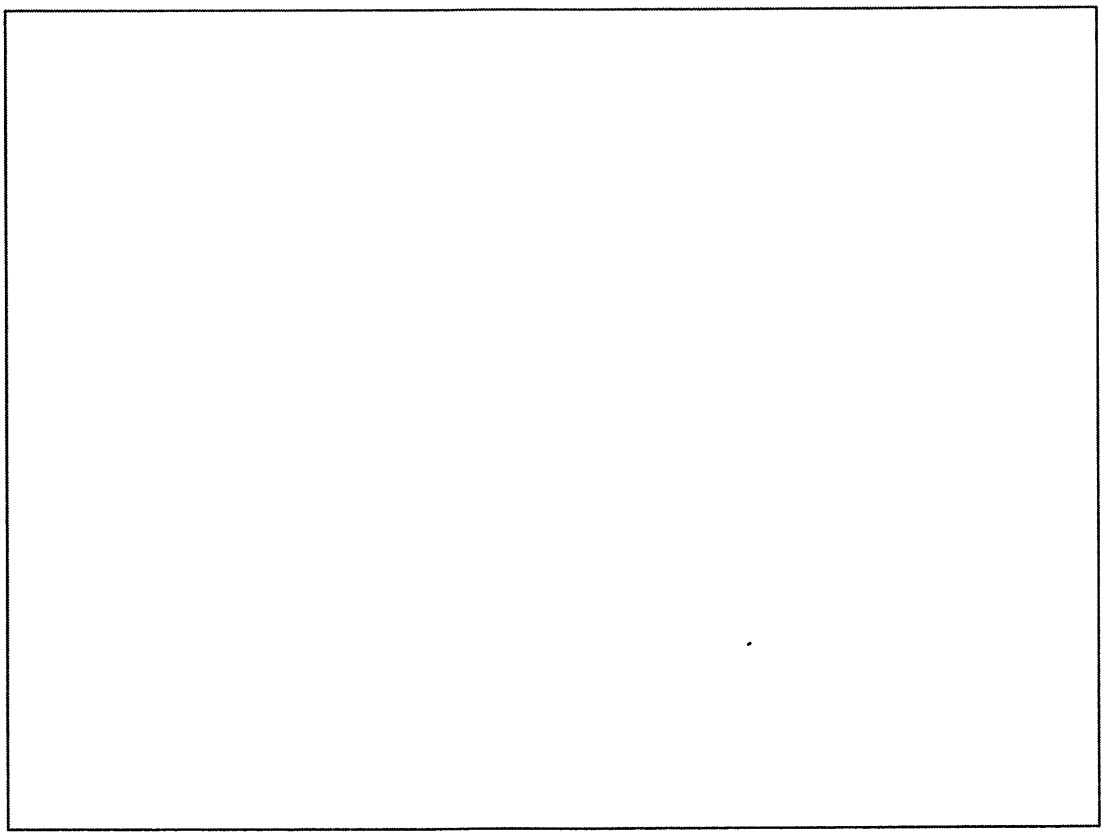
.....

.....

.....

.....

หากนักเรียนเลือก ข้อมูลการสร้างแบบจำลอง จงวาดภาพประกอบเพื่อใช้ในการลงข้อสรุป



เกณฑ์การให้คะแนน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน (ดีมาก)	1 คะแนน (พอใช้)	0 คะแนน (ปรับปรุง)
การให้เหตุผลแบบนิรนัย (ข้อคำถามที่ 1)	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างน้อย 2 วิธีขึ้นไป และให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างน้อย 1 วิธี และให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์และให้เหตุผลไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน
การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (ข้อคำถามที่ 2)	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุ สมผล สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้และครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้องและไม่สมเหตุ สมผล ไม่สามารถนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้
การให้เหตุผลแบบอุปนัย (ข้อคำถามที่ 3)	นักเรียนสามรถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามรถระบุหลักฐานและเหตุผลของการใช้หลักฐานดังกล่าว ในการสรุปไม่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
การให้เหตุผลแบบอธิบาย (ข้อคำถามที่ 4)	นักเรียนลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปโดยไม่อ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล

ภาคผนวก ค แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม					
1.1 จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม					
1.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์					
2. ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสงสัยของนักเรียน โดยครูใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย เพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียน					

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2.2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูล วางแผนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ตั้งสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลและลงมือสร้างแบบจำลองได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป					
2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลอุปนัย โดยนักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาอธิบายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล					
2.4 ขั้นขยายความรู้และอธิบายปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง					
2.5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น					
รวมคะแนนเฉลี่ย					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
1.1 จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	4.00	5.00	5.00	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.00	5.00	5.00	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านที่ 1				4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 ขั้นสร้างความสนใจ และสำรวจแนวคิด ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสงสัยของนักเรียน โดยครูใช้คำถามหรือสื่อที่หลากหลาย เพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้เดิมของนักเรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
โดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูล วางแผนออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบปรากฏการณ์ ตั้งสมมติฐาน พร้อมให้เหตุผลและลงมือสร้าง แบบจำลองได้อย่างถูกต้องและ เพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป						
3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป แบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาการให้เหตุผลอุปนัย โดย นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น มา อธิบายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยอ้างถึง หลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 ขั้นขยายความรู้และอธิบาย ปรากฏการณ์จากแบบจำลอง ส่งเสริม ให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อ นำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไข แบบจำลอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ ประเมินผลเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนของ แบบจำลองและปรับปรุงแก้ไข แบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ ที่ศึกษานั้นได้ดียิ่งขึ้น	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านที่ 2				5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม				4.85	0.26	มากที่สุด

ภาคผนวก จ แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยพิจารณาจากความหมายและองค์ประกอบ ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดในเชิงหาสาเหตุของเรื่องราวต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีในสาขาวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลอ้างอิงประกอบและหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น สามารถพิสูจน์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎี ตลอดจนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการอธิบายแนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบเป็นการให้เหตุผล 4 ประเภท (Lawson, 2009) ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) คือ เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป มาใช้อ้างอิงไปยังสมมติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น ประเมินจากความสามารถในการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์โดยนักเรียนระบุหลักฐานที่จะนำไปใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล

2) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction) คือ เป็นการตั้งสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ยังไม่เข้าใจเพื่อพยายามหาคำอธิบายหรือคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น ประเมินจากความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์ โดยนักเรียนสามารถระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและเพียงพอต่อการไปใช้ในการลงข้อสรุป

3) การให้เหตุผลอุปนัย (Induction) คือ เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุปจากผลของการค้นคว้าหาความจริงซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ ประเมินจากความสามารถในการลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายการลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล

4) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) คือ เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานนี้เป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ ประเมินจากความสามารถในการพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถให้เหตุผลของการคาดคะเนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องแต่ละข้อ มีดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

รายการ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. สถานการณ์และข้อคำถาม				
สถานการณ์ที่ 1 ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ซุมนุม				
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ซุมนุมเกิดขึ้นได้อย่างไร สามารถทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย				
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่าปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ซุมนุมมีผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงบนโลกหรือไม่ สามารถทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัย				
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ (การให้เหตุผลแบบอุปนัย) 1. ข้อมูลระยะห่างเชิงมุมของดาวเคราะห์ 2. ข้อมูลระยะห่างของคาบการโคจรของดาวเคราะห์ 3. วิธีการคำนวณหาค่าแรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับดาวเคราะห์ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ 4. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์				

รายการ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
ชุมนุมมีผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง บนโลก สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย				
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า เมื่อดาวเคราะห์มาปรากฏอยู่ใกล้กันจะส่งแรงโน้มถ่วงมารบกวนโลกมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออยู่ใกล้กับโลกมากที่สุด จะทำให้มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง ที่เปลี่ยนไปบนโลก อาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย				
สถานการณ์ที่ 2 ปรากฏการณ์ซูเปอร์มูนสีเลือด				
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด เกิดขึ้นได้อย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย				
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด มีผลต่อความเชื่อที่เป็นเหตุบอกลางร้ายบนโลกหรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย				
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุใยวันที่เกิด ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด 2. ข้อมูลการเกิดจันทรุปราคา 3. วิธีการคำนวณหาค่าคายการโคจรระหว่างโลกกับดวงจันทร์ 4. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด มีผลต่อความเชื่อที่เป็นเหตุบอกลางร้ายบนโลก สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย				

รายการ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด มีผลต่อความเชื่อที่เป็นเหตุบอกลางร้ายบนโลก นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย				
สถานการณ์ที่ 3 ดาวเคราะห์แคระพลูโต				
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย				
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย				
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลการค้นพบดาวที่มีมวล/มีขนาด ใกล้เคียง หรือ ใหญ่กว่าพลูโต 2. ข้อมูลการพบเนินทรายมีเทนบนดาวพลูโต 3. การคาดการของการพลูโต ว่าเกิดจากดาวหางนับพันล้านดวงรวมตัวกัน 4. นิยามของดาวเคราะห์ คือ โคจรรอบดวงอาทิตย์ มีมวลเพียงพอที่จะรักษาสภาวะสมดุลอุทกสถิต (สภาพใกล้เคียงกับทรงกลม) และไม่มีเทหวัตถุอื่น ๆ โคจรในบริเวณเดียวกัน 5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย				

รายการ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย				
สถานการณ์ที่ 4 ปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์				
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์ ในการป้องกันอุบัติเหตุจากการยิงปืนขึ้นฟ้าเพื่อไล่ราหูอมจันทร์ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย				
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่าปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์เกิดขึ้นได้อย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย				
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลตำนานของราหูอมจันทร์ 2. ข้อมูลการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา 3. ข้อมูลแรงดึงดูดของโลกกับดวงจันทร์ 4. ข้อมูลของพิธีการขับสิ่งชั่วร้าย ที่เกิดจากราหูอมจันทร์ 5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า การเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย				
คำถามข้อที่ 4 จากความเชื่อที่ว่า ควรยิงปืนขึ้นฟ้าสนั่น เพื่อไล่ราหูอมจันทร์ นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย				

รายการ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 5 ปรากฏการณ์หยดดำ				
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์หยดดำสามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย				
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่าปรากฏการณ์หยดดำมีผลต่อการทำให้ดวงอาทิตย์ดับลงหรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย				
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลการเกิดปรากฏการณ์หยดดำ 2. ข้อมูลคาบการโคจรระหว่างดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์ และโลก 3. ข้อมูลอายุของดวงอาทิตย์ 4. ข้อมูลการทำนาย วันสิ้นโลก 5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์หยดดำมีผลต่อการทำให้ดวงอาทิตย์ดับลง สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย				
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นของคนบางกลุ่ม ที่เชื่อว่า ปรากฏการณ์นี้เปรียบเสมือนสัญญาณเตือนถึงจุดจบของดวงอาทิตย์ และวันสิ้นโลก นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย				
2. เกณฑ์การประเมินแบบรูบิคสกอร์				
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 1 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย				
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 2 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัย				

รายการ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 3 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย				
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 4 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบแบบอธิบาย				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

ตาราง 18 แสดงค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สถานการณ์และข้อคำถาม					
สถานการณ์ที่ 1 ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุม					
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมเกิดขึ้นได้อย่างไร สามารถทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมมีผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง บนโลกหรือไม่ สามารถทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ (การให้เหตุผลแบบอุปนัย) 1. ข้อมูลระยะห่างเชิงมุมของดาวเคราะห์	1	1	1	1.00	ใช้ได้

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
2. ข้อมูลระยะห่างของคาบการโคจรของดาวเคราะห์ 3. วิธีการคำนวณหาค่าแรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ 4. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์ดาวเคราะห์ชุมนุมมีผลต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง บนโลกสามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย					
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า เมื่อดาวเคราะห์มาปรากฏอยู่ใกล้กันจะส่งแรงโน้มถ่วงมารบกวนโลกมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออยู่ใกล้กับโลกมากที่สุด จะทำให้มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง ที่เปลี่ยนไปบนโลก อาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2 ปรากฏการณ์ซูเปอร์มูนสีเลือด					
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	0	1	0.67	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด	1	1	1	1.00	ใช้ได้

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
เกิดขึ้นได้อย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย					
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด มีผลต่อความเชื่อที่เป็นเหตุบอกลางร้ายบนโลกหรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุในวันที่เกิดปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด 2. ข้อมูลการเกิดจันทรุปราคา 3. วิธีการคำนวณหาค่าคายการโคจรระหว่างโลกกับดวงจันทร์ 4. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด มีผลต่อความเชื่อที่เป็นเหตุบอกลางร้ายบนโลก สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า ปรากฏการณ์ซูเปอร์บลูมูนสีเลือด มีผลต่อความเชื่อที่เป็นเหตุบอกลางร้ายบนโลก นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สถานการณ์ที่ 3 ดาวเคราะห์แคระพลูโต					
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่อทำให้ทราบว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลการค้นพบดาวที่มีมวล/มีขนาดใกล้เคียง หรือ ใหญ่กว่าพลูโต 2. ข้อมูลการพบเนินทรายมีเทนบนดาวพลูโต 3. การคาดการของการพลูโต ว่าเกิดจากดาวหางนับพันล้านดวงรวมตัวกัน 4. นิยามของดาวเคราะห์ คือ โคจรรอบดวงอาทิตย์ มีมวลเพียงพอที่จะรักษาสภาวะสมดุลอุทกสถิต (สภาพใกล้เคียงกับทรงกลม) และไม่มีเทหวัตถุอื่น ๆ โคจรในบริเวณเดียวกัน 5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต หรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย					
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นที่ว่า ควรคืนสถานะดาวเคราะห์ให้พลูโต นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4 ปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์					
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์ ในการป้องกันอุบัติเหตุจากการยิงปืนขึ้นฟ้าเพื่อไล่ราหูอมจันทร์ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์เกิดขึ้นได้อย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลตำนานของราหูอมจันทร์ 2. ข้อมูลการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา	1	1	1	1.00	ใช้ได้

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
3. ข้อมูลแรงดึงดูดของโลกกับดวงจันทร์ 4. ข้อมูลของพิธีการขับสิ่งชั่วร้าย ที่เกิดจากราหูอมจันทร์ 5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า การเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาหรือราหูอมจันทร์ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย					
คำถามข้อที่ 4 จากความเชื่อที่ว่า ควรยิงปืนขึ้นฟ้าสนั่น เพื่อไล่ราหูอมจันทร์ นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 5 ปรากฏการณ์หยดดำ					
สถานการณ์ที่กำหนดเหมาะสมกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	0	1	0.67	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบอย่างไรบ้าง เพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์หยดดำ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย	1	0	1	0.67	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 2 จากสถานการณ์ข้างต้น จงคาดคะเนว่า ปรากฏการณ์หยดดำมีผลต่อการทำให้ดวงอาทิตย์ดับลงหรือไม่ สามารถวัดการให้เหตุผลแบบสมมตินัย	1	0	1	0.67	ใช้ได้

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
คำถามข้อที่ 3 หากมีข้อมูล ดังนี้ 1. ข้อมูลการเกิดปรากฏการณ์หยดดำ 2. ข้อมูลคาบการโคจรระหว่างดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์ และโลก 3. ข้อมูลอายุของดวงอาทิตย์ 4. ข้อมูลการทำนาย วันสิ้นโลก 5. การสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย ข้อมูลข้อใดที่สามารถนำมาใช้ในการลงข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์หยดดำมีผลต่อการทำให้ดวงอาทิตย์ดับลง สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย	1	0	1	0.67	ใช้ได้
คำถามข้อที่ 4 จากความคิดเห็นของคนบางกลุ่ม ที่เชื่อว่า ปรากฏณ์การนี้เปรียบเสมือนสัญญาณเตือนถึงจุดจบของดวงอาทิตย์ และวันสิ้นโลก นักเรียนจะลงข้อสรุปข้อคิดเห็นดังกล่าวอย่างไร สามารถวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย	1	0	1	0.67	ใช้ได้
2. เกณฑ์การประเมินแบบรูบิคสกอร์					
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 1 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย	1	0	1	0.67	ใช้ได้
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 2 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัย	1	0	1	0.67	ใช้ได้
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 3 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย	1	0	1	0.67	ใช้ได้

รายการ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 4 สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบแบบอธิบาย	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	S_H	S_L	ความยาก	อำนาจจำแนก
1*	13	8	0.63	0.31
2*	12	2	0.63	0.44
3*	7	4	0.38	0.69
4*	6	0	0.75	0.38
5	13	8	0.63	0.31
6	9	1	0.50	0.31
7	8	4	0.50	0.75
8	5	0	0.63	0.31
9*	14	8	0.75	0.38
10*	14	7	0.44	0.66
11*	13	8	0.63	0.31
12*	10	3	0.44	0.41
13*	13	8	0.63	0.31
14*	10	2	0.50	0.38
15*	14	8	0.75	0.38
16*	9	0	0.56	0.28
17	13	8	0.63	0.31

ข้อที่	S_H	S_L	ความยาก	อำนาจจำแนก
18	14	7	0.44	0.66
19	13	8	0.63	0.31
20	10	3	0.44	0.41

หมายเหตุ * คือ แสดงข้อสอบที่เลือก

ตาราง 20 แสดงค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ

ข้อที่	ความยาก	อำนาจจำแนก
1	0.63	0.31
2	0.63	0.44
3	0.38	0.69
4	0.75	0.38
5	0.75	0.38
6	0.44	0.66
7	0.63	0.31
8	0.44	0.41
9	0.63	0.31
10	0.50	0.38
11	0.75	0.38
12	0.56	0.28

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คือ 0.9430

ภาคผนวก ซ การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 21 แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 จำนวน 3 คน

กิจกรรมการเรียนรู้	รายการที่ตรวจสอบ			การปรับปรุง
	ด้านเนื้อหา	ด้านภาษา	ด้านเวลา	
1. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองระบบสุริยะ	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมเหมาะสม	
2. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระ	เนื้อหาบางส่วนยากไป	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมเหมาะสม	แก้ไขเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน
3. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองการปรากฏรูปร่างของดวงจันทร์	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมน้อยเกินไป	ปรับลดภาระงานบางส่วนในกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา
4. สืบเสาะหาความรู้จากแบบจำลองแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของดวงจันทร์	เนื้อหามีความเหมาะสม	ภาษาที่ใช้เหมาะสม	เวลาที่ใช้ในกิจกรรมเหมาะสม	

ตาราง 22 แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 จำนวน 9 คน

นักเรียนคนที่	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนรวมระหว่างเรียน (64 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (24 คะแนน)
	1 (16)	2 (16)	3 (16)	4 (16)		
1	12	12	13	12	49	18
2	12	12	12	12	48	18
3	12	13	12	12	49	16
4	12	12	14	14	52	20
5	12	12	14	12	50	18
6	10	10	12	12	44	18
7	10	12	14	12	48	18
8	12	12	10	14	48	17
9	12	12	12	12	48	20
คะแนนรวม	104	107	113	112	436	768
เฉลี่ย	11.56	11.89	12.56	12.44	48.44	18.11
ร้อยละ	72.22	74.31	78.47	77.78	75.69	75.46
$E_1 = 75.69$						$E_2 = 75.46$

ภาคผนวก ซ การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 23 แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (24) Pre-test	คะแนนสอบหลังเรียน (24) Post-test	คะแนนผลต่าง (D)
1	8	22	14
2	7	16	9
3	8	18	10
4	9	18	9
5	8	23	15
6	7	17	10
7	9	18	9
8	8	20	12
9	8	20	12
10	7	17	10
11	6	22	16
12	9	18	9
13	10	18	8
14	7	22	15
15	8	20	12
16	5	16	11
17	6	16	10
18	5	20	15
19	7	18	11

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (24) Pre-test	คะแนนสอบหลังเรียน (24) Post-test	คะแนนผลต่าง (D)
20	8	20	12
21	8	20	12
22	6	19	13
23	8	22	14
24	8	20	12
25	9	18	9
26	8	16	8
27	6	18	12
28	6	17	11
29	7	18	11
30	8	18	10

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	ธนพร คลังพหล
วัน เดือน ปี เกิด	22 ตุลาคม 2533
ที่อยู่ปัจจุบัน	258/6 หมู่ 5 ตำบลท่าเสา อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู ค.ศ.1
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2560	โรงเรียนอนุบาลอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2559	ป.บัณฑิต (วิชาชีพครู) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
พ.ศ. 2556	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยนเรศวร