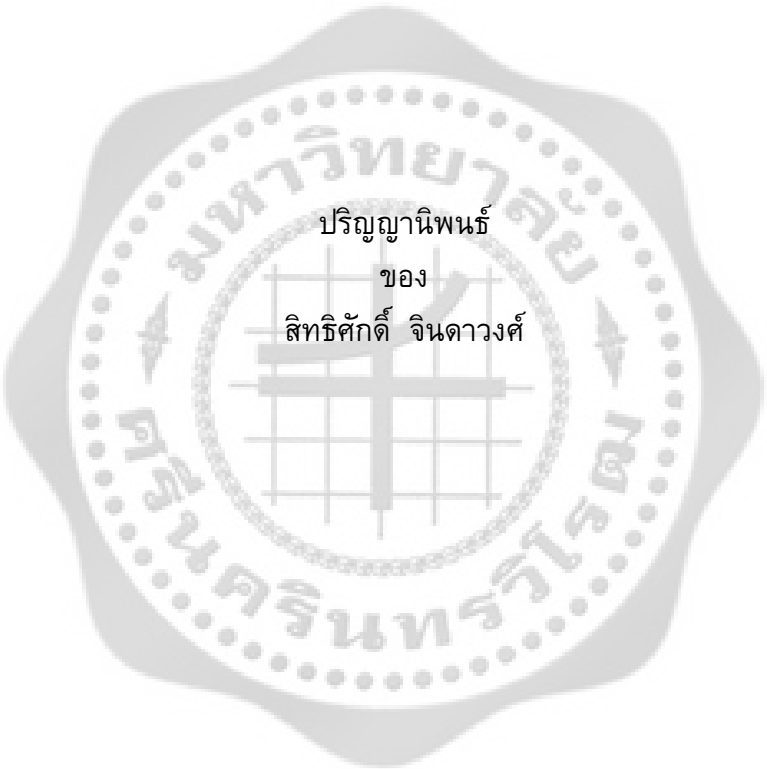
ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



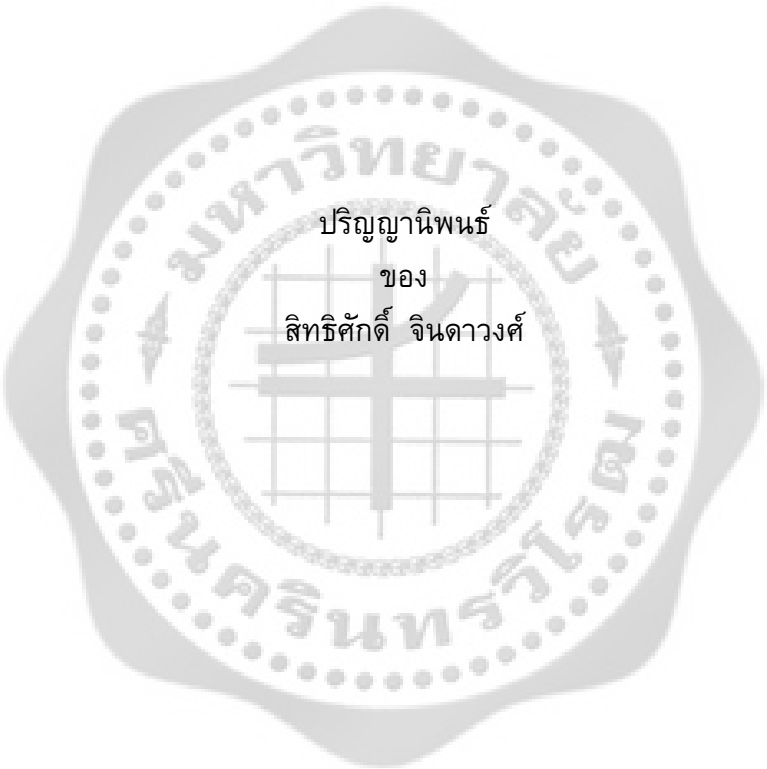
ปริญญานิพนธ์

ของ

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
พฤษภาคม 2555

ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



ปริญญานิพนธ์

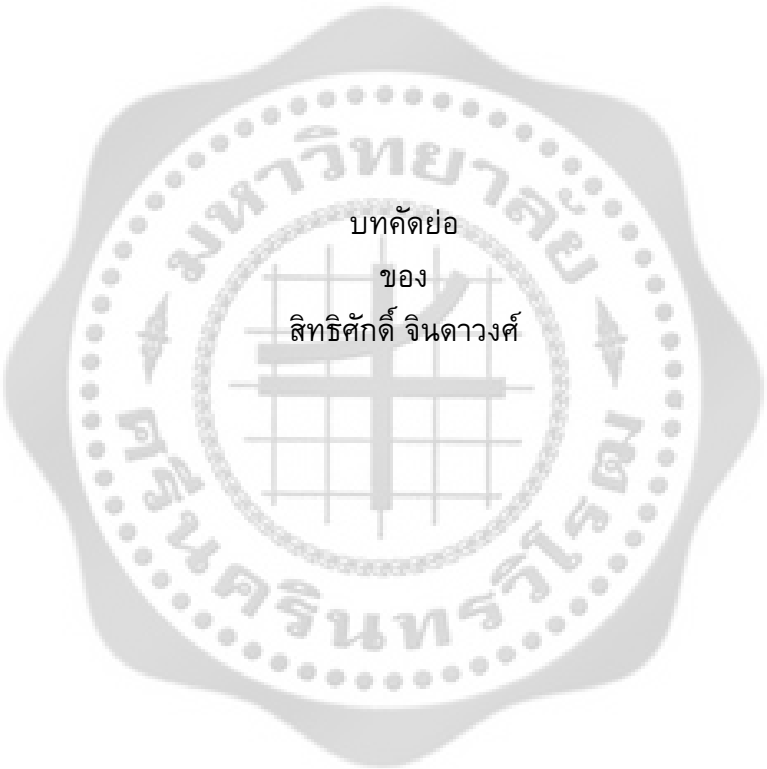
ของ

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



บทคัดย่อ

ของ

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
พฤษภาคม 2555

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). *ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิดเรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค, ดร.กานจุลี ปัญญาอินทร์, ดร.นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล.

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อ1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน 3) เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน และเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน 6 มโนมติ ได้แก่ การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดสุริยุปราคา การเกิดจันทรุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ จำนวน 28 คน โดยเป็นนักเรียนที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรมนอกเวลาเรียนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ (2) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน (3) แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน (4) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (5) แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลผ่านการสะท้อนความคิดในแต่ละขั้น อันประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้1) ขั้นการเร้า (Instigation) 2) ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) 3) ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept) 4) ขั้นการพยากรณ์ หรือการทำนาย (Predict) 5) ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explainthe predict) 6) ขั้นการทดลอง (Experiment) 7) ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explainthe result) และ 8) ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences)

ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานมีผลต่อ 1) ตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยทำให้นักเรียนมีระดับความสมบูรณ์ของแนวคิดสูงขึ้น 2) ความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าเฉลี่ยการพัฒนา (Normalized gain (<g>)) เท่ากับ 0.56 3) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน มีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าเฉลี่ยการพัฒนา (<g>)

เท่ากับ 0.44 และ 4) เจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES PROMOTING SCIENTIFIC REASONING ON LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS' MENTAL REPRESENTATION OF BASIC ASTRONOMY PHENOMENA

AN ABSTRACT

BY

SITTHISAK CHINDAWONG

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

Doctor of Education degree in Science Education

At Srinakharinwirot University

May 2012

Sitthisak Chindawong. (2012).*The Effect of Instructional Activities Promoting Scientific Reasoning on Lower Secondary School Students' Mental Representation of Basic Astronomy Phenomena.* Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School,Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Nason Phonphok,Dr. Kanchulee Phanyain, Dr.Numchai Suppareakchaisakul.

The aims of this research study were to 1) develop the learning activities promoting scientific reasoning on lower secondary school students' reasoning ability on basic astronomy phenomena, 2) investigate students' mental representation of basic astronomy phenomena, and 3) examine the effect of implementing the developed learning activities on students' reasoning ability, conceptual understanding of astronomy concepts, and attitude towards astronomy subject.

The selected contents were undertaken across six main concepts which are: day-night,season, solar eclipse, moon eclipse, moon phase, and tides. The sample group was 28 lower secondary school students at Srinagarindra the Princess Mother School Sisaket that they were chosen mainly because they were willing to be involved in an extra class periods.The research instruments were (1) six lesson plans promoting students' reasoning ability on basic astronomy phenomena which treated across 18 learning periods, (2) semi-structure interview questionnaire on students' mental representations of basic astronomy phenomena, (3) conceptual understanding test, (4) students' reasoning ability test,and (5) students' attitude toward astronomy. The instructional plans supported students' reasoning ability on basic astronomy concepts includes these stages: 1) Instigation, 2) Exploration, 3) Pre-concept, 4) Predict, 5) Explain the predict, 6) Experiment, 7) Explain the result, and 8) Describe the differences.

The results of implementation revealed that: 1) after participate in learning activities, students generated their representations in more completed than they were, 2) students' conceptual understanding of basic astronomy phenomena after the implementation was higher than before with the statistical significantly different level of .01 and students' average normalized gain (<g>) was 0.56, 3) students' reasoning ability after the implementation was higher than before with the statistical significantly different level of .01 and students' average normalized gain (<g>) was 0.44, and 4) students' attitude

towards astronomy after the implementation is higher than before with the statistical significantly different level of .01.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิด
เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ของ
สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ ..... เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์	คณะกรรมการสอบปากเปล่า
..... ประธาน	..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค)	(ดร.พิศาล สร้อยธุหร่ำ)
..... กรรมการ	..... กรรมการ
(ดร.กานจุลี ปัญญาอินทร์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค)
..... กรรมการ	..... กรรมการ
(ดร.นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล)	(ดร.กานจุลี ปัญญาอินทร์)
	..... กรรมการ
	(ดร.นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล)
	..... กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธางกูร)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จด้วยดี เนื่องมาจากความเมตตากรุณาและการเอาใจใส่ ของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทั้ง 3 ท่าน ที่เปี่ยมด้วยความรัก เมตตาต่อลูกศิษย์ ให้ความช่วยเหลือ เอาใจใส่ แนะนำให้คำปรึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดี อันได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ดร.กานจุลี ปัญญา-อินทร์ และ ดร.นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

ทั้งนี้ขอกราบขอบพระคุณ ดร.พิศาล สร้อยธุหร่ำ และรองศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธางกูร ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเข้าเป็นประธานกรรมการและกรรมการในการสอบปากเปล่า อีกทั้ง ว่าที่ร้อยตรีดร. มนัส บุญประกอบ ที่ได้สละเวลาอันมีค่า ตรวจตรา แนะนำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณภาพ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดวิชาความรู้ให้แก่ศิษย์ ซึ่งมิอาจกล่าวนามได้ทั้งหมด ศิษย์ขอรำลึกและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการวิจัย และให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คุณครู ตลอดจนนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดลอง จนทำให้ผลการวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง รวมถึงเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษาทุกคน ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการศึกษาจนเกิดความสำเร็จครั้งนี้

คุณค่าและสารประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากผลงานวิจัยของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบ เพื่อเป็นเครื่องบูชาแก่บูรพคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนผู้วิจัยมา

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสากล และคุณแม่วรวรรณ จินดาวงศ์ บิดามารดาผู้ให้กำเนิด ตลอดจนดูแล อบรมสั่งสอนจนได้รับโอกาสเช่นนี้ และขอมอบความสำเร็จและความภาคภูมิใจให้กับครอบครัว และญาติๆ ทุกคน ที่ส่งใจ รอคอยความสำเร็จในครั้งนี้

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
	ความสำคัญของการวิจัย	6
	ของเขตของการวิจัย	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
	คำถามวิจัย	9
	สมมติฐานการวิจัย	10
	กรอบแนวคิดทฤษฎี	10
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	11
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	11
	พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ	11
	การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	12
	มาตรฐานการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์	
	สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	14
	ทฤษฎีการเรียนรู้	20
	ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา	21
	ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม	23
	แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม	24
	รูปแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้	26
	ตัวแทนความคิด	31
	แบบจำลองความคิด	33
	แบบจำลองความคิดทางวิทยาศาสตร์	34
	งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาแบบจำลองความคิด	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	38
ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	39
ความเข้าใจมโนมติ	42
มโนมติคลาดเคลื่อน	44
เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์	48
ความหมายของเจตคติ	48
องค์ประกอบของเจตคติ	49
แนวทางการพัฒนาเจตคติ	49
การวัดเจตคติ	50
การสร้างแบบวัดเจตคติทางดาราศาสตร์	51
3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
กำหนดกลุ่มประชากร การสุ่มกลุ่มตัวอย่างและแบบแผนการวิจัย	56
การสร้าง ตรวจสอบและปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	57
แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน	59
แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน	60
แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	61
แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์	63
การเก็บรวบรวมข้อมูล	64
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	66
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ	70

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	72
ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์	76
ผลการศึกษาความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน	79
ผลการศึกษาตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน	83
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	90
สรุปผลการวิจัย	95
อภิปรายผลการวิจัย	
ตัวแทนความคิด ต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน	96
ความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน	99
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	101
เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์	102
ข้อเสนอแนะ	
ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	103
ข้อแนะนำสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้	104
ข้อแนะนำสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	105
บรรณานุกรม	106
ภาคผนวก	122
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	123
ภาคผนวก ข ผลการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	125
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย	135
ตัวอย่าง คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	136
ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้	148
ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	165

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ภาคผนวก (ต่อ)

ตัวอย่าง แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์..... 170

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน..... 171

ตัวอย่าง แบบศึกษาตัวแทนความคิด เกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน. 172

ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรมและตัวอย่างผลงานนักเรียน..... 173

ประวัติย่อผู้วิจัย..... 179

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางวิทยาศาสตร์ มาตรฐาน ว 7.1 แยกตามระดับชั้น..... 14

2 แสดงคะแนนความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน และค่า Normalized gain (<g>)..... 73

3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่า (t-test)..... 76

4 แสดงคะแนนเจคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนและหลังเรียน..... 77

5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่า (t-test)..... 79

6 แสดงคะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานก่อนและหลังเรียน และค่าการพัฒนา (Normalized gain)..... 80

7 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่า (t-test)..... 82

8 แสดงข้อมูลจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับแนวคิด..... 83

9 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน..... 126

10 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน..... 127

11 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน..... 128

12 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสัมภาษณ์นักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน..... 128

13 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน..... 129

14 แสดงการผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน..... 129

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

15 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์..... 130
16 แสดงการค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์…….. 131
17 แสดงการวิเคราะห์ความยาก แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์..... 131
18 แสดงผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดสอบค่าที (Independent Samples Test)..... 132
19 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์..... 134

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 9

2 กรอบแนวคิดทฤษฎี..... 10

3 แผนการดำเนินการวิจัย..... 54

4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบลักษณะความสามารถการให้เหตุผล
เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน..... 74

5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า Normalized gain (<g>) ของลักษณะ
ความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่าง
ก่อนและหลังเรียน..... 75

6 กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์รายด้าน
ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน..... 78

7 แสดงกราฟเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์
พื้นฐาน ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน..... 81

8 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่า Normalized gain (<g>) ของคะแนน
ความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน..... 81

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษา เป็นกลไกสำคัญหนึ่งในการพัฒนามนุษย์ตลอดช่วงชีวิต ซึ่งเป้าหมายในการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไข พ.ศ.2545 ยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2552) ซึ่งทำให้การจัดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพด้วย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 1)

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่ค้นพบทางวิทยาศาสตร์ผ่านจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง โดยการสื่อสารและการบันทึก ทำให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ได้อาศัยความรู้และความคิดของนักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน ๆ เป็นบันไดก้าวไปหาความรู้ใหม่ต่อไป จึงกล่าวได้ว่าการเสาะแสวงหาความรู้และการสื่อสาร นำมาซึ่งความรู้ใหม่ๆ และทำให้มีการขยายขอบเขตของความรู้ โดยชวาป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).2546: 13; อ้างอิงจาก Schwab.1962) ได้จัดให้การสอนวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งตรงกับลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนควรมีบทบาทเป็นผู้ค้นหาความรู้และนำความรู้มาแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของไทย สสวท. ก็ได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของวิธีสอนวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระยะแรกของการพัฒนาหลักสูตร โดยหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. พัฒนาขึ้นจะเน้นการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากที่สุด โดยใช้กิจกรรมเป็นพื้นฐาน (Activity-based curriculum) เพื่อปลูกฝังกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยหวังว่าการเรียนการสอนแบบนี้จะทำให้นักเรียนรู้จักหาความรู้ได้ด้วยตนเอง รู้จักคิดเป็นคนมีเหตุผล รู้จักการลงมือทำงาน และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

อีกทั้งปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลก เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือ เครื่องใช้ที่มีไว้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอย่างไม่

หยุดยั้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546) ทำให้ทุกคนจะต้องแสวงหาความรู้อยู่เสมอ เป็นผลให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแสวงหาความรู้ขึ้น

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยตามสังคม และนำมาสู่การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และระบบการคิด ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งไม่แน่นอน มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งได้มาจากประสบการณ์หรือการทดลองประกอบกับข้อสรุปหรือข้อวินิจฉัย มโนภาพ กระบวนการสร้างสรรค์รากฐานทางสังคมและวัฒนธรรม และพัฒนามาจากการสังเกต (Bell, 2007) การสร้างความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม (Constructivism) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยเน้นการเรียนที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ที่ได้มาจะมาจากการสังเกตและประสบการณ์ของผู้เรียน นั่นคือผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์เดิม การใช้กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างอิสระของผู้เรียน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้มากกว่าการรับความรู้และเรียนรู้จากการปฏิบัติของตนเองโดยอาศัยประสบการณ์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมนั้น ครูมีความจำเป็นที่จะต้องทราบความรู้เดิมของนักเรียน และความเข้าใจในมโนมติ ของนักเรียนในเนื้อหาที่เรียนเรื่องนั้น ๆ ซึ่งวิธีการที่จะเข้าใจในสิ่งนั้นอาจทำได้หลากหลายวิธี เช่น การทดสอบ การสอบถาม การสัมภาษณ์ การให้นักเรียนสื่อสารสิ่งที่พวกเขาคิดออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การเขียนคำอธิบาย การเขียนแผนภาพ การบรรยายด้วยคำพูด การแสดงท่าทาง และการวาดภาพพร้อมคำอธิบาย การแสดงออกเหล่านั้นเป็นการให้นักเรียนแสดง ตัวแทนความคิด (Mental representation) ของนักเรียนออกมา (Prain, 2009) ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดจัดเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

โดยกระบวนการแสวงหาความรู้ (Bell,1993 อ้างอิงจาก วรรณทิพา,2540) คือกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีสรรคนิยม กล่าวว่าการเรียนรู้ไม่ใช่การเติมสมองที่ว่างเปล่าของนักเรียนให้เต็ม หรือไม่ใช่การได้มาซึ่งความคิดใหม่ๆ ของนักเรียน แต่เป็นการพัฒนาหรือเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียน การเรียนรู้เป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงมโนมติเป็นการสร้างและการยอมรับความคิดใหม่ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างทางความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่ ซึ่งจะตระหนักว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความคิดมากกว่าดูดซึมความคิดใหม่ ๆ และนักเรียนเป็นผู้สร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหรือการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนับเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Billings. 2002: 840; เปรมจิตร บุญสาย. 2541: 369-379; วิชาญ เลิศลพ. 2543: บทคัดย่อ) โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ(Inquiry method) ที่อาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม (Constructivism) (กรมวิชาการ. 2545) มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาที่สำคัญ 2 ทฤษฎี กล่าวคือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการจัดระบบโครงสร้างความรู้ (Organization) กับกระบวนการปรับขยายโครงสร้างความรู้ (Adaptation) (Bulunuz, N. 2006: 25-27; อ้างอิงจาก Piaget. 1970) และทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (Social constructivism)

ของ ไวก็อตสกี้ (Vygotsky.1978: 86-87) ที่เน้นว่า การเรียนรู้เกิดจากการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ตามแนวคิดของทฤษฎีสรรคนิยมความรู้เป็นสิ่งที่มีอยู่ในตัวของบุคคล บุคคลสร้างความรู้หรือสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้ขึ้นมาด้วยตนเองโดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรมในระหว่างมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ความรู้จึงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคน ส่วนการเรียนรู้นั้นเป็นกระบวนการที่บุคคลสร้างความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ ความหมายหรือความเข้าใจที่บุคคลแต่ละคนสร้างขึ้นจึงอาจจะแตกต่างกันตามประสบการณ์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรมของบุคคลนั้น การตรวจสอบตลอดจนการอภิปรายเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับความหมายที่สร้างขึ้นจะช่วยให้บุคคลสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แม้ว่าประเทศไทยได้ออกพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และหลักสูตรแกนกลางที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งทักษะกระบวนการคิด การให้เหตุผล ไปพร้อมกับการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังปรากฏใน มาตรา 24 เกี่ยวกับ การจัดกระบวนการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) ข้อ

1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัด ของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และ

3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

แต่ยังพบว่า จากการจัดการเรียนการสอนสำหรับประเทศไทยที่ผ่านมานั้นยังไม่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ.2550 (Trend in international mathematics and science study 2007; TIMSS 2007) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยขอบเขตเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ (Content domain) มี 4 วิชา ประกอบด้วย ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญา (Cognitive domain) 3 ด้าน คือ ด้านความรู้/ความเข้าใจ (Knowing) ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying) และด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล (Reasoning) (ปรีชาญ. 2552:บทสรุปผู้บริหาร) พบว่า ในภาพรวมประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 471 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติคือ 500 คะแนน เมื่อแยกพิจารณารายด้าน พบว่าทั้งด้านเนื้อหา และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ นักเรียนไทยได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติทั้งสิ้น และเป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อเทียบคะแนนกับการประเมิน TIMSS 1999 ค่าคะแนนทั้งสองด้านยังมีระดับที่ลดลงด้วย

ผลดังกล่าวทำให้เราตระหนักว่า แม้จะมีการปฏิรูปการศึกษามาเป็นเวลานานแล้วแต่ผลที่ได้รับยังไม่เป็นที่น่าพอใจ อีกทั้งจากการประเมินของสำนักทดสอบทางการศึกษา คุณภาพการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีมาตรฐานค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพมาตรฐานการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศอื่นในระดับเดียวกัน เด็กและเยาวชนไทยยังไม่ได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพความสามารถทางวิชาการ โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งขาดการปลูกฝังลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น การใฝ่รู้ใฝ่เรียน การคิดวิเคราะห์ และการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา เป็นต้น นอกจากนี้การสอนของครูยังใช้วิธีการบอกความรู้โดยยึดวิชาเป็นตัวตั้ง ไม่ยึดนักเรียนเป็นตัวตั้ง ทำให้นักเรียนไม่สามารถเผชิญและแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะการใช้เหตุผลในการวิเคราะห์และตัดสินปัญหานั่นเอง

ในส่วนของผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ก็ประสบปัญหาไม่น้อยไปกว่ากัน เนื่องจากเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจและต้องอาศัยความเข้าใจขั้นสูงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหลายตัวแปร เช่น ระยะทางกับเวลา ขนาดกับระนาบการโคจร และการต้องใช้จินตนาการ ทำให้นักเรียนจำนวนมากมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิชาดาราศาสตร์ ซึ่งส่งผลไปถึงการที่ตัวนักเรียนไม่สามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งจากการศึกษาของนักการศึกษา (Lightman; & Sadler. 1993: 162; Trumper. 2006; 875) พบว่านักเรียนเกรด 8 ถึงเกรด12 ซึ่งเทียบได้กับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 ของประเทศไทย บางส่วนยังคงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนอยู่ แม้ว่ามีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ยึดถือมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดกลางวันกลางคืน แต่มีนักเรียนน้อยกว่าร้อยละ 50 ที่เข้าใจเกี่ยวกับการโคจรของดวงจันทร์ มีนักเรียนน้อยกว่าร้อยละ 30 ที่เข้าใจเกี่ยวกับการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม ตำแหน่งสูงสุดของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน และขนาดของโลกได้ถูกต้อง ยิ่งกว่านั้นมีนักเรียนเพียงร้อยละ 10 ที่รู้เกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดฤดูกาล สอดคล้องกับงานวิจัยของนักการศึกษา (Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126; Trumper. 2006: 875; Zeilik; et al.1998) ที่ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนและการเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักศึกษา พบว่ามีนักศึกษาเพียงร้อยละ 10 ที่ยึดถือมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับการหมุนรอบตัวเองของดวงจันทร์ มีนักศึกษาร้อยละ 23 ที่ยึดถือมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับตำแหน่งสูงสุดของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน และมีนักศึกษาร้อยละ 30 ที่อธิบายได้ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดอุปราคาและการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และจากการศึกษาความเข้าใจมโนมติดาราศาสตร์ของครูผู้สอน (Kavanagh; et al. 2005: ออนไลน์; Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126; Taylor. 1996: 39; Trumper. 2001: ออนไลน์; Trumper. 2006: 875) กล่าวว่า ครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอธิบายถึง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม ว่า มีสาเหตุมาจากเงาของโลกไปบังดวงจันทร์ และครูคนอื่นในโรงเรียนเดียวกันก็ไม่มีใครสามารถอธิบายเกี่ยวกับการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรมได้

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งในระดับชั้นประถมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษา ระดับมหาวิทยาลัย หรือแม้แต่ครูผู้สอน ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่มากเกี่ยวกับมโนมติดาราศาสตร์พื้นฐาน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุวิทย์ (2552: 3) และสุวิทย์ คงภักดี และคณะ

(Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126) ที่ได้สำรวจความเข้าใจมโนมติดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ในชนบทของประเทศไทย โดยใช้แบบทดสอบซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบของ ไซลิคและคณะ (Zeilik; et al.1998) และแบบทดสอบของทรัมเปอร์ (Trumper. 2001) ผลการสำรวจพบว่า นักเรียนไทยมีความเข้าใจน้อยมากเกี่ยวกับมโนมติ การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดข้างขึ้นข้างแรม ด้านหน้าของดวงจันทร์ การเกิดอุปราคา และน้ำขึ้นน้ำลง ทั้งๆ ที่ปรากฏการณ์เหล่านี้สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน

จากแนวคิดหลักในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่มุ่งให้มีการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รู้จักการหาความรู้ได้ด้วยตนเอง รู้จักคิด มีเหตุผล รู้จักการลงมือทำงาน และสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับการมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาและ สสวท. ที่มีเป้าหมายคล้ายกัน อีกทั้งผลการประเมินในระดับชาติและนานาชาติ ที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยยังมีคะแนนในเรื่องการรู้จักคิด การให้เหตุผลและความรู้ในเนื้อหา ในระดับคะแนนที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและเกณฑ์เฉลี่ย ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษา ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงเห็นสมควรที่ จะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน เนื่องจากปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน เป็นสิ่งที่ผู้เรียนทุกคนได้รับรู้และสัมผัสโดยตรงตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบันและต่อเนื่องไปในอนาคต จึงสมควรที่นักเรียนจะสามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานเหล่านั้นได้ อีกทั้งมีงานวิจัยหลายชิ้นได้ระบุว่า นักเรียนหรือแม้แต่บุคคลทั่วไป ยังมีความเข้าใจที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานเหล่านั้นอยู่ จึงสมควรอย่างยิ่งที่ควรศึกษาว่า แนวคิดที่คาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเหล่านั้นคืออะไร มีอะไรที่เป็นสาเหตุของการเกิดแนวคิดเหล่านั้น เพื่อที่จะได้นำแนวคิดและผลการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ไปพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
2. เพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อศึกษาความเข้าใจทางปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
4. เพื่อศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
5. เพื่อศึกษาเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน เพื่อขยายผลไปสู่การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ต่อไป

2. ได้รูปแบบตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานแนวคิดในการออกแบบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ในระดับอื่นๆ

3. ได้วิธีการที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้เป็นหลักในการใช้แก้ปัญหาในอนาคตได้

4. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบของเนื้อหา

การวิจัยนี้มีเนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ประกอบด้วย การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดสุริยุปราคา การเกิดจันทรุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งเป็นเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลาง พ.ศ.2551

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ จำนวน 28 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผลที่เกิดจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นซึ่งได้แก่

1. ตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
2. ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
3. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ตัวแทนความคิด (Mental representation) หมายถึง การสื่อสารที่นักเรียนแสดงออกมาถึงความคิดของพวกเขาในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งการสื่อสารนี้มีรูปแบบต่างๆ เช่น การเขียนคำอธิบาย การเขียนแผนภาพ การบรรยายด้วยคำพูด การแสดงท่าทาง และการวาดภาพพร้อมคำอธิบาย

2. ความเข้าใจ (Understanding) ต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความหรือเปรียบเทียบ ย่นย่อเรื่องราว ความคิด ข้อเท็จจริงต่างๆ ซึ่งแสดงออกทางความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความ เกี่ยวกับปรากฏการณ์การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง การเกิดสุริยุปราคา การเกิดจันทรุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดฤดูกาล โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามในแบบทดสอบวัดความเข้าใจปรากฏการณ์การดาราศาสตร์พื้นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล โดยผู้วิจัยแบ่งการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ลักษณะ ได้แก่

1) การควบคุมตัวแปร (Controlling ability) หมายถึง ความสามารถที่แสดงถึงการออกแบบการทดลอง โดยการควบคุมตัวแปรอื่นๆได้

2) การแสดงสัดส่วน (Proportional ability) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เชิงคณิตศาสตร์ได้

3) การแสดงโอกาส (Probabilistic ability) หมายถึง ความสามารถในการสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์ใดๆ บนพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็นได้

4) การแสดงความสัมพันธ์ (Correlational ability) หมายถึง ความสามารถในการแปลผลการศึกษาโดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กัน

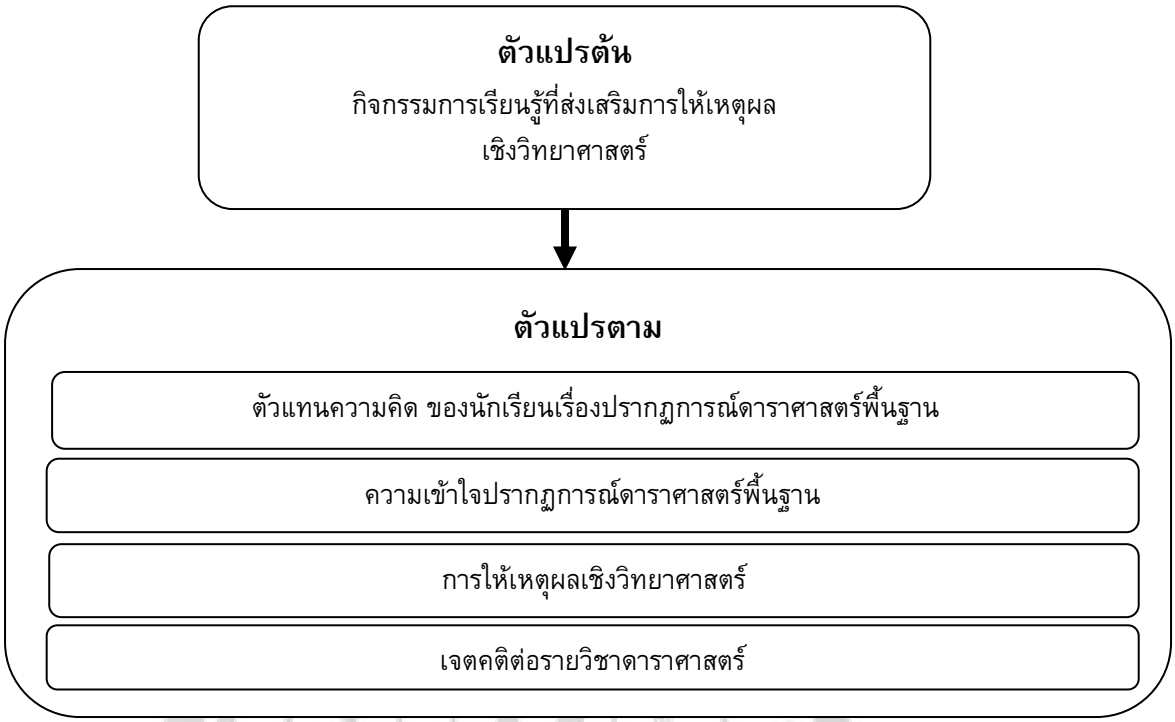
5) การสรุปผล (Generalized ability) หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อสรุปทั่วไป ที่นอกเหนือไปจากการทดลองหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้สร้างข้อสรุปใหม่ที่เหมาะสม

4. เจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ (Attitudes toward astronomy subject) หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นที่นักเรียนมีต่อวิชาดาราศาสตร์ ในการศึกษาเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ ผู้วิจัยทำการประเมินจากแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียน ในประเด็นดังนี้ 1) ความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์ 2) การเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน 3) แนวความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติการหรือทดลองทางด้านดาราศาสตร์และ 4) การมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน

5. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย โดยมีพื้นฐานมาจากการสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลในวงจรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นการเร้า (Instigation) 2) ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) 3) ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept) 4) ขั้นการทำนาย (Predict) 5) ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict) 6) ขั้นการทดลอง (Experiment) 7) ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result) และ 8) ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the differences)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลาง พ.ศ.2551 สาระการเรียนรู้ที่ 7 โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เข้ากับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง วงจรการเรียนรู้และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยตัวแปรตามที่ผู้วิจัยต้องการศึกษามี 4 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ และตัวแปรที่เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่องปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งสามารถแสดงเป็นภาพได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

คำถามวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามวิจัยไว้ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อตัวแทนความคิดของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

สมมติฐานในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยไว้ ดังนี้

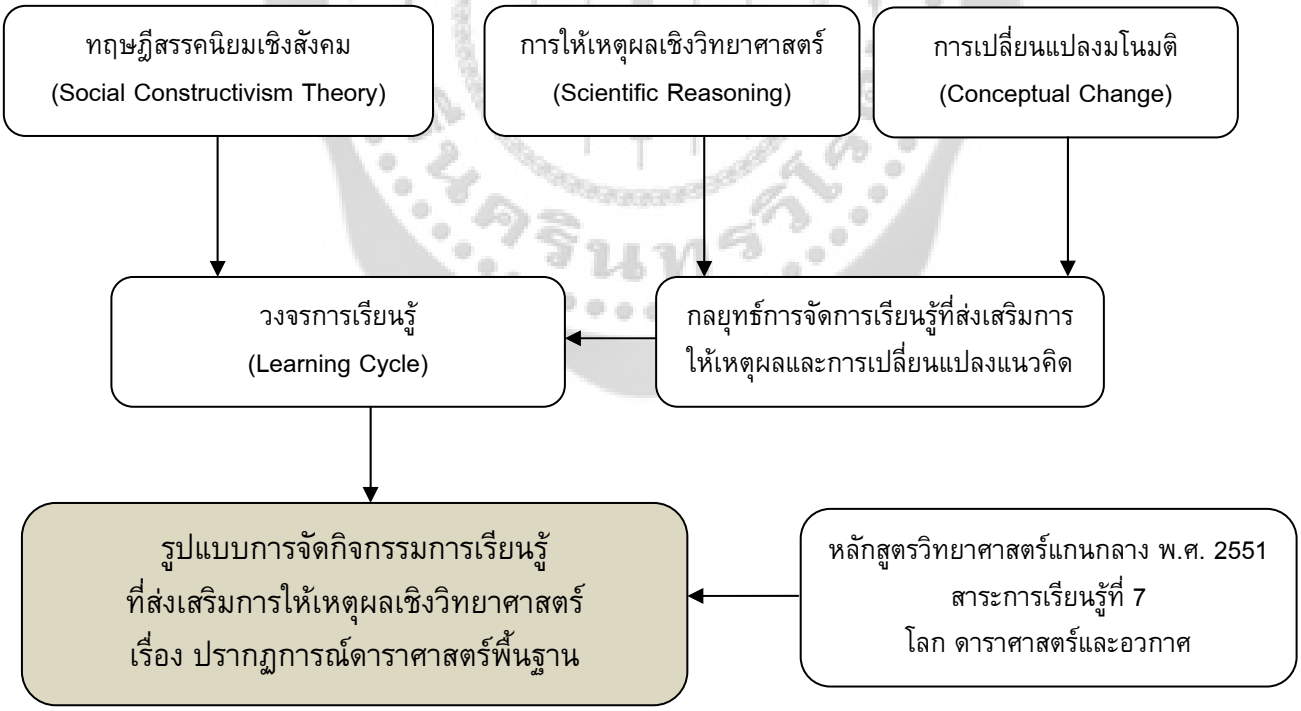
1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแทนความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

กรอบแนวคิดทฤษฎี



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดทฤษฎี

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ
2. ทฤษฎีการเรียนรู้
3. ตัวแทนความคิด
4. แบบจำลองความคิด
5. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
6. ความเข้าใจมโนมติ
7. เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

การจัดการศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ดำเนินการตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2545 และในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ถูกประกาศใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 มาตรา 81 ที่ว่า “ให้เร่งรัดพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศและพัฒนาวิชาชีพครู” (ราชกิจจานุเบกษา. 2540: 16) และฉบับที่ 2 ซึ่งได้รับการแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ระบุถึงสาเหตุหนึ่งมาจากการจัดการศึกษาให้กับคนในชาติก้าวไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ทำให้ทรัพยากรบุคคลมีศักยภาพไม่เพียงพอที่จะแข่งขันกับประชาคมโลก ภาครัฐจึงต้องทำการปฏิรูปการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังมุ่งให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการศึกษาได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนให้ตรงตามศักยภาพ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า “นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542: 7) ที่ระบุไว้ใน มาตรา 22 ในส่วนของการจัดการเรียนรู้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 7-8)

1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการสอน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและนักเรียนอาจจะเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ

6) จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ

สำหรับการจัดการหลักสูตรการศึกษาระดับต่างๆ นั้น มาตรา 28 ได้ระบุไว้ ให้หน่วยงานจัดการให้เหมาะสมในแต่ละระดับ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 9) โดยมุ่งพัฒนาคุณภาพชีวิตของบุคคลให้เหมาะสมแก่วัยและศักยภาพ และยังเน้นให้หลักสูตรระดับอุดมศึกษาต้องเพิ่มความมุ่งหมายเฉพาะที่จะพัฒนาวิชาการขั้นสูง การค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และพัฒนาสังคมด้วย

สำหรับการจัดการเรียนรู้ให้ประสบผลสำเร็จตามแนวคิดดังกล่าวนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนทั้งของครูและนักเรียน กล่าวคือ ลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ เปลี่ยนเป็นผู้สนับสนุน วางแผนการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ คือทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เอง กิจกรรมต่างๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่มการร่วมวางแผนการเรียน วางแผนการวัดผลประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด การวางแผน การลงมือปฏิบัติ การรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนสามารถตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สามารถแก้ปัญหาและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน

1.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยผู้จัดจำเป็นต้องใช้กระบวนการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบให้สอดคล้องกับ หลักการ แนวคิด

และทฤษฎี เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ครั้งนั้น ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงได้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้ค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งองค์ความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ โดยเริ่มกระบวนการตั้งแต่วัยแรกเข้าเรียน

โดยกรมวิชาการระบุว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้ (กรมวิชาการ. 2545: 3)

1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จะเห็นว่า นอกจากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมองแล้ว ยังมุ่งให้ผู้เรียนได้มีจิตวิทยาศาสตร์ คือมีความตระหนักถึงความสำคัญระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ ไปพร้อมกันด้วย

อีกสิ่งหนึ่งที่ผู้จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนคือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับสิ่งที่นักเรียนควรตระหนักเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการ สนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจจะเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

โดยสมาคมพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS. 2001) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ พอสรุปได้ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะถูกปรับปรุงเมื่อขัดแย้งกับข้อมูลใหม่จนนำไปสู่การสร้างทฤษฎีที่ดีกว่า และทฤษฎีใหม่นี้ก็นำไปสู่การสังเกตด้วยวิธีการใหม่ๆ กล่าวคือ อาจจะมีหลายทฤษฎีที่เหมาะสมกับผลการสังเกต ทฤษฎีใหม่อาจจะมีความเหมาะสมกว่า ดีกว่า หรืออธิบายผลการสังเกตได้กว้างกว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์การทดสอบ การปรับปรุง การปฏิเสธทฤษฎีเก่าและยอมรับทฤษฎี

ใหม่เกิดขึ้นตลอดเวลาไม่มีที่สิ้นสุด กระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องนี้นำไปสู่การเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น แต่ความรู้ที่ได้มานี้ก็ไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์ หลักฐานที่ใช้ประเมินค่าความรู้เหล่านี้ได้มาจากการพัฒนาความสามารถในการเสนอคำอธิบายที่น่าเชื่อถือและสร้างการทำนายที่ถูกต้อง ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์สามารถควบคุมเงื่อนไขเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐาน แต่บางครั้งก็ถ้าไม่สามารถควบคุมได้ อาจเป็นเหตุผลทางศีลธรรม นักวิทยาศาสตร์ก็จะพยายามสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติให้ครอบคลุมและได้ข้อมูลมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อค้นหารูปแบบของข้อมูล แล้วทฤษฎีจะได้รับการยอมรับหรือไม่นั้น ตัดสินจากทฤษฎีนั้นมีความสอดคล้องกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปหรือไม่ ขอบเขตของการสังเกตที่ทฤษฎีอธิบายได้ ทฤษฎีอธิบายผลการสังเกตได้ดีหรือไม่ และมีอำนาจในการทำนายข้อมูลใหม่ ๆ ที่ถูกค้นพบมากน้อยเพียงใด

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า การจัดการศึกษา ไม่ได้มุ่งที่เนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเน้นพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมไปด้วย ซึ่งก็เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ชีวิตต่อไปได้อย่างสมบูรณ์

1.3 มาตรฐานการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

ในประเทศไทยได้จัดระบบการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็น 8 สาระ 13 มาตรฐานการเรียนรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกดำเนินการวิจัยในสาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีเนื้อหาโดยรวมคือ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 5) ในมาตรฐาน ว. 7.1 ได้กำหนดให้นักเรียนที่เรียนจบหลักสูตรแล้วต้อง เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 7) โดยกำหนดเป็นตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 89-93) แยกตามระดับชั้นได้ ดังนี้

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางวิทยาศาสตร์ มาตรฐาน ว 7.1 แยกตามระดับชั้น

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
ประถมศึกษาปีที่ 1	**ตัวชี้วัด** 1.ระบุว่าในท้องฟ้ามีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดวงดาว **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** ในท้องฟ้ามีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดวงดวง โดยมองเห็นท้องฟ้ามีลักษณะเป็นครึ่งวงกลมครอบแผ่นดินไว้

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
ประถมศึกษาปีที่ 2	**ตัวชี้วัด** 1.สืบค้นและอภิปรายความสำคัญของดวงอาทิตย์ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก เพราะให้ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานแสง ซึ่งช่วยในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
ประถมศึกษาปีที่ 3	**ตัวชี้วัด** 1.สังเกต และอธิบายการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ การเกิดกลางวันกลางคืน และการกำหนดทิศ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** โลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังต่อไปนี้ - ปรากฏการณ์ขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ - เกิดกลางวันและกลางคืนโดยด้านที่หันรับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางวันและด้านตรงข้ามที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางคืน กำหนดทิศโดยการสังเกตจากการขึ้นและการตกของดวงอาทิตย์ ให้ด้านที่เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นทิศตะวันออกและด้านที่เห็นดวงอาทิตย์ตกเป็นทิศตะวันตก เมื่อใช้ทิศตะวันออกเป็นหลักโดยให้ด้านขวามืออยู่ทางทิศตะวันออก ด้านซ้ายมือเป็นด้านทิศตะวันตก ด้านหน้าจะเป็นทิศเหนือและด้านหลังจะเป็นทิศใต้
ประถมศึกษาปีที่ 4	**ตัวชี้วัด** 1.สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะของระบบสุริยะ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวารโคจรอยู่โดยรอบ คือ ดาวเคราะห์แปดดวง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ ส่วนดาวตกหรือผีพุ่งใต้ อุกกาบาต อาจเกิดมาจากดาวหาง ดาวเคราะห์น้อยหรือวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
ประถมศึกษาปีที่ 5	**ตัวชี้วัด** 1.สังเกตและอธิบายการเกิดทิศ และปรากฏการณ์การขึ้นตกของดวงดาว โดยใช้แผนที่ดาว **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** การที่โลกหมุนรอบตัวเองนี้ทำให้เกิดการกำหนดทิศ โดยโลกหมุนรอบตัวเองทวนเข็มนาฬิกาจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก เมื่อสังเกตจากขั้วเหนือจึงปรากฏให้เห็นดวงอาทิตย์และดวงดาวต่างๆ ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกและแผนที่ดาวช่วยในการสังเกตดาวบนท้องฟ้า
ประถมศึกษาปีที่ 6	**ตัวชี้วัด** 1.สร้างแบบจำลองและอธิบาย การเกิดฤดูข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** - การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา 1 ปี ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบการโคจรทำให้บริเวณส่วนต่างๆ ของโลกรับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันเป็นผลให้เกิดฤดูต่างๆ - ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แสงสว่างที่เห็นเกิดจากแสงอาทิตย์ตกกระทบดวงจันทร์แล้วสะท้อนมายังโลก การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์จึงเปลี่ยนตำแหน่งไป ทำให้มองเห็นแสงสะท้อนจากดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละคืน ซึ่งเรียกว่า ข้างขึ้นข้างแรมและนำมาใช้จัดปฏิทินในระบบจันทรคติ - การที่โลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ เรียกว่าเกิดสุริยุปราคา และเมื่อดวงจันทร์เคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในเงาของโลก เรียกว่า เกิดจันทรุปราคา

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
มัธยมศึกษาปีที่ 3	**ตัวชี้วัด** 1.สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก 2.สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ 3.ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** - ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์อยู่เป็นระบบได้ภายใต้แรงโน้มถ่วง - แรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ทำให้ดวงจันทร์โคจรรอบโลก แรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับบริวารทำให้บริวารเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์กลายเป็นระบบสุริยะ - แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก - เอกภพประกอบด้วยกาแล็กซีมากมายนับแสนล้านแห่ง แต่ละกาแล็กซีประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวนมากที่อยู่เป็นระบบด้วยแรงโน้มถ่วง กาแล็กซีทางช้างเผือกมีระบบสุริยะอยู่ที่แขนของกาแล็กซีด้านกลุ่มดาวนายพราน - กลุ่มดาวฤกษ์ประกอบด้วยดาวฤกษ์หลายดวงที่ปรากฏอยู่ในขอบเขตแคบๆ และเรียนเป็นรูปร่างต่างกันบนทรงกลมท้องฟ้า โดยดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มดาวเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมท้องฟ้า จึงใช้บอกทิศและเวลาได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
มัธยมศึกษาปีที่ 4-6	**ตัวชี้วัด** 1.สืบค้นและอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ 2.สืบค้นและอธิบายธรรมชาติและวัฒนาการของดาวฤกษ์ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** - Big Bang เป็นปรากฏการณ์ที่เป็นจุดกำเนิดเอกภพ เป็นจุดที่พลังงานเริ่มเปลี่ยนเป็นสสาร เกิดเป็นอนุภาค ควาร์ก อิเล็กตรอน นิวทริโน พร้อมปฏิอนุภาค เมื่ออุณหภูมิของเอกภพลดต่ำลง ควาร์กจะรวมตัวกันเป็นอนุภาคพื้นฐาน คือ โปรตอนและนิวตรอน ต่อมาโปรตอนและนิวตรอนรวมตัวกันเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม และเกิดเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียม อะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลียมซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเนบิวลาดั้งเดิมกระจายอยู่เป็นหย่อมๆ กลายเป็นกาแล็กซี ภายในกาแล็กซีเป็นดาวฤกษ์ระบบดาวฤกษ์ - ดาวฤกษ์ เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ กำเนิดมาจากเนบิวลา ที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นธาตุไฮโดรเจน ที่แก่นกลางของดาวฤกษ์จะเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ หลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม ได้พลังงานออกมา - อันดับความสว่างของดาวฤกษ์ที่สังเกตเห็นได้จากความสว่างปรากฏ ที่ขึ้นอยู่กับความสว่างจริงและระยะห่างจากโลก - สีของดาวฤกษ์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวของดาวฤกษ์และอายุของดาวฤกษ์ - ดาวฤกษ์มีอายุยาวหรือสั้น มีจุดจบเป็นหลุมดำ หรือดาวนิวตรอนหรือดาวแคระขาว ขึ้นอยู่กับมวลของดาวฤกษ์

จากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและหนังสือเรียนกิจกรรมสาระการเรียนรู้พื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. 2547, กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) สามารถแบ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิด ฤดูกาล การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การเกิดสุริยุปราคา และการเกิดจันทรุปราคา

สำหรับในต่างประเทศนั้น สำนักงานมาตรฐานการศึกษาแห่งสหรัฐอเมริกา (National research council 1996. 154-159) ได้ระบุเนื้อหาดาราศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียน ได้แก่ รูปร่างของโลกเป็นทรงกลม แรงโน้มถ่วง ข้างขึ้นข้างแรม จันทรุปราคา และสุริยุปราคา เนื้อหาเหล่านี้ครูควรให้คำแนะนำ และจัดการเรียนรู้ว่าให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองด้วยการสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การบรรยาย และการค้นหารูปแบบ แล้วพยายามอธิบายความเข้าใจด้วยแบบจำลอง รวมทั้งยังแนะนำว่านักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น(เกรด 5-8) นั้นมีวุฒิภาวะที่จะอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ตามแนวคิดที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ได้

อีกทั้งสมาคมพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (AAAS. 2001) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบโลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ ดังนี้

1) เนื่องจากโลกหมุนรอบแกนตัวเองวันละ 1 รอบ โดยที่แกนของโลกเอียงทำมุม 23.5 องศากับระนาบวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ส่งผลให้แสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลกส่วนต่างๆ ด้วยความเข้มแสงที่แตกต่างกันตลอดทั้งปี ความแตกต่างของความร้อนที่ผิวโลกทำให้เกิดฤดูกาลและรูปแบบของภูมิอากาศ [บทที่ 4, ตอน B, เกรด 6-8, มาตรฐานที่ 4]

2) ดวงจันทร์โคจรรอบโลกหนึ่งรอบใช้เวลาประมาณ 28 วัน เมื่อมองจากโลกทำให้เห็นปริมาณพื้นผิวของดวงจันทร์ที่สะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์มาเข้าสู่ตาเรามีการเปลี่ยนแปลง เราจึงเห็นรูปร่างของดวงจันทร์มีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยทุกคืน [บทที่ 4, ตอน B, เกรด 6-8, มาตรฐานที่ 5]

3) โลกคล้ายกับดาวเคราะห์อื่น ๆ คือมีรูปร่างเป็นทรงกลมโดยประมาณ โลกหมุนรอบแกนตัวเองรอบละ 24 ชั่วโมง ทำให้เกิดวัฏจักรกลางวันกลางคืน ทำให้คนอยู่บนโลกรู้สึกมืดและสว่าง การหมุนรอบตัวเองของโลกนี้ทำให้ดูเหมือนว่าดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ และดาวฤกษ์กำลังโคจรรอบโลกวันละหนึ่งรอบ [บทที่ 4, ตอน B, เกรด 3-5, มาตรฐานที่ 2]

4) การเคลื่อนที่ทุกชนิดจะต้องสัมพันธ์กับกรอบอ้างอิงที่เลือกไว้ จึงกำหนดกรอบอ้างอิงให้อยู่นิ่งเพื่อตัดสินการเคลื่อนที่ทั้งหลาย [บทที่ 4, ตอน F, เกรด 9-12, มาตรฐานที่ 2]
(สุวิทย์. 2553: 17-18)

จะเห็นว่าหลักสูตรแกนกลาง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ.2551 ในประเทศ ได้กำหนดเนื้อหาและแนวทางในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ไว้อย่างครอบคลุมและชัดเจน เช่นเดียวกับหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนของประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อพิจารณาจากมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรของประเทศทั้งสอง พบว่า ทั้งสองประเทศต้องการให้เมื่อนักเรียนจบช่วงชั้นที่ 1 ควรจะมีความคุ้นเคยกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ จากนั้นเมื่อนักเรียนจบช่วงชั้นที่ 2 ควรจะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานได้ เช่น ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว การเกิดกลางวันกลางคืน ข้างขึ้นข้างแรม อุปราคา และฤดูกาล โดยใช้แบบจำลองได้ ส่วนนักเรียนที่จบช่วงชั้นที่ 3 ควรจะสามารถอธิบายเกี่ยวกับระบบ

สุริยะได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตามหลักสูตรแกนกลางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ.2551 และการจัดการเรียนรู้ดาราศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาก็มีจุดที่แตกต่างกันอยู่บ้าง (AAAS. 2001 และกระทรวงศึกษาธิการ. 2551) ในเรื่องของการสอนเนื้อหาในระดับที่ต่างกัน คือเนื้อหาเกี่ยวกับระบบโลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์นั้น หลักสูตรของประเทศไทยจัดเนื้อหาส่วนใหญ่ให้นักเรียนเรียนในช่วงชั้นที่ 2 ระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 แต่หลักสูตรของประเทศสหรัฐอเมริกาจัดให้นักเรียนเรียนในช่วงชั้นที่ 3 เกรด 5-8

2. ทฤษฎีการเรียนรู้

คำกล่าวในพระธรรมคุณ ที่ว่า ปจฺจตฺต เวทิตพฺโพ วิญฺญูหิ ซึ่งพระธรรมปิฎก แปลว่า “พระธรรมอันวิญญูชนพึงรู้เฉพาะตน ผู้อื่นไม่พลอยรู้ตามเห็นด้วย เหมือนรสอาหารผู้บริโภคเท่านั้นจึงจะรู้รสผู้อื่นรู้รสด้วยไม่ได้” (สุวิทย์. 2553: 18) ทำให้เราเห็นว่า การที่เราจะเข้าใจองค์ความรู้ด้านต่าง ๆ นั้น บุคคลย่อมต้องทำความเข้าใจเอง ไม่สามารถถามจากผู้อื่นได้ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับด้านวิชาการนั้นมีหลักฐานว่า แนวคิดของนักจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่กล่าวถึงการสร้างองค์ความรู้ มีปรากฏในช่วงประมาณ ค.ศ. 1960 – 1970 คือแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget.1965 อ้างอิงจาก ศุภชัย. 2548: 12) ที่มีความเห็นว่าคนเราจะเรียนรู้ด้วยกระบวนการของการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยกลไกพื้นฐานสองอย่าง คือ การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้าง โดยทั้งสองเป็นกลไกของการทำให้เกิดสภาวะสมดุลกับสิ่งแวดล้อมด้วยกระบวนการปรับสู่ความสมดุล ดังนั้นในกรณีที่ประสบกับปัญหา การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างก็คือความสามารถในการตีความของปัญหาหรือการจัดการกับปัญหา ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแก้ไขได้ด้วยแนวคิดหรือวิธีการเดิมที่มีอยู่ ดังนั้นการปรับโครงสร้างก็คือความสามารถในการหาวิธีใหม่หรือคำ อธิบายใหม่มาแก้ไขหรือตีความปัญหา เมื่อวิธีเดิมหรือแนวคิดเดิมที่มีอยู่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ได้ และเมื่อแก้ไขปัญหาได้จึงจะเกิดสภาวะสมดุลขึ้นใหม่

ด้วยกระบวนการปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุลดังกล่าว เด็กจะสร้างและปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาจากประสบการณ์ของเด็กเองในสภาพแวดล้อมที่ตัวเด็กอยู่ จึงนับว่าเพียเจต์เป็นผู้บุกเบิกคนหนึ่งของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ โดยแนวคิดของเพียเจต์นี้เป็นรากฐานของแนวคิดหลักของทฤษฎีการสร้างความรู้ที่ว่า เด็กสร้างความรู้จากประสบการณ์ของเด็กเอง และกระบวนการในการสร้างความรู้เป็นการกระทำของเด็กเอง (พรรณี. 2538; เพ็ญพิไล. 2536; Driscoll.1994; Sutherland. 1992; Von Glasersfeld. 1991อ้างอิงจาก ศุภชัย. 2548: 13) ในช่วงทศวรรษเดียวกันนั้นเอง ได้มีแนวคิดของนักจิตวิทยาการศึกษาอีกท่านหนึ่งคือ แนวคิดของออซูเบล (Ausubel.1968) มีความเห็นว่าโครงสร้างส่วนบุคคล (Personal constructs) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา กล่าวคือสิ่งที่ครูต้องรู้ ในจุดเริ่มแรกของการสอนคือสิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น ออซูเบลยังเสนอให้มีการจัดโครงสร้างทางความคิด (Advance organizer) ให้แก่เด็กก่อนที่จะให้เด็กได้รับประสบการณ์ เฉพาะ

ในเชิงรูปธรรมของโครงสร้างนั้น (พรรณี. 2538; Sutherland. 1992) สำหรับแนวคิดเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนบุคคล ซุสเทอแลนด์(Sutherland.1992) เสนอว่าบุคคลจะสร้างความหมายต่อสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์เดิมของตน ดังนั้นประสบการณ์และบุคลิกภาพส่วนตัวของบุคคลจะเป็นตัวกำหนดว่า เขาสร้างความหมายต่อสิ่งต่าง ๆ นั้นอย่างไร อีกทั้งในปี 1975 เจมส์ (James. 1975) มีความเห็นว่า ความรู้เกิดจากความสามารถของบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าหรือความเชื่อเดิมที่มีอยู่ ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ได้ ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้และความสมเหตุสมผล (Process of verification and validation) ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ และการนำความคิดที่ผ่านกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริง และมีความสมเหตุสมผลแล้วไปสู่ความคิดอื่นๆ ในประสบการณ์อื่นๆ ที่ประสบในการดำเนินชีวิตและสามารถขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ได้

อย่างไรก็ดีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีสรรคนิยมนี้ เริ่มแพร่หลายในวงการศึกษาในช่วงปลายทศวรรษ 1980 เป็นต้นมา เนื่องจากการศึกษาพบว่าปัจจัยภายในมีส่วนช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย อีกทั้งความรู้เดิมยังมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งข้อค้นพบนี้เป็นแนวคิด ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับยุคปฏิรูปการศึกษาที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive developmental theory) ของเพียเจต์ (Piaget) และทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (Social constructivism theory) ของไวกอตสกี้ (Vygotsky)

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive developmental theory)

เพียเจต์ (Piaget. 1970 อ้างอิงจาก Carin. 1992) เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathematical experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น กล่าวคือ นักเรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ของตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามช่วงวัย หรือจะกล่าวว่าเด็กเป็นผู้มีความสามารถ มีพรสวรรค์ที่จะเรียนรู้ได้ตลอดเวลา เด็กเริ่มเรียนรู้จากประสบการณ์ในโลกนี้ตั้งแต่แรกคลอดและมีสิ่งเหล่านี้ตั้งแต่ก่อนเข้าเรียนในโรงเรียน ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า เพียเจต์ชั่นเลิร์นนิ่ง (Piagetion learning) คือ การเรียนรู้โดยไม่ต้องได้รับการสอน เช่น เด็กพูดได้โดยไม่ต้องจับมานั่งสอน หรือเด็กสามารถเรียนรู้รูปทรงเรขาคณิตต่างๆ จากสิ่งแวดล้อม (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540)

ส่วนคาริน (Carin.1992) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ โดยอธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเขาอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) กระบวนการของ

พัฒนาการจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

สำหรับการสร้างความคิดรวบยอดเพียเจต์ได้อธิบายกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 2 กระบวนการ คือ การจัดระบบโครงสร้างความรู้ และการปรับขยายโครงสร้างความรู้

1) การจัดระบบโครงสร้างความรู้ (Organization) เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้รวบรวม จัดระบบ เรียบเรียงประสบการณ์และความคิดของตนเองอย่างอัตโนมัติและต่อเนื่องอย่างเป็นขั้นตอน

2) การปรับขยายโครงสร้างความรู้ (Adaptation) เป็นกระบวนการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์ด้วย เพียเจต์เชื่อว่าการปรับตัวของบุคคลประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการคือ

2.1) การดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและซึมซับความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับโครงสร้างความรู้เดิมของตนเอง

2.2) การปรับให้เหมาะ (Accommodation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและปรับโครงสร้างความรู้เดิมให้สอดคล้องกับข้อมูลที่รับรู้ใหม่ซึ่งขัดแย้งกับความรู้เดิมนั้น

เพียเจต์ (Piaget. 1970 อ้างอิงจาก Bulunuz, N. 2006: 25-26) ได้ยกตัวอย่างไว้ว่า เมื่อนักเรียนจะเกิดการการดูดซึมเมื่อปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่ โดยนักเรียนจะต้องได้รับการกระตุ้นด้วยวัตถุหรือสื่อจากสิ่งแวดล้อม แล้วนักเรียนรวมความคิดรวบยอดใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ ถ้าความรู้ใหม่ที่รับเข้ามาไม่สอดคล้องกับความรู้เดิมที่มีอยู่ นักเรียนก็จะเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) สภาวะนี้มีวิธีแก้ไขอยู่ 2 ทาง คือ คนอื่นอาจจะช่วยเราแก้ปัญหาโดยการให้ข้อมูลเพิ่มเติม หรือเราอาจจะหาข้อมูลเพิ่มเติมจากสื่อที่มีอยู่เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดฝันด้วยตนเอง ซึ่งก็คือ กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับความรู้ที่มีอยู่ให้สอดคล้องกับประสบการณ์ใหม่ หลังจากกระบวนการนี้นักเรียนจะเข้าสู่ภาวะสมดุลทางปัญญา (Equilibrium) อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายของการปรับเปลี่ยนมโนมติ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาสติปัญญาของบุคคลขึ้นอยู่กับ 4 ปัจจัยที่แตกต่างกัน (Bulunuz, N. 2006: 27) คือ 1) วุฒิภาวะ 2) ประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม 3) การถ่ายทอดทางสังคม และ 4) การปรับสมดุล โดยเขาเชื่อว่าวุฒิภาวะ นั้นมีความสำคัญและจำเป็น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนมักจะต้องการสิ่งที่เป็นรูปธรรมในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ๆ โดยเขายังเห็นคุณค่าของการถ่ายทอดทางสังคม เช่น พ่อแม่ เพื่อน และครู ว่ามีความสำคัญต่อการเรียนรู้ความคิดรวบยอด และทฤษฎีใหม่ๆ ในขณะที่การปรับสมดุลเป็นกระบวนการที่รวมทั้งสี่ปัจจัยเข้าด้วยกัน

2.2 ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (Social constructivism theory)

ไวกอตสกี้ (Vygotsky. 1978: 85) นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย กล่าวว่า จากการเล่นซุกซนตามประสาเด็ก ทำให้เด็กได้เริ่มสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ก่อนที่พวกเขาจะเข้าสู่โรงเรียน เด็กส่วนใหญ่เริ่มต้นจากการจำแนกประเภท การแบ่งพวก และการนับจำนวน ก่อนที่พวกเขาจะเข้าเรียนระดับอนุบาล หรือก่อนระดับประถมศึกษา เพื่อสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เบื้องต้น จากนั้นเมื่อนักเรียนเข้าเรียนระดับประถมศึกษา พวกเขาจะพัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยการต่อเติมความคิดรวบยอดที่พวกเขามีอยู่ก่อนเข้าโรงเรียน

ไวกอตสกี้ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคล (Zone of proximal development) ไว้ว่า เป็นระยะห่างระหว่างงานที่ยากที่สุดที่นักเรียนสามารถทำได้ด้วยตัวนักเรียนเอง กับงานที่ยากที่สุดที่นักเรียนสามารถทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากบุคคลอื่น (Vygotsky. 1978: 86-87) กล่าวคือ นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองขึ้นได้ ด้วยการรับคำชี้แนะ หรือทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ มากกว่า โดยไวกอตสกี้ใช้คำว่า ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding) เพื่อบรรยายการช่วยเหลือของครูและเพื่อนๆ ต่อนักเรียน นอกจากนี้ไวกอตสกี้ ยังให้ความสำคัญกับระดับพัฒนาการที่แท้จริง (Actual development) ของนักเรียน โดยกล่าวว่าเป็นระดับพัฒนาการของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนซึ่งจะถูกสร้างขึ้นหลังจากนักเรียนมีกระบวนการทางปัญญาที่สมบูรณ์แล้ว ตัวอย่างเช่น ที่ระดับพัฒนาการหนึ่งนักเรียนสามารถเข้าใจมโนมติใหม่ได้อย่างง่ายดาย แต่ถ้าครูต้องการสอนแนวความคิดใหม่ที่ไม่สอดคล้องกับระดับพัฒนาการที่แท้จริงของนักเรียน นักเรียนก็ไม่สามารถเข้าใจมโนมติพิเศษนี้ได้ นอกเสียจากว่าได้รับการช่วยเหลือที่พิเศษจากผู้ใหญ่หรือเพื่อนๆ อย่างไรก็ตามในปีถัดไปนักเรียนอาจจะเข้าใจความคิดรวบยอดนี้ได้อย่างง่ายดายแม้จะไม่ได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น หรือแม้ถ้าการช่วยเหลือนั้นไม่เหมาะสมกับระดับพัฒนาการที่แท้จริงของนักเรียน การเรียนรู้ก็จะไม่เกิดขึ้น ไวกอตสกี้ กล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) ระหว่างนักเรียนกับครู และกับเพื่อนๆ จะเป็นตัวช่วยส่งเสริมกระบวนการของฐานช่วยเหลือ สอดคล้องกับมูนี (Mooney. 2000) ที่กล่าวว่าเด็กเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่จากการถามและตอบคำถาม โดยการเลียนแบบคนอื่น และได้รับการสอนจากผู้ใหญ่ที่บอกนักเรียนว่าจะต้องทำอย่างไรตามแนวคิดของ ไวกอตสกี้ การสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ ดังที่เขากล่าวไว้ว่า “ระดับพัฒนาการไม่ควรอยู่ระดับเดียวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ แต่ระดับพัฒนาการควรจะตามหลังกระบวนการเรียนรู้” (Vygotsky. 1978: 90) ส่วนอัลเดอร์ฮิว (Underhill.1991) ได้กล่าวว่าความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) และความอยากรู้อยากเห็น เป็นกลไกหลักสองประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ การสร้างความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมการไตร่ตรอง (Reflective

activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructuring)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า แนวคิดของเพียเจต์และไวกอตสกี้ มีทั้งจุดร่วมและจุดต่างพอสมควร กล่าวคือทั้ง 2 คน เน้นให้ความสำคัญกับการตื่นตัวในการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง และเน้นกระบวนการของการเรียนรู้มากกว่าผลที่ได้ ทั้งไวกอตสกี้และเพียเจต์เน้นความสำคัญของการมีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะของความเท่าเทียมกัน (Peer) ประสบการณ์ของการเรียนรู้ในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นประสบการณ์สำหรับนักเรียน และเป็นความต้องการสำหรับให้ครูใช้เป็นเหตุผลในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน แต่ก็มีมุมมองเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน คือ เพียเจต์ อธิบายการเรียนรู้ในแง่ของกระบวนการซึ่งเกิดขึ้นภายในตัวของบุคคลว่า เมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแล้วบุคคลเกิดการการเรียนรู้อย่างไร การพัฒนากระบวนการทางปัญญาและความคิดของบุคคลเกิดขึ้นได้อย่างไร เพียเจต์เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของประสบการณ์ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ในขณะที่ไวกอตสกี้ไม่ได้มองการเรียนรู้ว่า เกิดจากพัฒนาการของสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ยังเห็นว่าการเรียนรู้เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กันทางสังคมโดยอาศัยสื่อกลางทางวัฒนธรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น การช่วยเหลือโดยการชี้แนะและการทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญมากกว่า จะเป็นตัวช่วยในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ และสิ่งที่ทั้งสองคนเห็นตรงกัน และเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้มาทฤษฎีสรรคนิยมคือ ประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญต่อพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงความพร้อมและประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นสำคัญ

2.3 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม

สำหรับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยมนั้น ได้มีนักการศึกษาเสนอแนะไว้พอสรุปได้ ดังนี้

1) ผลการเรียนรู้ต้องมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น ดังนั้นเป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องฝึกฝนกระบวนการการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็นว่า ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ตนเอง อีกทั้งให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมสร้างความรู้และความเข้าใจต่อสิ่งที่รับรู้ใหม่อย่างกระตือรือร้น ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายมากกว่าการรับรู้และจดจำความรู้ที่จัดระเบียบไว้แล้ว (ทิศนา แขมมณี. 2548: 94; สุวิทย์. 2553: 21; ศุภชัย. 2548: 17; Driver & Bell. 1986: 448; Jonassen. 1992; Wheatley. 1991: 10; Walker; & Lambert. 1995: 17)

2) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Devries, 1992: 1-2) โดยผู้เรียนจะต้องนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ลงมือปฏิบัติเอง กล่าวคือ การสร้างความรู้นักเรียนจะต้องนำตนเองและควบคุมตนเองในการสร้างตัวแทนหรือแบบจำลองในสมองขึ้น

ใหม่ด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม มีการประนีประนอมต่อรองความหมายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสร้างความรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ส่งเสริมให้นักเรียนคุ้นเคยและเรียนรู้วัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ซึ่งหมายถึงการเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม การใช้วัฒนธรรมภาษา วัฒนธรรมการรับรู้ การสนทนา การอภิปราย และการตั้งคำถามเพื่อแก้ปัญหา ตรวจสอบโลกทัศน์และฝึกปฏิบัติแบบวิทยาศาสตร์ (ทิศนา แขมมณี. 2548: 95; สุวิทย์. 2553: 22; ศุภชัย. 2548: 17; Wheatley. 1991: 13; Walker; & Lambert. 1995:18)

3) เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิต กระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ควรจะทำให้นักเรียนได้รับและเข้าถึงประสบการณ์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนแปลความหมายประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจ และความเชื่อด้วยตนเองเพื่อสร้างความรู้ใหม่ (ทิศนา แขมมณี. 2548: 94;สุวิทย์. 2553: 22; ศุภชัย. 2548: 17; Walker; & Lambert. 1995: 17-18)

4) การจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศจริยธรรมทางสังคมให้เกิดขึ้น (สุระ, 2547: 22) กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนหรือบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น (Grady. 2002; ศุภชัย. 2548: 18) โดยบทบาทของครูคือทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ครูจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำ ทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้น ครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียน (ทิศนา, 2547: 94)

5) นักเรียนสร้างความหมายจากประสบการณ์ และจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม โดยบูรณาการข้อมูลและแนวคิดใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม (existing knowledge structures) เมื่อเกิดความไม่สมดุลระหว่างโครงสร้างความรู้เดิมและแนวคิดใหม่นักเรียนจะสังเคราะห์ความเชื่อของตนเองกับความคิดใหม่ ความเชื่อเดิมอาจจะถูกแทนที่หรือสร้างใหม่จากแนวคิดและข้อมูลใหม่ ผลผลิตคือ โครงสร้างความรู้เดิมที่อาจจะมีรายละเอียดเพิ่มเติม มีการเปลี่ยนมโนมติเดิมบางส่วนหรือเกิดมโนมติใหม่แทนที่มโนมติเดิม การเรียนรู้จึงเป็นการเพิ่มเติม ดัดแปลงโครงสร้างความรู้หรือเปลี่ยนมโนมติ (ทิศนา แขมมณี. 2548: 95; สุวิทย์. 2553: 22; Wheatley. 1991: 10; Walker; & Lambert. 1995: 17)

6) การสร้างความหมายเป็นกระบวนการมีส่วนร่วมที่ต่อเนื่อง เริ่มต้นด้วยการสร้างสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐานและปรับเปลี่ยนแนวคิดในขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และบุคคลอื่น (สุวิทย์. 2553: 22; Driver; & Bell. 1986: 448)

7) นักเรียนสะท้อนความคิดเห็นและไตร่ตรองความรู้ความเข้าใจ (Metacognition) ใช้ทักษะการคิดเพื่อตรวจสอบ ควบคุมและประเมินสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ และเข้าใจ (สุวิทย์. 2553: 22; Driver; & Bell. 1986: 445; Walker; & Lambert. 1995: 18)

8) ผลผลิตการเรียนรู้เกิดจากการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนเพื่อสร้างความหมายตามคุณค่าและความเชื่อของนักเรียน ดังนั้น ผลผลิตการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงแตกต่างกันไปตามความสามารถ ความสนใจ และประสบการณ์เดิมของนักเรียน (ทิศนา แขมมณี. 2548: 95; สุวิทย์. 2553: 22; Driver; & Bell. 1986: 445; Walker; & Lambert. 1995: 19)

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมเอง การเรียนรู้เกิดจากโครงสร้างส่วนบุคคลและโครงสร้างทางความคิด เป็นความสามารถของบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และความสมเหตุสมผลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ การสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้น อย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลง สมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ การเรียนรู้จะเกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา ฉะนั้นครูจึงเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและดีที่สุด

2.4 รูปแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับคือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เป็นวงจร หรือ วงจรการเรียนรู้ (Learning cycle) โดยวงจรการเรียนรู้ คือรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาแนวคิดทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) โดย นักการศึกษา(Lawson, 1995: 34 ; Lawson, 2001: 168; Martin et al., 1994: 193; สุนีย์. 2544: 103) ได้อธิบายเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยการศึกษาสำรวจสถานการณ์ใหม่ ๆ การสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์ใหม่ และการนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้ตีความสถานการณ์ที่กำลังศึกษาและสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับประสบการณ์ที่กำลังศึกษา ขั้นตอนตามวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คาร์พลัส และคณะ (Kaplus and et al., 1977: 173-174; Carin, 1993: 64; Lawson, 1995:136-138; Gega and Peters, 1998: 97-98) ได้แบ่งขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ขั้นตอน ตามลำดับต่อเนื่องกัน ดังนี้

1. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดภาวะอสมดุล นักเรียนจะประเมินความรู้เดิมของตนว่ามีความรู้ใดที่สัมพันธ์กับปัญหาที่กำลังศึกษา และเริ่มจัดระบบโครงสร้างทางความคิดของตนเองใหม่ ในขั้นการศึกษาสำรวจ นักเรียนได้รับประสบการณ์จากสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ใหม่ๆ อย่างอิสระ ผลจากการศึกษาสำรวจทำให้นักเรียนเกิดคำถามสงสัยที่ไม่สามารถใช้แบบแผนการให้เหตุผลแบบเดิมที่เคยใช้มาตอบคำถามนั้นได้ การอภิปรายในกลุ่มขนาดเล็กเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมในขั้นนี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนจะถูกกระตุ้นให้ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดเห็นของตนเองและของผู้อื่น ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้างขั้นการศึกษาสำรวจจึงเป็นขั้นการเรียนรู้โดยการค้นพบ และเป็นขั้นที่นักเรียนพร้อมที่จะดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

2. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นการศึกษาสำรวจมีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ในขั้นนี้เน้นการถ่ายทอดความรู้ทางสังคมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการอธิบายและได้รับความรู้เพิ่มเติม โดยครูมีบทบาทในการช่วยแนะนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูอธิบายด้วยตนเองหรือใช้ตำราและสื่อต่าง ๆ ก็ได้ นักเรียนดำเนินการปรับและจัดโครงสร้างทางความคิดของตน โดยเชื่อมโยงความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้พัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ ๆ ให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ ขั้นการสร้างมโนทัศน์จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

3. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application) ขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสนำมโนทัศน์หรือแบบแผนการให้เหตุผลที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นเพิ่มเติม นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นของนักเรียน ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้จึงเป็นขั้นที่ให้เวลาและประสบการณ์เพิ่มเติมแก่นักเรียนเพื่อดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตน หากนักเรียนไม่มีโอกาสนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่แล้ว นักเรียนจะมีความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นเฉพาะสถานการณ์ที่ศึกษาในขั้นการศึกษาสำรวจเท่านั้น เพราะนักเรียนบางคนอาจสร้างความหมายแบบนามธรรม หรือนำมโนทัศน์ไปใช้สรุปอ้างอิงในสถานการณ์อื่นยังไม่ได้ ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้จึงเป็นการเรียนรู้จากการทำซ้ำหรือการฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม ซึ่งกิจกรรมในขั้นนี้จะช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้า

ในการจัดการเรียนการสอนนักการศึกษาได้พยายามหากลยุทธ์ ในการจัดประสบการณ์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของตนเองมากที่สุด เช่น การเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์ PEOE ซึ่งชื่อย่อของกลยุทธ์มาจากอักษรตัวแรกของคำว่า Prediction, Explanation, Observation และ Explanation (PEOE Strategy) (Thorley and Woods, 1997: 229 - 245) แบบจำลองกลยุทธ์ นี้ใช้สำหรับสอนเพื่อพัฒนาแบบจำลองเชิงความคิดของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองเชิงความคิดขึ้นมา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การทำนาย (Prediction) ผู้เรียนต้องทำนายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเป็นการทำนายโดยใช้ความรู้เดิมของแต่ละบุคคลที่มีมาก่อนหน้านี้ เป็นเหตุผลของแต่ละบุคคล

2. การอธิบาย (Explanation) ผู้เรียนจะอธิบายเหตุผลถึงการทำนายว่าทำไมถึงทำนายเช่นนี้ ซึ่งจะเป็นการทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน จากการที่ให้ผู้เรียนได้อธิบาย

3. การสังเกต (Observation) ผู้เรียนสังเกตสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยผู้เรียนอาจจะลงมือกระทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดสถานการณ์ หรือผู้สอนอาจจะกระทำไว้ก็ได้ เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้ทดสอบการทำนาย และการอธิบายเหตุผลไว้ก่อนหน้านี้ ผู้เรียนจะมีการพินิจพิเคราะห์ไตร่ตรองกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

4. การอธิบาย (Explanation) ผู้เรียนจะอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อขยายผลการเรียนรู้ ความคิดของผู้เรียน จะเป็นการสะท้อนความรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

การเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์ RDGE (RDGE strategy) (Merrill, 2001: 181-203) แบบจำลองกลยุทธ์นี้มีวัตถุประสงค์เหมือนกันกับแบบ PEOE คือเพื่อพัฒนาแบบจำลองเชิงความคิดของผู้เรียน ซึ่งชื่อของแบบจำลองกลยุทธ์ย่อมาจากอักษรตัวแรกของคำว่า Reception, Direction, Guided discovery และ Exploration แบบจำลองกลยุทธ์นี้เมอร์ริลล์ ใช้ในการสอนหลักการทางฟิสิกส์ เรื่องงาน พลังงาน การคงที่ของพลังงานโมเมนตัมและอันตกริยาของแรง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

1. การรับข้อมูล (Reception) เป็นการเตรียมให้ผู้เรียนเปิดใจที่จะรับข้อมูลใหม่ เตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนการเรียนรู้

2. การกำหนดแนวทาง (Direction) เป็นการแนะนำเรื่องให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามบทเรียน การใช้เครื่องมือ แหล่งการเรียนรู้ การทำงานของกิจกรรม

3. การค้นพบโดยการแนะแนวทาง (Guided discovery) หลังจากที่ผู้สอนได้แนะนำ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ผู้เรียนจะค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้วิธีอุปนัย (Inductive) ผู้สอนอาจจะบอกขั้นตอนต่างๆ ของการทำงานเป็นการแนะนำการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

4. การสำรวจ (Exploration) ผู้เรียนจะสามารถสำรวจตรวจสอบความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ของตนเอง จากกิจกรรมการเรียนการสอน

การเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์ PDEODE (PDEODE strategy) ซึ่ง เบลแรมและคณะ (Bayram, Alipasa และ Mansoor. 2009) ได้ใช้กลยุทธ์การสอนเป็นแบบ PDEODE โดยเขาปรับปรุงจากกลยุทธ์การสอนแบบ POE ของ ไวท์และกันสโตน (White and Gunstone. 1992)

กลยุทธ์การสอน PDEODE เป็นเทคนิคที่ปรับปรุงจากกลยุทธ์การสอน POE โดย สเวนเดอร์และคณะ (Savander - Ranne et al 2003) และได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาอีกหลายครั้ง เช่น การศึกษาของ โกลารีและสเวนเดอร์ หรือ การศึกษาของ โคทู (Kolari และ Savander - Ranne, 2004; Costu, 2008) กลยุทธ์การสอน POE เป็นจุดเริ่มต้นของกลยุทธ์การสอน PDEODE โดย ไวท์และกันสโตน (White และGunstone,1992) ใช้กลยุทธ์การสอน POE เป็นเครื่องมือเพื่อแก้ความเข้าใจคาดเคลื่อนของนักเรียนของแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคนิค POE โดยกำหนดให้

นักเรียนต้องดำเนินงาน 3 ขั้น ขั้นแรก ให้นักเรียนจะต้องทำนายสถานการณ์ (P : Predict) ขั้นที่ 2 นักเรียนต้องอธิบายถึงสิ่งที่พวกเขาได้เห็น (O : Observe) ขั้นสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงผลกระทบความขัดแย้งระหว่างการคาดคะเนและการสังเกตใด ๆ (E : Explain) เทคนิคนี้ถูกใช้อย่างกว้างขวางโดยนักวิจัยหลายคน (Gunstone and White, 1981; Liew, 1995; Palmer, 1995; Liew and Treagust, 1998; Kearney and Treagust, 2000, 2001; Kearney et al., 2001) ส่วนกลยุทธ์ PDEODE ได้เพิ่มขั้นตอนการอภิปราย (Discussion) เข้าไปก่อนการอธิบาย เพื่อให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียน

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนามโนมติเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน ผู้วิจัยจึงออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกี่ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงมาจากกลยุทธ์การสอนแบบ POE, RDGE, PEOE และ PDEODE (Gunstone and White, 1981; Thorley and Woods, 1997: 229 – 245; Merrill, 2001: 181-203; Savander - Ranne et al 2003: 189-199) เข้ากับวงจรการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการเร้า (Instigation)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดภาวะอสมดุล โดยนักเรียนจะถูกกระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินความรู้เดิมของตน ว่ามีความรู้เรื่องนั้นเป็นอย่างไร และมีความสัมพันธ์กับคำถามหรือปัญหาที่กำลังศึกษาอย่างไร แล้วเริ่มจัดระบบโครงสร้างทางความคิดของตนเองใหม่

โดยในขั้นกระตุ้นนี้ นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น ประสบการณ์เดิมของตนเองออกมา

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)

เมื่อผ่านขั้นที่ 1 นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น

จากนั้นจัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ ในการศึกษาสำรวจ ผู้สอนจะสร้างคำถามเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยต่อ และพยายามหาเหตุผลมาตอบคำถามนั้น

การอภิปรายในกลุ่มขนาดเล็กเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมในขั้นนี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนจะถูกกระตุ้นให้ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดเห็นของตนเองและของผู้อื่น ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้างขั้นการศึกษาสำรวจจึงเป็นขั้นการเรียนรู้โดยการค้นพบ และเป็นขั้นที่นักเรียนพร้อมที่จะดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

3. ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept)

เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นการศึกษาสำรวจ มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ในขั้นนี้เน้นการถ่ายทอดความรู้ทางสังคมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการอธิบายและได้รับความรู้เพิ่มเติม โดยครูมีบทบาทในการช่วยแนะนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูอธิบายด้วยตนเองหรือใช้ตำราและสื่อต่างๆ ก็ได้นักเรียนดำเนินการปรับและจัดโครงสร้างทางความคิดของตน โดยเชื่อมโยงความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้พัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ ๆ ให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ ขั้นการสร้างมโนทัศน์จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

4. ขั้นการพยากรณ์ หรือการทำนาย (Predict)

เป็นขั้นต่อจากขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก นักเรียนจะถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เพื่อให้นักเรียนจะต้องทำนายผล

การถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เป็นการรบกวนสมดุลของนักเรียนอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนได้ประมวลความคิด ประสบการณ์เดิมและตลอดถึงความเข้าใจที่ผ่านมา ในการพยายามหาเหตุผลมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงนั้น

5. ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้อธิบายสิ่งที่ทำนาย ขั้นนี้นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น

ในขั้นนี้ครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้าง ขั้นควรให้นักเรียนในกลุ่มได้สรุปเหตุผล ปัจจัยหรือประจักษ์พยานต่างๆ ที่ได้ร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อสังเกตในการทดลองหาคำตอบต่อไป

6. ขั้นการทดลอง (Experiment)

เป็นขั้นตอนการทดลองหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำการทดลอง เพื่อให้สามารถตอบโจทย์หรือเพื่อหาเหตุผล และประจักษ์พยานที่สามารถสนับสนุนหรือเปลี่ยนความคิดที่ได้ทำนายไว้ก่อนหน้า แล้วยังจะได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองตามแบบที่ออกแบบไว้ด้วย

7. ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายถึงผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งต่อเนื่องมาจากการที่ได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์นั้นแล้ว ผลจากการทดลองจะทำให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุป อันเกิดจากการทดลองและสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายคำตอบได้

8. ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the differences)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องร่วมกันอธิบาย พร้อมทั้งอภิปรายถึงความเหมือนหรือความต่างกันของความคิดก่อนและหลังทำการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้วิเคราะห์ความคิดของตนเองเกี่ยวกับการให้เหตุผล ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองความคิดที่ผิดพลาดของตนเองและเพื่อนนักเรียน ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่จะทำให้นักเรียนได้ปรับสมดุลความคิดใหม่ อีกทั้งเป็นการย้ำให้นักเรียนเห็นความบกพร่องของความคิดของแต่ละคน

3. ตัวแทนความคิด (Mental representation)

ได้มีนักวิชาการหลายท่านซึ่งต่างก็ให้ความหมายหรือนิยามเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นตัวแทนความคิด (Mental representation) ไว้ดังนี้

ตัวแทนความคิด (Mental representation) คือการอธิบาย การบรรยาย การเขียนภาพ สัญลักษณ์ สิ่งเหล่านี้เปลี่ยนสิ่งที่เรามองเห็น เข้าใจ และจินตนาการ มาเป็นตัวแทนซึ่งทำหน้าที่ในการอธิบายการรับรู้ของเรา (มนสิชา เพชรานนท์, 2547) การใช้ตัวแทนคือการใช้วัตถุจริงหรือแบบจำลองของจริง การวาดภาพ การสร้างตาราง การใช้สัญลักษณ์ มาช่วยในการนำเสนอความคิดความเข้าใจ (อรชร ภูบุญเติม, 2550)

ฮอล (Hall. 1997 อ้างอิงจาก สุรเดช โชติอุดมพันธ์, 2548) กล่าวว่า Representation เป็นผลผลิตของการสร้างความหมายโดยการใช้ระบบสัญญะ เป็นการพยายามที่จะเชื่อมโยงแนวคิด (Concept) กับระบบสัญญะเข้าด้วยกัน หรือเป็นการนำเสนอแนวความคิดผ่านระบบสัญญะนั่นเอง ระบบการนำเสนอภาพแทนนั้นเกิดขึ้นใน 2 ระดับ คือ 1) ในระดับของการนำเสนอภาพแทนในใจ เป็นการพยายามตีความ ความจริงรอบตัวมนุษย์ ซึ่งเป็นกระบวนการกลั่นกรองสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัวให้เป็นความรู้หรือความคิดหนึ่ง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจ และ 2) ในระดับของการนำเสนอภาพแทนภายนอก เป็นการสื่อสารความคิดหรือความรู้ที่อยู่ในหัวสมองออกมาให้ผู้อื่นรับทราบโดยระบบสัญญะหนึ่ง ๆ เช่น ภาษา

เบล (Bell. 1998) กล่าวไว้ว่า เป็นการนำเสนอบางสิ่งบางอย่าง ที่ต้องการทำให้มีความหมายชัดเจนภายใต้อิทธิพลของความคิด หรือเหตุที่จะทำให้รู้ หรือการรู้สึกโดยประสาทสัมผัสหรือเข้าใจความหมาย การนำเสนอมีหลายรูปแบบ แต่มีความหมายความคล้ายคลึงกัน เช่น ภาพ โมเดล ถ้อยคำหรือคำอธิบาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งมุมมองที่มีความจำเพาะเจาะจงหรือที่เกิดความประทับใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างด้วยความตั้งใจ

เปรน (Prain. 2009) กล่าวว่า ตัวแทนความคิด คือความคิดที่สื่อสารออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การเขียนคำอธิบาย การเขียนแผนภาพ การบรรยายด้วยคำพูด การแสดงท่าทาง และการวาดภาพพร้อมคำอธิบายนั้น

สรุปได้ว่า ตัวแทนความคิด คือสิ่งที่มนุษย์ใช้เป็นตัวแทนเพื่อที่จะสื่อสารหรือแสดงออกถึงความคิดความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ เป็นสื่อตัวแทนของความคิดนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมขึ้นมา ซึ่ง

อาจจะแสดงออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนคำอธิบาย แผนภาพ รูปภาพ การแสดงท่าทาง การทำแบบจำลอง ฯลฯ

บริวเวอร์ (Brewer.1999) ได้วิเคราะห์ลักษณะของตัวแทนความคิดเป็นพหุลักษณ์ (Pluralistic View) ผ่านการวิเคราะห์ในทางจิตวิทยา ไว้ 4 ลักษณะ ได้แก่ Images, Schemata, Naive และ Mental Models ดังนี้

1) Images คือ การมองตัวแทนความรู้เป็นภาพที่มีอยู่ในสมองซึ่งเป็นการรับรู้ส่วนบุคคล

2) Schemata คือ โครงสร้างที่เป็นตัวแทนประเภทมโนมติที่ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ ทุกคนมี Schemata ที่เป็นตัวแทนความรู้ในทุกมโนมติ โดย Schemata เหล่านั้นจะอยู่ภายใต้ วัตถุ เหตุการณ์ ลำดับเหตุการณ์ การกระทำและลำดับการกระทำหรือการแสดงออก

ไรเดอร์และกราเวส (Ryder and Graves. 1994 อ้างอิงจาก Brewer. 1999) กล่าวว่า Schemata คือ กลุ่มของความรู้เดิมที่อยู่ในความทรงจำและถูกนำมาใช้ เมื่อเราพยายามที่จะทำความเข้าใจเรื่องราวต่างๆ ประสบการณ์เดิมนี้จะเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไป เมื่อได้รับข้อมูลใหม่เข้ามา

สรุปได้ว่า Schemata หมายถึง โครงสร้างทางความคิดในสมอง โดยมีการจัดระบบข้อมูลความรู้ และประสบการณ์เป็นกลุ่มข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่ในตัวผู้เรียน ซึ่งจะมีประโยชน์ในการจัดการกับข้อมูลใหม่ที่จะเข้ามา และจะถูกนำมาใช้เมื่อเราพยายามที่จะทำความเข้าใจเรื่องราวใหม่ต่างๆ ทำให้เกิดการคาดคะเน การตีความ การปรับปรุงข้อมูลใหม่ให้สอดคล้องกับโครงสร้างที่มีอยู่แล้ว และประมวลข้อมูลเก่าและใหม่รวมเป็นโครงสร้างใหม่ไว้ใช้ต่อไป เป็น Schemata ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น

3) Naive เป็นการกล่าวถึงพฤติกรรมของตัวแทนความคิด ในเด็กและคนที่มีความเชี่ยวชาญ ทำให้เกิดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะแสดงออกเป็นทางการมากกว่า ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวมีชื่อเรียกหลายลักษณะ ได้แก่ Alternative Framework หรือ Misconception หรือ Alternative Concept

4) Mental model โดย นอร์แมน (Norman.1983 อ้างอิงจาก Brewer, 1999) กล่าวว่า Mental model คือสิ่งที่แสดงถึงความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่อาจสื่อออกมาในรูปของการบรรยาย การอธิบาย การวาดรูป การประดิษฐ์ การสร้างวัสดุอุปกรณ์ และอื่นๆ หรืออะไรก็ได้ที่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ ซึ่ง Mental model ของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการเรียนรู้และอายุของบุคคลนั้นๆ

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยการให้นักเรียนสื่อสารสิ่งที่นักเรียนคิดออกมาผ่านการเขียน การวาดรูปและการพูด เพื่อนำตัวแทนความคิดเหล่านั้นไปวิเคราะห์และจัดกลุ่มของตัวแทนความคิดของนักเรียนอีกครั้ง

4. แบบจำลองความคิด (Mental model)

แบบจำลอง แปลมาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Model” ภาษาไทยมีคำแปลหลายคำเช่น ตัวแบบ แบบจำลอง แบบแผน รูปแบบ หุ่นจำลอง รูปหุ่น เป็นต้น และบางกรณีก็เขียนเป็นคำทับศัพท์ว่า โมเดล ซึ่งมีการใช้คำว่าแบบจำลองทั้งในทางศิลป์และวิทยาศาสตร์ ในทางศิลป์แบบจำลองอาจจะเป็นบุคคลหรือรูปปั้น ในทางวิทยาศาสตร์แบบจำลองอาจจะหมายถึงแนวคิด วัตถุ หรือระบบได้ด้วย

เมื่อใช่คู่กับคำว่า Mental ซึ่งแปลว่า เกี่ยวกับจิตใจ สิ่งที่อยู่ในระบบจิตใจ จึงมีนักวิชาการให้ความหมายของคำว่า Mental model ว่าหมายถึง แบบจำลองเชิงความคิด แบบจำลองความคิด รูปแบบความคิด และแบบจำลองในสมอง สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้คำว่า แบบจำลองความคิด ซึ่งมีนักวิชาการให้ความหมายและลักษณะของ Mental model ไว้ ดังนี้

กิลเบอร์ต (Gilbert.1998 อ้างอิงจาก Coll, 1999) กล่าวว่า Mental model เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นโดยบุคคลนั้น ในขณะที่ คอลลินส์ (Collins.1985 อ้างอิงจาก Brewer, 1999) กล่าวว่าหมายความถึงตัวแทนเกี่ยวกับกรอบความคิดที่เป็นคุณสมบัติ และสามารถแสดงถึงความเข้าใจที่แต่ละบุคคลใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ส่วน เฮลฟอร์ด (Halford.1993 อ้างอิงจาก สุมาลี ชัยเจริญ, 2546) กล่าวว่าเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นแทนความรู้ หลังจากได้รับการกระตุ้นในขณะที่แก้ปัญหาเฉพาะและจัดให้มีการวินิจฉัยและการปฏิบัติการที่เกิดขึ้นภายในสมอง ซึ่งอาจจะได้รับอิทธิพลจากพื้นฐานความรู้เดิม และ เลิร์ด (Laird.1990 อ้างอิงจาก สุมาลี ชัยเจริญ. 2546) กล่าวว่า Mental model เป็นรูปแบบที่พัฒนาในสมองผู้เรียนแต่ละคนในขณะที่เรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์การเรียนรู้

สุมาลี (2546) กล่าวสรุปได้ว่า Mental model หมายถึง แบบแผนของความคิดอ่านของคนเป็นวิธีในการมองโลกเป็นกรอบในการมองโลก Mental model เป็นกรอบของการรับรู้ ซึ่งหมายถึงสิ่งที่บ่งชี้ว่าคนคิดอย่างไร และแสดงออกมาตามจิตสำนึก อาจสื่อออกมาในรูปของการบรรยาย การอธิบาย การวาดรูป การประดิษฐ์ การสร้างวัสดุอุปกรณ์และอื่นๆ หรืออะไรก็ได้ที่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ Mental model จะสะท้อนสภาพจิตใจ สะท้อนให้เห็นสภาพแนวคิดจิตใจที่ไม่เหมือนกันของแต่ละคน เพราะการอบรมเลี้ยงดู สภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

เฮสทีเนส (Hestenes. 1987: 441) กล่าวว่าแบบจำลองความคิดเป็นตัวแทนมโนมติของสิ่งที่มีอยู่จริง

สมาคมอเมริกันเพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ (AAAS. 1990: 168) ได้ให้คำนิยามว่า เป็นภาพในใจ แบบจำลองอาจจะเป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรม เช่น สมการทางคณิตศาสตร์

คาเทียร์ (Cartier. 2001: Abstract) กล่าวว่าหมายถึง ชุดของแนวคิดที่บรรยายกระบวนการธรรมชาติ และอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

กิลเบิร์ต และเออริตัน (Gilbert; & Ireton. 2003: 1) กล่าวว่า “แบบจำลองคือระบบของวัตถุ หรือสัญลักษณ์ที่แสดงบางด้านของระบบอื่นที่เป็นเป้าหมายของมัน เพื่อการสื่อสาร การเรียนรู้ และการพยากรณ์”

จัสติ และกิลเบิร์ต (Justi; & Gilbert. 2003) กล่าวว่า แบบจำลองคือสิ่งที่ใช้แทนแนวคิด เหตุการณ์ วัตถุ กระบวนการ และอื่นๆ แบบจำลองสามารถใช้ในจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกันหลายอย่าง เช่น เพื่อการสร้างสรรค์ เพื่อการทดสอบ เพื่อการทำนาย เพื่อสนับสนุน และเพื่อใช้แทนแนวคิด สุดท้ายแบบจำลองก็จะถูกยอมรับและเชื่อถือจากคนบางคนในกลุ่มของนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์

แบบจำลองความคิด เลิร์ด (Laird. 1983) ได้อธิบายแบบจำลองความคิดว่าเป็นการสร้างความคิด (Mental construct) ขึ้นในสมองของผู้เรียน เป็นการอธิบายการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะมีโครงสร้างความรู้ที่เรียกว่า “แผ่นแม่แบบในสมอง” (Mental templates) แบบจำลองความคิดเป็นการที่ผู้เรียนสร้างแนวคิด ความรู้ขึ้นในสมอง ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการชี้แนะสิ่งที่รับรู้ให้เกิดขึ้นเป็นรูปร่างของความเข้าใจ ฉะนั้นแบบจำลองความคิดจะสนับสนุนและอธิบายในเชิงความแตกต่างระหว่างทฤษฎีความรู้กับปรัชญาทางความรู้ แต่เหตุผลของการอนุมานและความเข้าใจในระหว่างการสนทนา การสื่อสาร โดยเน้นไปที่ความรู้ที่เกี่ยวกับการได้มาของความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ (เพ็ญพิไล. 2536; ศุภชัย. 2548: 28; Genter; & Stevens. 1983; Barquero. 1995; Wells; & et al.. 1995)

ธรรมชาติของแบบจำลองความคิด ถือเป็นแบบจำลองความรู้ที่มีอยู่ภายในอาจมีความสมบูรณ์หรือไม่สมบูรณ์ มีข้อบกพร่อง ไม่ชัดเจน ไม่ปะติดปะต่อกัน และไม่สอดคล้องกัน ด้วยแบบอย่างของความรู้ที่เปลี่ยนไป แต่โดยปกติแล้วความรู้ในแบบจำลองความคิดก็จะถูกใช้เป็นเครื่องมือ ในการทำนายเหตุการณ์และอธิบายธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ การสอนที่มีปฏิสัมพันธ์กับวิชาต่างๆ หรือการจัดประสบการณ์โดยคำนึงถึงแบบจำลองความคิดด้วย จะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้มีความหมายและปรับเปลี่ยนให้สมบูรณ์ขึ้นได้ (Barquero.1995 อ้างอิงจาก ศุภชัย. 2548: 29) ฉะนั้นแบบจำลองความคิดจึงไม่สมบูรณ์ ไม่อยู่นิ่ง สามารถปรับเปลี่ยนได้ หากได้รับประสบการณ์หรือแนวคิดใหม่ การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เรื่องที่เรียนหรือการได้รับการอบรมการฝึกหัด จะทำให้แบบจำลองความคิดเปลี่ยนไป และจะเปลี่ยนไปมากก็ต่อเมื่อได้รับเรื่องราวนั้นด้วยตนเอง แบบจำลองความคิดจึงถือว่าเป็นส่วนที่ถูกควบคุมโดยกายภาพ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองความคิดจะสามารถพัฒนาขึ้นได้ทีละเล็กน้อย จนกระทั่งสมบูรณ์มากที่สุด แบบจำลองความคิดจะสามารถถ่ายทอดออกมาเป็นความเข้าใจของเรื่องราวนั้นๆ หรือสิ่งที่ได้จากการรับรู้ และสามารถประมวลผลการรับรู้เรื่องที่ยากและซับซ้อนได้ (Gentener; & Stevens. 1983; Norman. 1983; Franco; & Colinvaux. 2000: 93)

4.1 แบบจำลองความคิดทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการกลุ่มหนึ่งให้ความหมายของ แบบจำลองความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Smit; & Finegold.1995 และ Ritchie; & et al.1997) ว่าหมายถึงการสร้างความรู้ความเข้าใจ (Cognitive constructions) ของแต่ละบุคคล ที่จะพยายามบรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่ไม่สามารถประสบกับเหตุการณ์นั้นโดยตรงซึ่งเป็นการสมมติขึ้น แบบจำลองความคิดทางวิทยาศาสตร์

จะเป็นความพยายามของบุคคลที่จะให้เข้าใจคำในความหมายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการจินตนาการ และสามารถเชื่อมแนวคิดกับแนวคิดอื่นๆ ได้ เช่น การค้นพบของนิวตันเกี่ยวกับการตกอย่างอิสระของวัตถุ เขาพยายามที่จะอธิบายเหตุผลของการตกของวัตถุ โดยใช้ปรากฏการณ์ที่เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงๆ ในเวลาต่อมาก็เริ่มหาเหตุผลว่าทำไมวัตถุต้องมีแรงที่มากระทำกับวัตถุ จึงมีการเขียนเวกเตอร์ของแรงขึ้นมาเพื่อแสดงให้เห็นว่าวัตถุถูกแรงกระทำ ซึ่งต่อมาก็เรียกว่าน้ำหนักเป็นต้น

ส่วนนักวิชาการอีกกลุ่มหนึ่งได้แสดงความคิดเห็นว่า (Judson.1980; Harrison; & Treagust. 1996) แบบจำลองความคิดทางวิทยาศาสตร์ มีอีกความหมายหนึ่ง คือ เป็นลักษณะการจำลองความคิดของบุคคลเพื่อถ่ายทอดความคิด เหตุผลหรือสื่อความหมายให้บุคคลอื่นได้รับรู้และเข้าใจในความคิดของตน เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพของไอน์สไตน์ (Thiele and Treagust. 1991) ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวล (Thagard. 1992; Dupin; & Johsua. 1989) และแบบจำลองคลื่นน้ำและคลื่นแสงของกฎของฮอยเกน ซึ่งไม่สามารถเห็นได้จากสถานการณ์จริงๆ จึงจำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์ต้องสร้างแบบจำลองความคิดขึ้นมา เพื่ออธิบายให้คนอื่นเข้าใจ (Osborne and Gilbert. 1980b)

นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองความคิดสำหรับการเปรียบเทียบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการเข้าใจ ยากต่อการเกิดแนวคิด หรือสิ่งที่เขาค้นพบใหม่ๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายแบบจำลองความคิดที่เป็นการจำลองปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ง่ายก็จะสามารถทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถถ่ายทอดแนวคิดให้ผู้อื่นได้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น (Smit; & Finegold. 1995) การทำนายเกี่ยวกับเหตุการณ์อื่นๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคต ที่ได้สรุปจากข้อมูลความเข้าใจที่ได้จากการสังเกตที่เกิดจากอดีต อย่างไรก็ตามแบบจำลองความคิดทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากที่สามารถเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นนามธรรมให้เห็นเป็นรูปธรรม ที่จะพยายามอธิบายและเปรียบเทียบให้เห็นได้ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองความคิดเรื่องแสงที่มีการเปลี่ยนแปลงมาตลอด จากทฤษฎีอนุภาคของนิวตัน (Newton's particle theory) มาเป็นทฤษฎีคลื่นของฮอยเกน (Huygens'wave theory) ซึ่งในปัจจุบันก็ใช้ทั้งสองทฤษฎีนี้ในการอธิบายปรากฏการณ์ของคลื่น

การให้ความสำคัญกับแบบจำลองความคิดเริ่มมีให้เห็นในงานวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 เช่น การศึกษาของ เกนท์เนอร์และสตีเวน (Gentner; & Stevens. 1983 อ้างอิงจาก ศุภชัย. 2548: 30) เขาได้ศึกษาการเรียนการสอนเรื่องแบบจำลองของแม่เหล็กไฟฟ้า แต่แทนที่จะให้นักเรียนลอกเลียนหรือจำสูตรในการคำนวณแรงแม่เหล็กไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เขาให้นักเรียนมีแนวคิดและเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าก่อน โดยใช้แบบจำลองความคิด แล้วถึงให้นักเรียนไปอธิบายการทำงานของกริ่งไฟฟ้า ซึ่งเป็นระบบของฟลักซ์แม่เหล็ก (system of fluid flux) และวงจรไฟฟ้าได้ หากผู้เรียนมีสถานการณ์จำลองความคิด (mental simulation) ก็ยิ่งจะทำให้แบบจำลองความคิดปรับขยายได้ดียิ่งขึ้น จึงทำให้เกิดการเรียนรู้และมีแนวคิดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นสถานการณ์จำลองความคิดจึงเป็นการส่งเสริมให้เกิดแบบจำลองความคิดขึ้นได้ (de Kleer; & Brown. 1983)

นักวิทยาศาสตร์เกือบทั้งหมดในปัจจุบันใช้แบบจำลองความคิดเพื่อการแสดงแทน (Represent) การทำซ้ำ การทำความเข้าใจ การสังเกต และการทดสอบแนวคิด สมมติฐาน และทฤษฎีของพวกเขา (Schank; & Duncan. 1997 อ้างอิงจาก Cullin. 2004: 2) กระบวนการสร้างแบบจำลองความคิดช่วยส่งเสริมการจินตนาการของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่มีลักษณะเป็นนามธรรม หรือมีความซับซ้อน ในการให้เหตุผลแต่ละครั้ง จะมีการสร้างแบบจำลองความคิดขึ้นมาเพื่อใช้ศึกษาแทนปรากฏการณ์จริงที่บางครั้งไม่สามารถแสดงได้โดยตรง เพราะฉะนั้น การเรียนรู้จากแบบจำลองความคิดของผู้เรียนนั้น จะทำให้เราทราบว่าผู้เรียนคิดอย่างไร เพราะแบบจำลองความคิดจะแสดงลักษณะที่สำคัญของปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนเข้าใจออกมา และตรงเป้าหมาย

นอกจากนั้นการสร้างแบบจำลองความคิดให้ถูกต้อง ก็เป็นการแสดงบทบาทสำคัญในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน กล่าวโดยสรุปกระบวนการเรียนรู้คือการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงยุทธวิธีการคิดที่สำคัญ สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นเพียงด้านความรู้นั้นถูกวิจารณ์ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงข้อสรุปที่สวยหรู ซึ่งนำเสนอข้อเท็จจริงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากกว่าแสดงให้นักเรียนเห็นถึงกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Schwab. 1962: 24 อ้างอิงจาก Loper. 2005: 1)

จะเห็นว่า กระบวนการสร้างแบบจำลองความคิดของแต่ละคน เริ่มต้นจากการที่บุคคลมีประสบการณ์กับเป้าหมาย ไม่ว่าจะโดยวิธีใดๆ เช่น การรับรู้ คิด อ่าน เห็น จินตนาการ เรียนรู้ ได้ยิน ทดลอง ประสาทสัมผัส จากนั้นจึงเกิดกระบวนการสร้างแบบจำลองภายใน (Internal modeling) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่า Cognitive Construction โดยกระบวนการนี้ก็คือการสร้างองค์ความรู้ขึ้นมานั่นเอง โดยองค์ความรู้ที่ได้มา ก็คือ Mental Model ซึ่งบุคคลสามารถถ่ายทอด mental model ออกมาได้โดยการสร้างแบบจำลองภายนอก (External modeling) ขึ้นมา โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองความคิดภายนอกนี้มีหลายวิธีที่จะแสดงออก (Represent) เช่น การแสดงออกการพูด การเขียน การวาด การอธิบาย การสร้างแบบจำลองทางกายภาพ แผนภาพ หรือสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งเมื่อสร้างออกมาแล้ว แบบจำลองเหล่านี้จะกลายเป็น แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ถ่ายทอดออกมาจาก mental model (สุทธิดา. 2552: online) แบบจำลองเหล่านี้เมื่อสื่อสารสู่สังคม ก็จะต้องถูกนำเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบ ซึ่งหากได้รับการยอมรับและมีหลักฐานมากพอ ก็จะตกลงเป็นที่ยอมรับได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และหากยังเป็นที่ยอมรับต่อมาถึงปัจจุบันก็จะกลายเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific model) ที่สามารถใช้ทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ แต่หากแบบจำลองนั้นไม่เป็นที่ยอมรับอีกต่อไป หรือถูกปรับปรุง แก้ไข จนเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองนั้นก็จะกลายเป็น แบบจำลองประวัติศาสตร์ (Historical model) ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ได้อีกต่อไป แต่ยังสามารถใช้เป็นกรณีศึกษา หรือ มีการเรียนการสอนอยู่ เนื่องจากวิธีการสร้างแบบจำลอง หรือวิธีการได้มา สะท้อนให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือการทดลอง วิธีการคิดของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต

4.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาแบบจำลองความคิด

ฮับเบอร์ (Hubber. 2006) ได้ศึกษาแบบจำลองความคิดของนักเรียน Grade 12 ในประเทศออสเตรเลีย เรื่องธรรมชาติของแสง เป็นเวลา 3 ปี คือ เริ่มศึกษานักเรียนตั้งแต่ Grade 10 ถึง Grade 12 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียน Grade 10-11 มีแบบจำลองความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงที่แตกต่างกันและเป็นแบบจำลองความคิดที่ถูกบ้างผิดบ้าง จนกระทั่งมีการให้มโนมติที่ถูกต้องเรื่องธรรมชาติของแสง จากนั้นจึงพบว่านักเรียน Grade 12 มีแบบจำลองความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

คริสตรีดู (Christidou, V.1996) ได้ศึกษาแบบจำลองความคิดของนักเรียน เรื่องชั้นโอโซนและการลดลงของโอโซน ของนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 จำนวน 40 คน ซึ่งเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอลที่ได้จากการถอดเทปการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งและบทบาทของโอโซนแต่ไม่สามารถอธิบายถึงรังสี UV (Ultraviolet) แสงแดด และรังสีความร้อน สามารถสรุปแบบจำลองความคิดของนักเรียนได้ดังนี้

1. แบบจำลองความคิดเกี่ยวกับตำแหน่งของโอโซนมี 3 รูปแบบ คือ 1) ชั้นของโอโซนมีอยู่รอบ ๆ โลก 2) ชั้นของโอโซนอยู่รอบ ๆ ดวงอาทิตย์ และ 3) ชั้นของโอโซนกระจายอยู่ในชั้นบรรยากาศ

2. แบบจำลองความคิดเกี่ยวกับหน้าที่ของโอโซนมี 2 รูปแบบ คือ 1) โอโซนทำหน้าที่หยุดรังสี UV จากดวงอาทิตย์ และ 2) โอโซนทำหน้าที่สะท้อนรังสี UV จากดวงอาทิตย์

3. แบบจำลองความคิดเกี่ยวกับการลดลงของโอโซนมี 2 รูปแบบ คือ 1) โอโซนที่กระจายตัวอยู่ในบรรยากาศถูกทำลายจนกลายเป็นช่องโหว่และ 2) การลดลงของโอโซนทำให้ชั้นของโอโซนบางลง

4. แบบจำลองความคิดเกี่ยวกับผลจากการลดลงของชั้นโอโซนมี 2 รูปแบบ คือ 1) เมื่อชั้นโอโซนลดลง จะทำให้รังสี UV แผ่มายังโลกได้ และ 2) การลดลงของโอโซนทำให้ชั้นของโอโซนบางลง

ทาร์ซิโค บอร์เกส (Tarciso Borges et al.1999 อ้างอิงจาก น้ำค้าง จันเสริม, 2551) ได้ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับไฟฟ้าพบว่านักเรียนพยายามที่จะใช้แบบจำลองความคิดในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้า ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงข้อจำกัดของแบบจำลองความคิดแบบเดิมที่ผู้เรียนมักใช้แบบจำลองความคิดในแบบเดิมๆ ที่เขาเคยชิน โดยครูจะให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธี POE ผลปรากฏว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องไฟฟ้ามากขึ้น รวมทั้งนักเรียนสามารถออกแบบวงจร และต่อวงจรไฟฟ้าได้ และนักเรียนใช้แบบจำลองความคิดของตนเองอธิบายในรูปแบบที่หลากหลายขึ้น เช่น การเขียน การวาดรูปประกอบ การประดิษฐ์ชิ้นงาน เป็นต้น

5. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning)

การพัฒนาความสามารถและรูปแบบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน ที่มีความหลากหลายของการเผชิญหน้าทางสังคม โดยปัญหาทางสังคมและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลโดยตรงต่อทุกชีวิต ด้วยเหตุนี้ผู้คนต้องมีการเตรียมความพร้อม ให้ทุกคนต้องเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถประเมินข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาเพื่อใช้แก้ปัญหาได้ (Zimmerman. 2005: 3) แนวความคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้

โดยทั่วไป การให้เหตุผล หมายถึง กระบวนการของการประเมินผลและการสร้างตรรกะเกี่ยวกับข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (Anderson. 1990: 290) ส่วนความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ลอว์สัน (Lawson, 1985: 571) อธิบายไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การให้เหตุผลปฏิเสธสมมติฐาน”

ฟรีดเดอร์ และคณะ (Friedler et al., 1990: 173) อธิบายไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐานออกแบบการทดลอง สังเกตรวบรวม วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ และนำไปใช้เพื่อทำนายเมื่อพบสถานการณ์อื่นต่อไป”

อารยา (Araya. 2008: 7) เขียนถึง การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการแสดงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีหลักฐานสนับสนุน ว่าทำไมต้องตอบอย่างนั้น และอธิบายว่า ทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning skills) เป็นทักษะที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ใดๆ ขึ้นอยู่กับการตั้งสมมติฐาน รูปแบบการคิด ความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ของปัจจัยเชิงสหสัมพันธ์ และสามารถตรวจสอบถึงผลที่เกิดขึ้นจริง

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลองมาโดยตลอด การคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่บุคคลใช้เพื่อหาแนวคิดสำหรับเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ หรือเป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ค้นหาข้อมูลหรือหลักฐานซึ่งนำมาใช้สนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน

5.1 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เอลลิส และฮั้นต์ (Ellis; & Hunt. 1989: 239-243) กล่าวว่า การให้เหตุผลมีอยู่ 2 ชนิด พื้นฐาน คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive) และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive) โดยแบบนิรนัย เป็นการอ้างข้อสรุปเกี่ยวกับการเข้าถึงโดยทั่วไป สมมติฐานที่เป็นที่รู้จักกัน ไปสู่ความจำเพาะของความรู้ ส่วนแบบอุปนัย เป็นการอ้างข้อสรุปเกี่ยวกับการวาดภาพตามพื้นฐานของประสบการณ์ที่ผ่านมา แล้วจึงสรุปเป็นหลักการทั่วไป

ลอว์สัน (Lawson, 1995: 60-61) ได้จำแนกประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 แบบ ดังนี้ 1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ (empirical-inductive) 2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบกึ่งสมมติฐานนิรนัย (transitional) และ 3) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานนิรนัย (hypothetical-deductive)

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อาจแบ่งได้ 3 แบบ ตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษา ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป สู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง หรือความรู้เฉพาะหน่วย โดยใช้หลักการทางตรรกะ นั่นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วยคำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือความรู้ใหม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงหาข้อสรุป ที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นก็คือ การสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วย เพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-deductive method) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุป ที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือ การคิดหรือให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูล เพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไป ไปสู่เรื่องเฉพาะ ตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐานคือ ข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

ซันด์และทรอว์บริดจ์ (Sund; & Trowbridge, 1973: 12) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาและศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยมีลำดับขั้นตอนอันประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การ

ตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

ซึ่งการสรุปผลการทดลองจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องใช้การให้เหตุผลร่วมกันทั้ง 2 แบบคือ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งเป็นการให้เหตุผล โดยการใช้หลักการทั่วๆไปอธิบายเหตุการณ์ย่อยๆ เฉพาะหน่วยในการทดลอง และ 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งเป็นการให้เหตุผลโดยการสรุปรวม จากการสังเกตเหตุการณ์ย่อยๆ ในการทดลอง แล้วสรุปเป็นหลักการ ทำให้มีการเรียกการให้เหตุผลในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวว่า เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ ลอว์สัน (Lawson. 1995: 42-62) อธิบายว่าการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หมายถึง รูปแบบการคิดเชิงเหตุผลตามกฎของตรรกะและคณิตศาสตร์และใช้มาตลอด ขั้นตอนการสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมทางวิทยาศาสตร์เช่นการเสนอความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์สังเกต การกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดโดยคำนึงถึงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ การออกแบบการทดลอง การให้ทำนายผลจากหลักฐานและแสดงเหตุผลอันสมควร รูปแบบการคิดเชิงตรรกะที่อธิบายโดยลอว์สัน สอดคล้องกับขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการคิดในการพัฒนาทางปัญญาของมนุษย์ โดยนักจิตวิทยา เรียกว่า Hypothetical-Deductive (HD) ซึ่งเป็นรูปแบบการศึกษาการคิดเฉพาะบุคคลเชิงความสัมพันธ์ 5 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. การคิดเชิงร่วม (Combinatorial thinking) (HD1) หมายถึง การคิดเฉพาะบุคคลที่แสดงความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ของเงื่อนไขจากการทดลองหรือทฤษฎี แม้ว่าอาจไม่ใช่เรื่องจริงในธรรมชาติ

2. การกำหนดตัวแปรและการกำหนดตัวแปรควบคุม (Identification and the control of variables) (HD2) หมายถึง การคิดเฉพาะบุคคลที่แสดงถึงความเข้าใจในความจำเป็น ในการกำหนดนิยามและทำการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ในการออกแบบการทดลอง

3. การคิดเชิงสัดส่วน (Proportional thinking) (HD3) หมายถึง การคิดเฉพาะบุคคลในการตระหนักถึงและแปลความหมายความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์ในสถานการณ์ จากตัวแปรที่ได้จากการสังเกตหรือทางทฤษฎี

4. การคิดเชิงความน่าจะเป็น (Probabilistic thinking) (HD4) หมายถึง การคิดเฉพาะบุคคล แสดงถึงสามารถในการสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์ใดๆ บนพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็น

5. การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Correlational thinking) (HD5) หมายถึงการคิดเฉพาะบุคคลที่แสดงถึงความสามารถในการแปลผลการศึกษา โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมมติฐานทั้งหมด

สำหรับโครงการ TIMSS 2007 ได้ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญญาไว้ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ และด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล โดยได้ให้ลักษณะพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผลว่า

เป็นเหตุผลในการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบาย และการขยายความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นภารกิจเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้น ในสถานการณ์การแก้ปัญหาต่างๆ ที่ไม่คุ้นเคยหรือที่มีบริบทที่ซับซ้อน นักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ นักเรียนอาจจะต้องแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ อาจต้องวิเคราะห์ว่ามีหลักการใดบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องใช้สมการ สูตร ความสัมพันธ์ที่เหมาะสม ต้องใช้เทคนิค การวิเคราะห์ การประเมินคำตอบ การได้คำตอบที่ถูกต้อง อาจมาจากการใช้กลยุทธ์ที่แตกต่างกันหลายแบบ ปรีชาญ และปริชาติ (2552: 4-7) ได้เขียนถึงนิยามพฤติกรรมด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล 8 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์/การแก้ปัญหา (Analyze/ Solve problems) หมายถึง การวิเคราะห์ปัญหาด้วยการอธิบายถึงความเชื่อมโยง แนวคิดและขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา การพัฒนากับการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

2. การบูรณาการ/การสังเคราะห์ (Integrate/ Synthesize) หมายถึง การลงข้อสรุปของปัญหา โดยเป็นการพิจารณาที่เกี่ยวกับข้อสรุปของความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวกับแนวคิดหรือหัวข้อที่เหมือนกันหรือตรงข้ามกัน บูรณาการแนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาข้อสรุปของปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. การตั้งสมมติฐาน/การทำนาย (Hypothesize/ Predict) หมายถึง การสร้างความรู้จากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อมูลจากประสบการณ์หรือการสังเกตที่สร้างคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบได้ เช่น ตรวจสอบทฤษฎีโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการสังเกตและ/หรือ วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์และกรอบแนวคิดเช่น ทำนายเกี่ยวกับผลการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและกายภาพจากพยานหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การออกแบบ/วางแผน (Design/ Planning) หมายถึง การออกแบบและวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือตรวจสอบทฤษฎี อธิบายหรือรู้จักคุณลักษณะการออกแบบการสำรวจตรวจสอบที่ดี ด้วยการควบคุมตัวแปรและปัจจัยที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือกระบวนการที่จะนำไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

5. การลงข้อสรุป (Conclusions) หมายถึง การตรวจสอบ/สืบหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือลงข้อสรุปแนวโน้มจากข้อมูล การอ้างอิงที่มีเหตุผลจากพยานหลักฐานหรือความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น ลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากคำถามหรือทฤษฎี และแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น

6. การใช้กับกรณีทั่วไป (Generalize) หมายถึง การสร้างข้อสรุปทั่วไปที่นอกเหนือไปจากการทดลองหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้ สร้างข้อสรุปใหม่ที่เหมาะสม เช่น กำหนดกฎทั่วไปที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางกายภาพที่เกิดขึ้น

7. การประเมิน (Evaluate) หมายถึง การให้น้ำหนักข้อดีและข้อด้อย เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกวิธีการปฏิบัติวัตถุ แหล่งที่มา เช่น การพิจารณาตามหลักวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมที่ได้รับผลกระทบจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเมินการวางแผนหรือแนวทางการแก้ปัญหาและข้อสรุปที่เป็นทางเลือก เช่น การประเมินที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลสำคัญเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้

8. การตัดสินเพื่อยืนยันคำตอบ (Justify) หมายถึง การใช้พยานหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เหตุผลอธิบายและแก้ปัญหา เช่น การโต้แย้งที่มีเหตุผลรองรับปัญหาข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบหรือการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยแบ่งการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ลักษณะ ได้แก่

1) Controlling ability หมายถึง ความสามารถที่แสดงถึงการออกแบบการทดลอง โดยการควบคุมตัวแปรอื่นๆได้

2) Proportional ability หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เชิงคณิตศาสตร์ได้

3) Probabilistic ability หมายถึง ความสามารถในการสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์ใดๆ บนพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็นได้

4) Correlational ability หมายถึง ความสามารถในการแปลผลการศึกษาโดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กัน

5) Generalized ability หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อสรุปทั่วไป ที่นอกเหนือไปจากการทดลองหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้สร้างข้อสรุปใหม่ที่เหมาะสม

6. ความเข้าใจมโนมติ (Conceptual understanding)

นักการศึกษาไทยได้ให้ความหมายคำว่า Concept ไว้หลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ มโนภาพ มโนมติ สังกัป และแนวความคิด การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “มโนมติ (Concept)” โดยมีผู้ให้ความหมายของคำว่ามโนมติไว้ ทั้งในเชิงปรัชญาและจิตวิทยา โดยมโนมติ ในเชิงปรัชญาหมายถึง ความคิดที่ประกอบด้วยแนวคิดต่างๆ ซึ่งมีลักษณะพิเศษและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล ส่วนความหมายทางจิตวิทยา ไม่ได้เป็นเพียงการรับรู้ แต่เป็นผลสรุปที่ได้มาจากการกลั่นกรองการรับรู้นั้นแล้ว (Rothenberg. 1985: 500) และยังมีนักวิชาการอีกหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 2) กล่าวว่ามโนมติ หมายถึง หมวดหมู่ของวัตถุ เหตุการณ์ หรือแนวความคิดที่มีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกันหมวดหมู่หนึ่ง แต่ละสิ่งในหมวดหมู่นั้นอาจมีความแตกต่าง หลากหลาย แต่มีลักษณะใกล้เคียงกันมากพอที่จะบอกได้ว่าสิ่งนั้น

คืออะไร ซึ่งแต่ละมโนมติมักจะแทนด้วยคำพูดที่เข้าใจร่วมกันของคนในสังคม เช่นเมื่อพูดว่า ต้นไม้ จะมีภาพร่างของต้นไม้ในความคิดของเราทันที ทำให้เราเข้าใจได้ว่าหมายถึงอะไร ส่วนฟิลด์แมน (Fieldman.1987: 210) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนมติไว้ว่า มโนมติเป็นการจัดกลุ่มสิ่งของ เหตุการณ์ หรือคนที่มีคุณสมบัติคล้ายกันเข้าด้วยกัน การใช้มโนมติทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น มโนมติทำให้เราสามารถจัดทำสิ่งใหม่ ๆ ที่เราพบให้อยู่ในรูปที่เราสามารถเข้าใจได้ตามประสบการณ์ที่ผ่านมาของเรา ซึ่งสอดคล้องกับ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534: 103) ที่กล่าวว่า “มโนทัศน์เป็นผลสรุปจากการรับรู้ของเราที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะร่วมกันอยู่เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบเดียวกัน”

ส่วนสุวิทย์ มูลคำ (2547: 10) และสุวิทย์ คงภักดี (2553: 72) ได้ให้ความหมายของมโนมติไว้คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ มโนมติ เป็นผลของประสบการณ์ที่ทำให้เกิด กลุ่มของแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะที่คล้ายกันจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นมโนมติจะทำให้สามารถจำแนกสิ่งใหม่ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ที่ได้สัมผัสมา

สำหรับ ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความ หรือเปรียบเทียบ ย่นย่อเรื่องราว ความคิด ข้อเท็จจริงต่างๆ ซึ่งแสดงออกทางความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความ ของสิ่งเหล่านั้นได้ (ชวาล แพรัตกุล. 2520: 12) ส่วนลอเรนและคณะ (Lorin W. Anderson and et al.2001:68-69) ได้เขียนไว้ในอนุกรมวิธานของบลูมฉบับปรับปรุง (Revision of Bloom’s Taxonomy) ว่า ความเข้าใจ (Understand) เป็นความสามารถระดับที่สูงกว่าความจำ (Remember) ซึ่งบุคคลแต่ละคนสามารถสื่อสารออกมาได้หลายลักษณะประกอบด้วย การตีความ (Interpreting) การยกตัวอย่าง (Exemplifying) การจัดหมวดหมู่ (Classifying) การสรุปความ (Summarizing) การอนุมาน (Inferring) การเปรียบเทียบ (Comparing) และการอธิบาย (Explaining)

ดังนั้น ความเข้าใจเชิงมโนมติ (Conceptual Understanding) หมายถึง ความสามารถด้านความรู้ความคิด ในระดับของพฤติกรรมที่แสดงออกด้วยการอธิบาย การแปลความ การตีความ การขยายความ การเปรียบเทียบ ซึ่ง สสวท. (2546ข:150) ได้เพิ่มเติมพฤติกรรมการแสดงความสัมพันธ์ การชี้แจง การจำแนก การจัดเข้าหมวดหมู่ การยกตัวอย่าง การให้เหตุผล การจับใจความ การเขียนภาพประกอบ การจัดเรียงลำดับ การอ่านกราฟ การเขียนแผนภูมิ หรือการวาดภาพประกอบต่างๆ รวมอยู่ด้วย

6.1 มโนมติคลาดเคลื่อน (Misconception)

คำว่า “Misconception” ซึ่งตรงกับคำศัพท์ภาษาไทยว่า มโนมติคลาดเคลื่อน มีงานวิจัยทางการศึกษาได้ให้ความสำคัญมาก เนื่องจาก การที่นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนนั้น หมายถึง นักเรียนมีแนวความคิดที่แตกต่างไปจากแนวความคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เนื่องมาจากนักเรียนแปลความหมายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือข้อสนเทศตามความเชื่อและกรอบความรู้เดิมของตนซึ่งขัดแย้งกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถ้าปล่อยให้เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยไม่ได้รับการแก้ไข หรือปรับแนวความคิดใหม่ ก็จะส่งผลเสียในอนาคตต่อตัวนักเรียน โดยในงานวิจัยต่างประเทศอาจใช้คำที่ต่างออกไป ขึ้นอยู่กับบริบทของงาน เช่น Preconceptions (Trowbridge; & McDermott.1980; Hynd; et.Al.1994) misconception (Sadanand; & Kess. 1990; Perez; & Carrascosa. 1990; Brown. 1992; Eryilmaz. 2002) alternative conceptions (Dykstra; et. Al. 1992; Hewson. 1992; Eckstein; & Shermesh. 1993; Weller. 1995; Windschitl; & Andre. 1998; Dekkers; & Thijs. 1998; Tao. 1999; Hewson; & Hewson. 2003) children’ science (Gilbert; et. Al. 1982) Children scientific intuitions (Sutton. 1980) conceptual error (McDermott. 1984) common sense concepts (Halloun; & Hestenes. 1985a,1985b) student’s everyday conception (Cobern. 1996) preinstructional knewledge (Champagne; et. Al. 1980) และ informal ideas (Windschitl; & Andre. 1998) เป็นต้น

สาเหตุของความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนนั้น นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ศึกษาและวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน ไว้ดังนี้

ไพน์และเวสต์ (Pines; & West. 1986) แบ่งความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนตามลักษณะของสถานการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน แบ่งตามขั้นตอนของการเกิดมโนมติได้ 3 ระยะ คือ 1) ระยะของการรับรู้ 2) ระยะของการไม่สมดุล 3) ระยะของการจัดระบบใหม่

2) ความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่น การขยายคำไปสู่ความหมายใหม่ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความหมายของคำ ซึ่งมีผลให้เกิดความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้

3) ความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้ภาษาสัญลักษณ์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริงได้

สมควร ขนชัยภูมิ (2545: 9) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนว่าเกิดมาจากสาเหตุใหญ่ ๆ อยู่ 4 ประการ คือ

1) เกิดจากตัวนักเรียนเองอันเนื่องมาจากการแปลความหมายหรือสรุปความไม่ถูกต้อง

2) เกิดจากความเชื่ออย่างฝังใจของตัวนักเรียนเอง

3) เกิดจากตำราสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เสนอไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจน

4) เกิดจากบุคคลอื่น ๆ เช่น ครูผู้สอน นักวิทยาศาสตร์ นักปรัชญา นักการศึกษา ที่นำเสนอไม่ชัดเจนไม่ถูกต้อง

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540: 55-56) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนไว้ดังต่อไปนี้

1) มีความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ครูสอนกับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ เช่น ความรู้ที่ครูคิดว่านักเรียนมีอยู่ก่อนเรียนแตกต่างจากที่นักเรียนมีอยู่จริง หรือกิจกรรมที่ครูต้องการให้นักเรียนทำแตกต่างกับที่นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เป็นต้น

2) ตำราบางเล่มเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อน

3) ระดับพัฒนาการของนักเรียนไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน

4) ภาษาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

5) ครูมีความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อนตามไปด้วย

ในหลายทศวรรษที่ผ่านมา นักดาราศาสตร์ นักจิตวิทยาและวิทยาศาสตร์ศึกษาได้วิจัยเพื่อนำไปสู่ข้อความรู้ว่านักเรียนเรียนรู้ดาราศาสตร์อย่างไร วิธีการศึกษาของนักการศึกษาทั้งหลายนั้นได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อที่จะทำการตรวจสอบความเข้าใจในมโนมติต่าง ๆ ตามธรรมชาติของนักเรียน ซึ่งผลการศึกษาทำให้ทราบว่า วิชาดาราศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความยุ่งยาก เนื่องจากเนื้อหามีลักษณะเป็นนามธรรม จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนที่มักจะเกิดขึ้นเกี่ยวกับวิชาดาราศาสตร์พื้นฐาน เรื่องระบบโลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ แยกตามมโนมติต่างๆ ได้ดังนี้

1) มาตราส่วนระบบโลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ มโนมติที่คลาดเคลื่อนที่มักจะเกิดขึ้น ได้แก่ นักเรียนมักจะประมาณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกมากกว่าความเป็นจริง และนักเรียนจำนวนมากเข้าใจว่าโลกมีขนาดใกล้เคียงกับดวงจันทร์ นอกจากนี้นักเรียนมีความเข้าใจว่าโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์อยู่ใกล้กันมากกว่าความเป็นจริง (Zeilik; et al. 1998; Sadler. 1992; Fanetti. 2001; Trumper. 2001; Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126;สุวิทย์. 2553)

2) การเกิดกลางวันกลางคืน มโนมติที่คลาดเคลื่อนที่มักจะเกิดขึ้น ได้แก่ โลกไม่ได้หมุนรอบตัวเอง การเกิดกลางวันกลางคืนเป็นผลมาจากดวงอาทิตย์โคจรรอบโลกวันละ 1 รอบ ดวงจันทร์ โคจรรอบโลกวันละ 1 รอบ โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์วันละ 1 รอบ และนักเรียนสับสนระหว่างคำว่าโคจร (Revolve) กับหมุนรอบตัวเอง (Rotate) (Lightman; & Sadler. 1993; Zeilik; et al. 1998; Trumper. 2001; Trumper. 2006; Dove, J. 2002; Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126; สุวิทย์ .2553)

3) ฤดูกาล มโนมติที่คลาดเคลื่อนที่มักจะเกิดขึ้น ได้แก่ การเกิดฤดูกาลมีสาเหตุมาจากระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ ฤดูร้อนดวงอาทิตย์อยู่ใกล้โลกมากที่สุดและฤดูหนาวดวงอาทิตย์อยู่ไกลโลกมากที่สุด ตำแหน่งขึ้นสูงสุดของดวงอาทิตย์ไม่แตกต่างกันในแต่ละวัน ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกที่ตำแหน่งเดิมทุกวัน ซีกโลกเหนือกับซีกโลกใต้มีฤดูกาลที่เหมือนกัน(Lightman; & Sadler. 1993; Zeilik; et al. 1998; Trumper. 2001; Trumper. 2006; Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126; สุวิทย์. 2553)

4) ข้างขึ้นข้างแรม มโนมติที่คลาดเคลื่อนที่มักจะเกิดขึ้น ได้แก่ เมฆปกคลุมบางส่วนของ ดวงจันทร์ เงาของดาวเคราะห์บังดวงจันทร์บางส่วนไว้ เงาของดวงอาทิตย์บังดวงจันทร์บางส่วนไว้ ทำให้เราเห็นสว่างเพียงบางส่วน การเกิดข้างขึ้นข้างแรมมีสาเหตุมาจากเงาของโลกบังดวงจันทร์ นักเรียนสับสนระหว่างการเกิดข้างขึ้นข้างแรมกับอุปราคา (Schoon. 1992; Lightman; & Sadler. 1993; Trumper. 2006; Taylor. 1996) ดวงจันทร์ไม่ได้หมุนรอบแกนตัวเอง (Zeilik; et al. 1998; Trumper. 2001; Trumper. 2006; Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126; สุวิทย์ .2553)

5) ด้านหน้าของดวงจันทร์ มโนมติที่คลาดเคลื่อนที่มักจะเกิดขึ้น ได้แก่ ดวงจันทร์ไม่ได้หันด้านเดิมเข้าหาโลกตลอดเวลา ดวงจันทร์ไม่ได้หมุนรอบตัวเอง และในคืนเดียวกันคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ไม่เหมือนกัน (Trumper. 2001; Trumper. 2006; Taylor; et al. 2003; Feral Organ-Bekiroglu. 2007; Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126;สุวิทย์ .2553)

6) จันทรุปราคาและสุริยุปราคา มโนมติที่คลาดเคลื่อนที่มักจะเกิดขึ้น ได้แก่ สุริยุปราคาและจันทรุปราคาเกิดขึ้นได้ทุกเดือน ทุกคนบนโลกสามารถเห็นสุริยุปราคาได้พร้อมกัน (Lightman; & Sadler. 1993; Zeilik; et al. 1998; Trumper. 2001; Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126; สุวิทย์ .2553)

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยในส่วนนี้สรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานทุกมโนมติ คือ การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดข้างขึ้นข้างแรม และการเกิดอุปราคา ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความเข้าใจมโนมติที่มีอยู่เดิม (Preconception) ของนักเรียน ไม่สอดคล้องกับข้อความรู้หรือแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับกันทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน รวมทั้งคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของวิชาดาราศาสตร์ ซึ่งความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคนทุกระดับ โดยมีปัจจัยต่าง ๆ เช่น ตัวนักเรียน ตำราเรียน และผู้สอน เป็นต้น เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเกิดความเข้าในมโนมติที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ยังเป็นสิ่งที่ฝังแน่นในตัวบุคคลและยากต่อการแก้ไขปรับปรุงหากไม่มีกลยุทธ์หรือวิธีการที่เหมาะสมต่อการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้

ในงานวิจัยที่ทำการศึกษาความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนนั้น ได้มีการจัดระดับความเข้าใจมโนมติ ไว้หลายลักษณะ เช่น เวสต์บรูคและมาเรค (Westbrook; & Marek. 1992: 54 อ้างอิงจาก สุวิทย์. 2553: 74) ได้แบ่งระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องใกล้เคียงกับคำอธิบายทางทฤษฎีที่มีอยู่ในหนังสือเรียน

2) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง แต่ขาดข้อมูลที่จำเป็นบางส่วนที่จะทำให้เข้าใจอย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามจะต้องไม่มีข้อมูลที่ไม่ถูกต้องปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

3) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misconception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนประกอบด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง แต่ก็มีข้อมูลบางส่วนที่แสดงให้เห็นถึงมโนมติที่คลาดเคลื่อนในบางประเด็น

4) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอย่างชัดเจน (Specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในมโนมตินั้นอย่างสมบูรณ์

5) ความไม่เข้าใจ (No understanding: N) หมายถึง นักเรียนตอบว่าไม่รู้ ตอบทวนคำถาม เว้นว่างไว้ไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ตรงคำถาม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ธวัธชัย คงนุ่ม. 2550: 48; อ้างอิงจาก สสวท. 2532) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจและวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติของนักเรียน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบและแสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดแบ่งความเข้าใจมโนมติของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1) แนวความคิดที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

2) แนวความคิดไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

3) แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก แต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เพื่อประเมินคะแนนรวมของความเข้าใจในมโนมติเรื่องปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน และจัดกลุ่มลักษณะของแนวความคิดเป็น 4 กลุ่ม คือแนวความคิดที่สมบูรณ์ แนวความคิดไม่สมบูรณ์ แนวความคิดที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจผิด

7. เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์

7.1 ความหมายของเจตคติ

Attitude ตรงกับศัพท์บัญญัติในภาษาไทยว่า เจตคติ มาจากคำในภาษาลาตินว่า “Aptus” ซึ่งหมายถึง ความเหมาะเจาะ ความเหมาะสม หรือการปรุงแต่ง (ศักดิ์ สุนทรเสณี 2531: 1) และในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542: 321) คำว่า “เจตคติ” หมายถึงท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง นอกจากนั้นยังมีผู้ให้ความหมายของเจตคติไว้อีกมากมาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ออลพอร์ท (Allport. 1935: 810 อ้างอิงจาก อลิสา.2551; 61) ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง สภาวะความพร้อมของจิตใจและประสาทที่เกิดจากประสบการณ์ ซึ่งจะเป็นสิ่งกำหนดทิศทางหรือมีอิทธิพลในการสนองตอบของบุคคลต่อสถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่มาที่มาเกี่ยวข้องด้วย บุคคลจะสร้างหรือเกิดเจตคติได้จากการพูดจากับครอบครัว เพื่อนฝูงและเรียนรู้จากประสบการณ์โดยตรง

กิลฟอร์ด (Guilford. 1975: 456-457) กล่าวว่า เจตคติคือ การที่บุคคลมีความโน้มเอียงในลักษณะที่ชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย สนับสนุนหรือไม่สนับสนุนต่อสิ่งที่มีอยู่ในสังคมอย่างใดอย่างหนึ่ง

แคพแลน (Kaplan. 1965: 154) กล่าวว่า เจตคติเป็นความโน้มเอียงหรือความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่างๆ ในลักษณะที่แน่นอน ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ การวิเคราะห์ความจริงและการตัดสินใจอย่างรอบคอบ แต่แท้จริงแล้วเจตคติส่วนใหญ่จะเกิดจากอารมณ์ที่มีต่อบุคคล ความคิดและสิ่งต่างๆ ทันท่วงที โดยไม่คำนึงถึงความเป็นจริงของสถานการณ์เหล่านั้นมากนัก

กูด (Good. 1973: 59) กล่าวว่า เจตคติคือ ความรู้สึกของคนเราที่มีความคิดเห็นต่อสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัว ในด้านความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อสิ่งนั้นๆ

เทอร์สโตน (Thurstone. 1964: 49) กล่าวว่า เจตคติเป็นตัวแปรจิตวิทยาชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงภายในแสดงออกให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง และเจตคติเป็นเรื่องของความชอบ ไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกและความเชื่อมั่นในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

นิวแมน และนิวแมน (Newman; & Newman. 1983: 54) กล่าวว่า เจตคติเป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกต่อเป้าหมายที่กำหนด ทั้งในทางบวกหรือทางลบ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 106) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่างๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525: 55) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 2 ลักษณะ กล่าวคือ

1. เจตคติเชิงบวก เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความพึงพอใจและเห็นด้วย อาจทำให้บุคคลอยากกระทำ อยากได้หรืออยากใกล้สิ่งนั้น

2. เจตคติเชิงลบ เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำให้บุคคลไม่อยากกระทำ ไม่อยากได้หรือไม่อยากเข้าใกล้สิ่งนั้น

จากความหมายของเจตคติข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจ ความคิดเห็นส่วนบุคคล ค่านิยม ความเชื่อ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งทางบวก ทางลบ สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

7.2 องค์ประกอบของเจตคติ

เจตคติ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ (Freeman. 1970: 248) กล่าวคือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive component) เป็นเรื่องของการรู้ของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจเป็นการรับรู้เกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ บุคคล หรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่ารู้ได้อย่างไร รู้ในทางดีหรือไม่ ทางบวกหรือทางลบ อันจะก่อให้เกิดเจตคติขึ้น หากรู้สิ่งหนึ่งในทางดีก็จะมีผลให้เกิดเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางดี แต่ถ้ารู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางไม่ดีก็จะทำให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วย ถ้าไม่เคยรู้จักสิ่งใดเลยก็จะไม่เกิดเจตคติขึ้นและหากไม่มีสิ่งใดในโลกก็จะไม่เกิดเจตคติต่อสิ่งใดเลย

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Feeling component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับด้านอารมณ์ เป็นความรู้สึกที่ถูกเร้าจากการรู้นั้นโดยเมื่อรู้สิ่งใดจะทำให้เกิดความรู้สึกในทางดีหรือไม่ดี หากรู้สึกไม่ดีต่อสิ่งนั้น ก็จะมีผลให้ไม่ชอบและเกิดความไม่พอใจในสิ่งนั้น ดังนั้นความรู้สึกนี้จะทำให้เกิดเจตคติในทางใดทางหนึ่ง

3. องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำ (Action tendency component or behavioral component) เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้นๆในทางใดทางหนึ่ง เช่นสนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือ หรือ ขัดขวางต่อสู้และทำลาย เป็นต้น

ในการวัดเจตคติของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเลือกวัดองค์ประกอบทางด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสามด้านพร้อมกันได้ก็ได้

7.3 แนวทางการพัฒนาเจตคติ

ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ นั้น นอกจากจะมีความจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้วก็ยังต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเหล่านั้นด้วย โดย คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525: 57-58) ได้กล่าวถึงการสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียนไว้ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายในเรื่องที่เรียน
2. ให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ของวิชานั้น ๆ อย่างแท้จริง
3. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสหรือมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

4. ให้ผู้เรียนได้เรียนสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดเพื่อให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนอันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

5. การสอนของผู้สอนจะต้องมีการเตรียมตัวอย่างดี ใช้วิธีสอนที่ดี ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย

6. ผู้สอนต้องสร้างความอบอุ่นใจและความเป็นกันเองให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

7. ผู้สอนต้องสร้างบุคลิกภาพให้เป็นที่เลื่อมใสแก่ผู้เรียน

8. จัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ของโรงเรียน ห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

สำหรับวิชาที่เป็นวิทยาศาสตร์นั้น การพัฒนาเจตคติเป็นเป้าหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ผู้สอนต้องทำ โดยทบวงมหาวิทยาลัย (คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525: 57-58) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยเน้นวิธีเรียนรู้จากการทดลองให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. มอบหมายให้ทำกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและขณะที่ผู้เรียนทำการทดลองผู้สอนต้องให้ความช่วยเหลือและสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน

3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์มาเป็นการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างเจตคติได้ดี

4. ในขณะที่ทำการทดลองควรนำเอาหลักจิตวิทยามาใช้ในรูปต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์หลายๆ ทางได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ ผู้สอนควรให้ความเอาใจใส่ เป็นต้น ซึ่งในการสอนแต่ละครั้ง ควรมีการสอดแทรกเจตคติตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและวัยของผู้เรียน

7.4 การวัดเจตคติ

เจตคติ มีลักษณะที่มีความเป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรม คือเป็นความรู้สึกหรือความเชื่อของบุคคลซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงได้ จึงไม่สามารถวัดเจตคติได้โดยตรง แต่วัดได้จากแนวโน้มของบุคคลที่แสดงออกทางภาษาและวัดในรูปของการแสดงความคิดเห็น หรืออาจสังเกตจากการกระทำ คำพูด การแสดงสีหน้า ท่าทาง การสัมภาษณ์ความรู้สึกนึกคิด แต่แบบวัดหรือเครื่องมือที่นักจิตวิทยานิยมใช้กันมากจะอยู่ในรูปแบบสอบถามหรือแบบสำรวจที่เรียกว่า แบบวัดเจตคติ

ในการสร้างเครื่องมือวัดเจตคตินั้นจะต้องมีความชัดเจนหรือระบุว่าเป็นเจตคติต่ออะไร ดังนั้นในการสร้างเครื่องมือวัดผลด้านเจตคติ จะต้องกำหนดขอบเขตของส่วนที่เป็นเป้าหมาย ว่าเป็นเจตคติต่อสิ่งใดให้ชัดเจนแน่นอนก่อน แล้วจึงต้องกำหนดโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538: 29-30) ได้กล่าวถึงการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้
   1.1 พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
   1.2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
   1.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   1.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 2 ส่วนคือ
   2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆดังนี้
      2.1.1 ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
      2.1.2 เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
      2.1.3 เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
   2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้
      2.2.1 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
      2.2.2 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

7.5 การสร้างแบบวัดเจตคติทางดาราศาสตร์

การสร้างเครื่องมือเพื่อวัดเจตคติที่นิยมมี 3 วิธี (ล้วน-อังคณา สายยศ. 2536: 152-162; พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 107; ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542: 154-163.) ประกอบด้วย

1. วิธีของเทอร์สโตน (Thurstone's method) บางทีเรียกว่า Priori approach หรือ Method of equal - appearing intervals วิธีนี้จะหาค่าของแต่ละมาตรา (scale) ของข้อความทางเจตคติก่อนที่จะนำไปรวบรวมข้อมูลที่จะวิจัยจึงเรียกวิธีการนี้ว่า Priori approach และกำหนดคุณลักษณะคนมีมากที่สุดถึงน้อยที่สุดให้ระยะห่างเท่า ๆกัน จึงเรียกวิธีนี้อีกชื่อหนึ่งว่า Method of equal - appearing intervals หรือมาตรอันตรภาคปรากฏที่เท่ากัน

2. วิธีของออสกูด (Osgood) เป็นวิธีที่มีลักษณะที่ใช้คำคุณศัพท์ในการบรรยาย โดยมีความเชื่อพื้นฐานว่าคำคุณศัพท์ จะสื่อความหมายทางภาษาได้ตรงกับเจตคติหรือความรู้สึกนึกคิดของบุคคลได้ดีกว่า จึงเรียกวิธีนี้ว่า มาตรจัดช่วงต่างจากนัยทางภาษา (Semantic differential scale)

3. วิธีของลิเกิร์ต (Likert) เป็นวิธีที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าเชิงประมวล (Summated rating scale) วิธีนี้กำหนดมาตราเป็น 5 ขั้น แต่ละขั้นกำหนดค่าไว้หลังจากรวบรวมข้อมูลในการวิจัยมาแล้ว จึงเรียกว่า Posteriori approach วิธีการสร้างมาตราวัดเจตคติมีขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมข้อความให้มีปริมาณมากพอและครบถ้วนครอบคลุม แต่ละข้อความอาจเขียนขึ้นเองหรือนำมาจากผู้อื่น และควรเป็นข้อความที่คนมีเจตคติต่างกันจะตอบแตกต่างกันทันทีลักษณะข้อความจะเป็นทางบวกหรือทางลบไม่ควรเป็นข้อความกลาง

2. ตรวจสอบข้อความ ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นให้ชัดเจน ข้อความควรครอบคลุมลักษณะที่สำคัญของสิ่งที่จะศึกษาให้ครบถ้วนทุกแง่มุม พิจารณาดูว่าข้อความที่นำมาใช้นั้นสอดคล้องกับการตอบเพียงใดโดยผู้สร้างข้อความเองและนำไปให้ผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นๆตรวจสอบ ดังนั้นจะต้องมีข้อความที่เป็นไปในทางบวกและลบมากพอที่เมื่อนำไปวิเคราะห์แล้วเหลือจำนวนข้อความที่ต้องการ

3. กำหนดการให้คะแนนคำตอบของแต่ละตัวเลือก วิธีการสร้างมาตราวัดแบบลิเกิร์ต นิยมใช้วิธีกำหนดค่าตัวเลขกับความรู้สึกแต่ละระดับ โดยทั่วไปนิยมกำหนดคะแนนเป็น 5 4 3 2 และ1 สำหรับข้อความทางบวก ซึ่งความรู้สึกด้านดีมักมีค่าสูงกว่าด้านไม่ดี ดังนั้นถ้าความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้น้ำหนัก 5 ความรู้สึกเห็นด้วยให้น้ำหนัก 4 ความรู้สึกไม่แน่ใจให้น้ำหนัก 3 ความรู้สึกไม่เห็นด้วยให้น้ำหนัก 2 และความรู้สึกไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้น้ำหนัก 1 หรือจะให้เป็น 4 3 2 1 0 ก็ได้ ซึ่งการแปลผลมีค่าเท่ากัน ในทางตรงข้ามถ้าให้แสดงความรู้สึกในทางลบควรเรียงตัวเลขกลับกันคือ 1 2 3 4 5 เพื่อไม่ให้เกิดปัญหา ข้อความแต่ละข้อเป็นการให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึก ซึ่งเป็นความรู้สึกต่อเนื่องที่กำหนดให้แต่ละช่วงเท่าๆ กันถือเป็นคะแนนอันตรภาค ดังนั้นต้องคำนึงถึงการกำหนดช่วงและกำหนดระยะตัวเลขไม่ให้ผิดจากข้อตกลงเบื้องต้น การกำหนดตัวเลขแบบนี้เรียกวิธี Arbitrary weighting method

4. ทำการทดลองขั้นต้นก่อนนำไปใช้จริง โดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้จริงจำนวนหนึ่งเพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา และตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นๆได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก

5. เลือกข้อความที่มีอำนาจจำแนกมาใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ โดยมีจำนวนข้อความทางบวกหรือเชิงนิมานและทางลบหรือเชิงนิเสธพอๆกันมาเป็นข้อความวัดเจตคติ อาจเรียกว่า แบบทดสอบฉบับร่าง

6. นำแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งชุด ในปัจจุบันเครื่องมือวัดเจตคติตามวิธีของลิเกิร์ตเป็นที่นิยมมาก เพราะสร้างง่าย ใช้สะดวก ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นได้ทั้งทางบวกและลบ ในลักษณะที่เทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าได้ ยิ่งกว่านั้นเครื่องมือตามแนวของลิเกิร์ต ยังสามารถดัดแปลงเพื่อใช้วัดลักษณะทางจิตพิสัยอื่นๆได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาดาราศาสตร์ ด้วยแบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวิธีของลิเกิร์ต (Likert) ซึ่งได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ เพื่อตรวจสอบเจตคติของนักเรียน ในประเด็นดังนี้

1. การเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน

2. แนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติงานทางด้านดาราศาสตร์

3. การมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียนและ

4. ความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลาง รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สาระการเรียนรู้ที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

ส่วนที่ 2 กำหนดกลุ่มประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 3 ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ส่วนที่ 4 ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 5 ศึกษาแนวคิด มโนมติเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

ส่วนที่ 6 ศึกษาการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 การสร้าง ตรวจสอบและปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ส่วนที่ 2 การสร้างแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ส่วนที่ 3 การสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

ส่วนที่ 4 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 5 การสร้างแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้

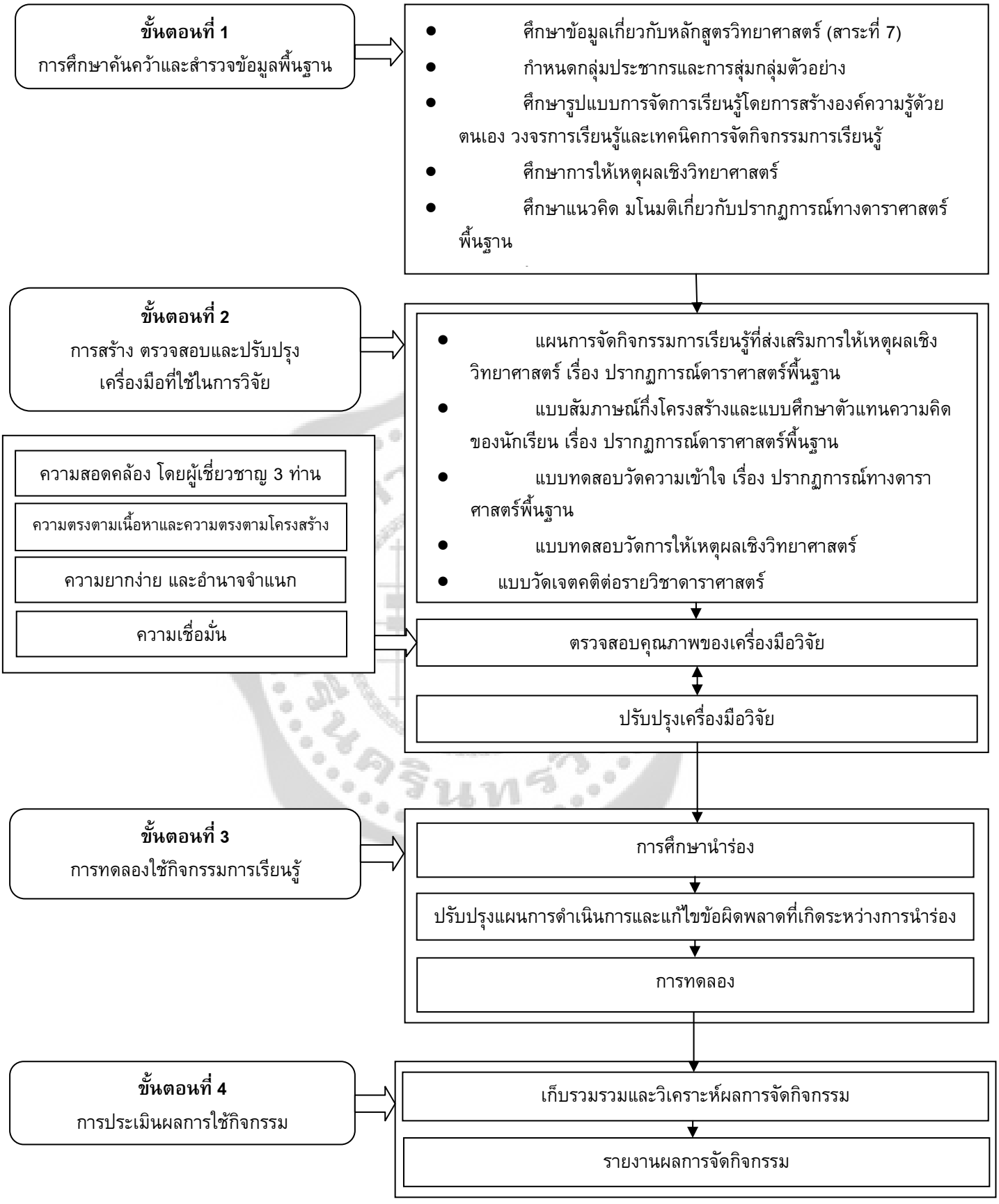
ส่วนที่ 1 ทำการศึกษานำร่อง

ส่วนที่ 2 ทำการทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลการใช้กิจกรรม

ส่วนที่ 1 จัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนข้างต้น สามารถเขียนแผนผังแสดงการดำเนินงานวิจัยได้ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 3 แผนการดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากร การเลือกกลุ่มตัวอย่างและแบบแผนการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ จำนวน 28 คน โดยเป็นนักเรียนที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรมนอกเวลาเรียนปกติ

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยของงานวิจัยชิ้นนี้ ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design (Campbell; & Stanley. 1963: 13-14) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน การเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ
2. แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยมีลักษณะเป็น คำถามปลายเปิด
3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน
4. แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

5. แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบ

6. แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ โดยเป็นแบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ

ขั้นตอนในการสร้างและการหาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ

ผู้วิจัยจัดทำร่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลางในสาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ในส่วนของเนื้อหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ศึกษาการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ศึกษาแนวคิดและมโนมติของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนในระดับประถมศึกษาจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษา แล้วเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน มีรายละเอียดการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการเร้า (Instigation)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดภาวะอสมดุล โดยนักเรียนจะถูกกระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินความรู้เดิมของตน ว่ามีความรู้เรื่องนั้นเป็นอย่างไร และมีความสัมพันธ์กับคำถามหรือปัญหาที่กำลังศึกษาอย่างไร แล้วเริ่มจัดระบบโครงสร้างทางความคิดของตนเองใหม่ โดยในขั้นกระตุ้นนี้ นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น ประสบการณ์เดิมของตนเองออกมา

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)

เมื่อผ่านขั้นที่ 1 นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น

จากนั้นจัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ ในการศึกษาสำรวจ ผู้สอนจะสร้างคำถามเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยต่อ และพยายามหาเหตุผลมาตอบคำถามนั้น

การอภิปรายในกลุ่มขนาดเล็กเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมในขั้นนี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนจะถูกกระตุ้นให้ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดเห็นของตนเองและของผู้อื่น ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งครูอาจแนะนำเพียง

เล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้างขั้นการศึกษาสำรวจจึงเป็นขั้นการเรียนรู้โดยการค้นพบ และเป็นขั้นที่นักเรียนพร้อมที่จะดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

3. ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นการศึกษาสำรวจ มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ในขั้นนี้เน้นการถ่ายทอดความรู้ทางสังคมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการอธิบายและได้รับความรู้เพิ่มเติม โดยครูมีบทบาทในการช่วยแนะนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูอธิบายด้วยตนเองหรือใช้ตำราและสื่อต่างๆ ก็ได้นักเรียนดำเนินการปรับและจัดโครงสร้างทางความคิดของตน โดยเชื่อมโยงความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้พัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ ๆ ให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ ขั้นการสร้างมโนมติจึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

4. ขั้นการพยากรณ์ หรือการทำนาย (Predict)

ขั้นนี้เป็นขั้นต่อจากขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก นักเรียนจะถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เพื่อให้นักเรียนจะต้องทำนายผล

การถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เป็นการรบกวนสมดุลของนักเรียนอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนได้ประมวลความคิด ประสบการณ์เดิมและตลอดถึงความเข้าใจที่ผ่านมา ในการพยายามหาเหตุผลมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงนั้น

5. ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict)

ขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้อธิบายสิ่งที่ทำนาย ขั้นนี้นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น

ในขั้นนี้ครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้าง ขั้นนี้ควรให้นักเรียนในกลุ่มได้สรุปเหตุผล ปัจจัยหรือประจักษ์พยานต่างๆ ที่ได้ร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อสังเกตในการทดลองหาคำตอบต่อไป

6. ขั้นการทดลอง (Experiment)

ขั้นนี้เป็นขั้นตอนการทดลองหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำการทดลอง เพื่อให้สามารถตอบโจทย์หรือเพื่อหาเหตุผล และประจักษ์พยานที่สามารถสนับสนุนหรือเปลี่ยนความคิดที่ได้ทำนายไว้ก่อนหน้า แล้วยังจะได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองตามแบบที่ออกแบบไว้ด้วย

7. ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result)

ขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายถึงผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งต่อเนื่องมาจากการที่ได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผล

ที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์นั้นแล้ว ผลจากการทดลองจะทำให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุป อันเกิดจากการทดลองและสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายคำตอบได้

8. ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องร่วมกันอธิบาย พร้อมทั้งอภิปรายถึงความเหมือนหรือความต่างกันของความคิดก่อนและหลังทำการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้วิเคราะห์ความคิดของตนเองเกี่ยวกับการให้เหตุผล ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองความคิดที่ผิดพลาดของตนเองและเพื่อนนักเรียน ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่จะทำให้นักเรียนได้ปรับสมดุลความคิดใหม่ อีกทั้งเป็นการย้ำให้นักเรียนเห็นความบกพร่องของความคิดของแต่ละคน

เมื่อได้แผนการจัดการเรียนรู้ครบแล้ว จากนั้นจึงเขียนคู่มือประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยภายในประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของกิจกรรม ขอบเขตเนื้อหา หน่วยการเรียนรู้ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล

จากนั้น ผู้วิจัยได้หาคุณภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และร่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และร่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน แล้วใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้อง แต่ถ้าน้อยกว่า 0.50 ให้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

โดยผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน มีค่าอยู่ในระดับ 0.67-1.00 จึงซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อ และค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน มีค่าอยู่ในระดับ 0.67-1.00 จึงซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ทั้งนี้ในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ยังได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญว่า สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ในการจัดกิจกรรมเรื่องเกี่ยวกับฤดูกาลและน้ำขึ้น-น้ำลง อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ ควรหาสื่อเพิ่มเติม เช่น สื่อมัลติมิเดียต่างๆ เป็นต้น

ขั้นตอนในการสร้างและการหาคุณภาพแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาแนวคิดและมโนมติทางปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานทั้งในและต่างประเทศ

ประกอบด้วยงานวิจัยของ ไลท์แมน และแซดเลอร์ (Lightman; & Sadler. 1993) ไซลิคและคณะ (Zeilik; et al.1998) เทย์เลอร์ (Taylor. 1996) สุวิทย์ คงภักดี(2552 :3) สุวิทย์ คงภักดีและคณะ (Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126) ทรัมเปอร์ (Trumper Ricardo. 2006;Trumper Ricardo. 2001:) พลัมเมอร์ (Plummer Julia. 2008:) เชน จีและคอนเฟร (Shen Ji; และConfrey Jere. 2007:) กาลเคนและกีโรกลู (Kalkan Hüseyin; และKiroglu Kasim. 2007:) โดยได้วิเคราะห์เนื้อหา การใช้คำถาม การตอบคำถามและผลการวิจัย ที่งานวิจัยเหล่านั้นได้ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดและความเข้าใจในปรากฏการณ์ดาราศาสตร์เรื่องต่างๆ ออกมา แล้วจึงเขียนข้อคำถาม พร้อมทั้งศึกษาวิธีการจัดกลุ่มแนวคิด และการตีความเชิงลึก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตัวแทนแนวคิดของนักเรียนต่อไป

ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบศึกษาตัวแทนความคิดและแบบสัมภาษณ์นักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์และเนื้อหา แล้วใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าได้ค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องไม่ต้องปรับปรุง ถ้าน้อยกว่าก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน ในแต่ละข้อ มีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 0.50 จึงสามารถนำข้อคำถามเหล่านั้นไปใช้ได้ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้เขียนแนะนำมาด้วย เพื่อให้ข้อคำถามที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ได้ระบุว่า ควรให้เพิ่มข้อความ “พร้อมทั้งวาดภาพแสดงแบบจำลองประกอบคำบรรยายอย่างละเอียด” ลงในข้อสอบแต่ละข้อด้วย

และพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์ในแต่ละข้อ มีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งมีค่ามากว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 0.50 จึงสามารถนำข้อคำถามเหล่านั้นไปใช้ได้ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้เขียนแนะนำมาด้วย เพื่อให้ข้อคำถามที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ได้ระบุว่า ควรเรียงลำดับการถามใหม่ โดยให้เริ่มจากปรากฏการณ์การเกิดกลางวัน-กลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม การเกิดอุปราคาและการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง และได้เสนอแนะให้ในรายการคำถามแต่ละปรากฏการณ์ ต้องถามรายละเอียดให้ลึกลงไป พร้อมทั้งได้ยกตัวอย่างคำถาม เช่น ทำไมในแต่ละคืนจึงเห็นดวงจันทร์ไม่เหมือนกัน เป็นต้น

ขั้นตอนในการสร้างและวิธีการหาคุณภาพ แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลาง ศึกษาหนังสือเรียนดาราศาสตร์ งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ ได้แก่งานวิจัย

ของ สุวิทย์ คงภักดี (2552: 3) สุวิทย์ คงภักดีและคณะ (Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126) ทรัมเปอร์ (Trumper Ricardo. 2006; Trumper Ricardo. 2001) พลัมเมอร์ (Plummer Julia. 2008) เชน จีและคอนเฟร (Shen Ji; และConfrey Jere. 2007) กาลเคนและกีโรกลู (Kalkan Hüseyin; & Kiroglu Kasim. 2007) และได้ศึกษาหลักการออกข้อสอบแบบเลือกตอบ วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจึงทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ขึ้น โดยแบบทดสอบมีจำนวน 30 ข้อ หลังจากนั้นจึงนำแบบทดสอบไปหาคุณภาพตามลำดับต่อไป

โดยผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน โดย

1) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา และความตรงตามโครงสร้าง แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าได้ค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องไม่ต้องปรับปรุง ถ้าน้อยกว่าก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2) นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จำนวน 50 คน เพื่อให้ได้คุณภาพของแบบทดสอบโดยกำหนดให้แต่ละข้อต้องมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แล้วนำแบบทดสอบไปทำการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น

หลังทำการปรับปรุงข้อสอบตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปหาคุณภาพ กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จำนวน 50 คน พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.76 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.86 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (α-Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.80

ขั้นตอนในการสร้างและวิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารเกี่ยวการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การออกแบบการวัดและประเมินผล แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อื่นๆ และงานวิจัยที่ทำการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อทำการสร้างแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปหาคุณภาพต่อไป

โดยผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดย

1) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา และความตรงตามโครงสร้าง แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าได้ค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องไม่ต้องปรับปรุง ถ้าน้อยกว่าก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2) นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับนักเรียนที่เรียนในระดับเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างแต่ต่างโรงเรียนกัน จำนวน 50 คน เพื่อให้ได้คุณภาพของแบบทดสอบ โดยกำหนดให้แต่ละข้อต้องมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แล้วนำแบบทดสอบไปทำการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น

ผลการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของข้อสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กับลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาในข้อสอบจะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์รอบตัวในระดับไม่เกินความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ แล้วใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าได้ค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องไม่ต้องปรับปรุง ถ้าน้อยกว่าก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 ซึ่งมีค่ามากว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 0.50 ซึ่งหมายถึงข้อสอบในแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาในข้อสอบจะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์รอบตัวในระดับไม่เกินความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จึงสามารถนำข้อคำถามเหล่านั้นไปใช้ได้ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้เขียนแนะนำมาด้วย เพื่อให้ข้อคำถามที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญมีรายละเอียดดังนี้

ควรตัดคำฟุ่มเฟือยในข้อสอบออก ให้ตัดรูปภาพออกบางรูป เนื่องจากไม่ได้ส่งผลต่อการตอบคำถามของนักเรียน ให้เขียนระบุให้ชัดเจนถึงสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนตอบ เพื่อหลีกเลี่ยงการตีความของนักเรียนในประเด็นอื่นๆ และให้เปลี่ยนการตอบข้อสอบบางข้อเป็นการตอบแบบตัวเลือก เป็นต้น

เมื่อทำการปรับปรุงข้อสอบตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปหาคุณภาพ กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 35 คน แล้วนำข้อสอบแต่ละข้อไปวิเคราะห์ความยาก พบว่าข้อสอบรายข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.23-0.80 ซึ่งถือว่าอยู่

ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (α-Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.86

ผู้วิจัยวิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยการนำผลคะแนนรายข้อ ของนักเรียนกลุ่มคะแนนสูง เทียบกับนักเรียนกลุ่มคะแนนต่ำ โดยใช้การทดสอบค่าที (Independent Samples Test) โดยวิเคราะห์ที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มสูง สูงว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มต่ำ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าข้อสอบทุกข้อมีอำนาจจำแนกที่สามารถยอบรับได้

ขั้นตอนในการสร้างและวิธีการหาคุณภาพ แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติจากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ เอกสารการประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) จากนั้นจึงทำการสร้างแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

ต่อมาผู้วิจัยจึงหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ โดย

1) นำแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าได้ค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องไม่ต้องปรับปรุง ถ้าน้อยกว่าก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ สำหรับเกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ เป็นนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน เป็นนักวิทยาศาสตรศึกษา จำนวน 1 คน และเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน

2) นำแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปวิเคราะห์โดยการใช้นักเรียนจำนวน 40 คน ทำแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ และจึงนำผลที่ได้ไปหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach)

ผลการหาคุณภาพแบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของรายการคำถามในแบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์กับองค์ประกอบและประเด็นการศึกษาของเจตคติ โดยรายการคำถามในแบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์นี้ มีจำนวน 24 ข้อ แล้วใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถ้าได้ค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องไม่ต้องปรับปรุง ถ้าน้อยกว่าก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามของแบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ ในแต่ละข้อ มีค่า 0.67-1.00 ซึ่งมากว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 0.50 ซึ่งหมายถึงข้อคำถามมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบและประเด็นการศึกษาของเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ที่ตั้งไว้ จึง

สามารถนำข้อคำถามเหล่านั้นไปใช้ได้ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้เขียนแนะนำมาด้วย เพื่อให้ข้อคำถามที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

หลังจากทำการปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 60 คน แล้วทำการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษานำร่อง ทั้งนี้เพื่อให้เห็นความบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเก็บข้อมูลจริง เช่น ความต่อเนื่องของกิจกรรม ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ความเหมาะสมของเวลาในการเขียนตอบระหว่างกิจกรรม ปฏิกิริยาของนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม และการใช้ภาษาในการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับนักเรียน จำนวน 2 หน่วยแรก ทั้งนี้ได้ศึกษากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีลักษณะการจัดการระบบการเลือกรายวิชาชุมนุม ที่นักเรียนสนใจ ภาคเรียนละ 1 ชุมนุม โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนกลุ่มที่ซึ่งเดิมอยู่ในชุมนุมห้องเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมในช่วงการเข้ากิจกรรมชุมนุมดังกล่าว โดยทำการศึกษานำร่อง วันละ 1 ชั่วโมง 4 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน 2554

เมื่อทำการศึกษากับกลุ่มนำร่องแล้ว พบว่า ประเด็นที่ผู้วิจัยต้องปรับปรุงแก้ไขอยู่ 3 ประเด็น ประกอบด้วย ประเด็น 1 ด้านเวลา โดยเวลาในการทำแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่กำหนดไว้เดิมเท่ากับ 45 นาที แต่พบว่านักเรียนเกือบทั้งหมดทำไม่เสร็จตามเวลา ผู้วิจัยจึงได้ปรับให้กลุ่มตัวอย่างจริงใช้เวลาเท่ากับ 60 นาที ส่วนเวลาในการทำแบบทดสอบฉบับอื่น นักเรียนสามารถส่งได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ สำหรับเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นพบว่า นักเรียนต้องการเวลาในการเขียนตอบมากว่าที่ผู้วิจัยคาดไว้ โดยเดิมเวลาในการเขียนตอบแต่ละคำถาม ผู้วิจัยกำหนดให้ใช้ประมาณ 2-3 นาที แต่นักเรียนใช้จริงประมาณ 5 นาที ซึ่งปัญหานี้ช่วงแรกผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการกระตุ้นให้นักเรียนรีบเขียน เช่น บอกนักเรียนว่า “*เหลือเวลาอีก 1 นาที* ” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รีบเขียนตอบให้ทันเวลา แต่ไม่ได้ใส่ใจตรวจทานคำตอบของตนเองคือรีบเขียนให้เสร็จ ต่อมาผู้วิจัยจึงเปลี่ยนเป็นไม่ใช้การกระตุ้นโดยการบอกเวลา แต่เป็นการบอกนักเรียนว่า “*ให้นักเรียนคิดให้ดีๆ ก่อนค่อยเขียน ไม่ต้องรีบมาก ครูต้องการให้นักเรียนเขียนในสิ่งที่นักเรียนคิด*” จากนั้นผู้วิจัยปล่อยเวลาให้นักเรียนเขียนแล้วสังเกตพฤติกรรม พบว่านักเรียนใช้เวลาประมาณ 5 นาที ประเด็นที่ 2 ด้านภาษา พบว่าคำถามที่ใช้ถามในขั้นทำกิจกรรม บางคำถามทำให้นักเรียนสับสน ทำให้ผู้วิจัยต้องอธิบายคำถามซ้ำ หรือขยายความคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ ประเด็นที่ 3 ด้านพฤติกรรมในการทำกิจกรรม พบว่าเมื่อผู้วิจัยวางอุปกรณ์บนโต๊ะนักเรียนแล้ว

นักเรียนจะมุ่งความสนใจไปที่อุปกรณ์ทันที โดยไม่ฟังการชี้แจงรายละเอียด ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยทำการชี้แจงอุปกรณ์ตัวอย่างบนโต๊ะครูและชี้แจงการทำกิจกรรมให้ครบถ้วนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มออกมาหยิบอุปกรณ์ประจำกลุ่มไปใช้เมื่อเริ่มทำกิจกรรม หรือนักเรียนบางคนจะทำการทดลองคนเดียวโดยไม่ได้แบ่งงานให้เพื่อนในกลุ่มมีส่วนร่วม ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการบอกนักเรียนให้มีการแบ่งการกันทำให้ครบทุกคน โดยชี้แจงเสริมว่า ในทุกคาบจะมีการทำกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละคนเปลี่ยนบทบาทหน้าที่ไปเรื่อยๆ ให้ครบ และเมื่อครูให้ตัวแทนกลุ่มพูดแสดงความคิดของกลุ่ม พบว่านักเรียนส่วนหนึ่งแสดงออกว่าไม่ต้องการพูด ซึ่งนักเรียนให้เหตุผลว่า กลัวตอบผิด อายเพื่อน อายครู และมีนักเรียนบางคนแสดงออกว่าต้องการนำเสนอมาก ผู้วิจัยจึงกำหนดว่า นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องได้พูดนำเสนอ โดยให้เปลี่ยนคนไปเรื่อยๆ ในแต่ละกิจกรรม แต่ก่อนพูดนักเรียนในกลุ่มจะต้องปรึกษาในก่อนว่าจะพูดว่าอย่างไร

หลังจากได้นำผลการจัดกิจกรรมที่บกพร่องไปแก้ไข ผู้วิจัยจึงได้เริ่มเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจริง

โดยขั้นการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาเป็นเนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ประกอบด้วย การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดสุริยุปราคา การเกิดจันทรุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งเนื้อหาบางส่วนเป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ จำนวน 28 คน เนื่องจากโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ มีการจัดกิจกรรมเสริมให้นักเรียนในช่วงนอกเหนือเวลาเรียนปกติ โดยกิจกรรมเป็นการเรียนเสริมหรือกิจกรรมวิชาการที่ส่งเสริมความสามารถของนักเรียนในด้านอื่นๆ ผู้วิจัยจึงประชาสัมพันธ์การจัดกิจกรรม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ โดยมีนักเรียนสนใจประมาณ 35 คน ซึ่งนักเรียนที่เลือกส่วนใหญ่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึงธันวาคม 2554 โดยในการทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1) ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับงานวิจัย

2) เก็บข้อมูลก่อนเรียนจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ บันทึกผลการจัดกิจกรรมเพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับผลการวิจัย

4) เก็บข้อมูลหลังเรียนจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

5) แจ้งให้นักเรียนทราบผลการจัดการเรียนรู้

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้ข้อมูลจากการศึกษานำร่องและการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดกระทำ ดังนี้

1) ศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยวิเคราะห์จากแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน แล้วทำการจัดกลุ่มการใช้ตัวแทนความคิด แยกตัวแทนความคิดที่มีมโนมติที่ผิดออก เลือกสัมภาษณ์นักเรียนที่มีตัวแทนความคิดที่มีลักษณะเด่น เช่น นักเรียนที่มีตัวแทนความคิดที่ซับซ้อน นักเรียนที่มีตัวแทนแนวคิดที่มีมโนมติที่คาดเคลื่อน จากนั้นจึงแปลผลโดยวิธีการตีความ (Interpretive paradigm)

2) ศึกษาระดับความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนจากคะแนนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ ค่า Normalized gain (<g>) ในการวิเคราะห์ผล ประกอบกับใช้สถิติพื้นฐาน เช่น การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการอธิบายประกอบด้วย และทดสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3) ศึกษาระดับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก คะแนนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ ค่า Normalized gain (<g>) ในการวิเคราะห์ผล ประกอบกับใช้สถิติพื้นฐาน เช่น การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการอธิบายประกอบด้วย และทดสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4) ศึกษาระดับเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนจาก คะแนนของนักเรียนในการทำแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน แล้วทดสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ประกอบกับใช้สถิติพื้นฐาน เช่น การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการอธิบายประกอบด้วย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีการใช้สถิติเพื่อช่วยการการวิเคราะห์ข้อมูลและหาคุณภาพ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลการวิจัย ดังนี้

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 3 ส่วนย่อย ดังนี้

1) สถิติสำหรับการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of consistency) เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง ของเครื่องมือวิจัย (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 208-209) ได้ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) สถิติสำหรับการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจและแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 209-211) ได้ใช้สูตร ดังนี้

2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

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

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_u แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก

R_L แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3) สถิติสำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200-201) ได้ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือนั้นทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย ดังนี้

1) สถิติสำหรับการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) ของคะแนนความเข้าใจ คะแนนทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 73) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2) สถิติสำหรับการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนนความเข้าใจ คะแนนทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538 : 79) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3) สถิติสำหรับการหาค่า Normalized gain (<g>) ของคะแนนความเข้าใจ และคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกได้เป็น 3 ระดับ คือ

การพัฒนาอยู่ในระดับสูง เมื่อ <g> $\geq$ 0.7

การพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อ 0.3 $\leq$ <g> $\leq$ 0.7 และ

การพัฒนาอยู่ในระดับต่ำ เมื่อ <g> $\leq$ 0.3 ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้ (Hake, R. 2001)

$$\langle g \rangle = \frac{\%posttest - \%pretest}{100\% - \%pretest}$$

เมื่อ <g> แทน ค่า normalized gain

% Post-test แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

% Pre-test แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

4) สำหรับการตรวจสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของความเข้าใจ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์นั้น (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ df = n -1

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนคู่คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบศึกษาตัวแทนแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน มาจัดกระทำให้เป็นระบบและหาความหมาย แยกแยะองค์ประกอบ รวมทั้งเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อให้สามารถนำไปสู่ความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานและแนวคิดที่นักเรียนแสดงออกมาต่อการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานเหล่านั้นได้ แล้วจึงทำการสัมภาษณ์นักเรียน ในแต่ละแนวคิด เพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนแสดงออกในแนวคิดนั้นมากยิ่งขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปโดย ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุป เป็นดังนี้

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลและมีการตรวจสอบข้อมูลแล้ว มีการนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ คือ

1. การหารูปแบบพฤติกรรมหรือหาข้อเท็จจริง
2. การให้คำอธิบายหรือให้ความหมายแก่พฤติกรรม

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. การถอดข้อมูล (Transcribing interview) (Beck, 1994) ที่ได้จากการสัมภาษณ์และแบบศึกษาตัวแทนความคิด

2. การจัดการข้อมูล (Data management) ซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์และแบบศึกษาตัวแทนความคิดหรือด้วยวิธีการต่างๆ โดยข้อมูลถูกจัดเตรียมเป็นลักษณะแฟ้มต่างๆ และนำข้อมูลเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล

3. การให้รหัส (Coding) จัดหมวดหมู่ข้อมูล (Categoring) หรือการทำดัชนีข้อมูล (Indexing) เป็นการเลือกคำบางคำมาใช้เพื่อจัดหมวดหมู่ข้อมูล โดยดัชนีข้อมูลนี้อาจเป็นคำ (Words) เป็นประโยค (Sentences) เป็นแนวคิด (Concept) ก็ได้

4. การทำข้อสรุปชั่วคราวและการตัดทอนข้อมูล (Memoing data reduction) การทำข้อสรุปชั่วคราว เป็นการลองเขียนข้อสรุปแต่ละเรื่อง การทำข้อสรุปชั่วคราวจึงเป็นการลดขนาดข้อมูลและช่วยกำจัดข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไปได้

5. การเสนอข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์และการนำเสนอ (Displaying data for analysis and presentation) เป็นการนำข้อสรุปย่อย ๆมาเชื่อมโยงกัน เพื่อหาข้อสรุปซึ่งจะตอบปัญหาการวิจัย โดยอาจจัดทำเป็นแผนที่ (Map) แผนภูมิ (Charts) ตารางบรรจุเนื้อหา (Matrices) เครือข่ายของเหตุและผล (Causal network) การจัดแบ่งประเภทของคำ ความคิด ความเชื่อ (Taxonomies or ethno classifications)

6. การประมวลและสรุปข้อเท็จจริง (Drawing and verifying conclusions) ได้แก่ การค้นหาแบบแผน การจัดกลุ่ม การวิเคราะห์ปัจจัย การระบุความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ การเชื่อมโยงแนวคิด ทฤษฎีกับสิ่งที่ค้นพบ

7. การพิสูจน์บทสรุป เป็นการโยงข้อสรุปเชิงนามธรรมกลับไปสู่รูปธรรมในเหตุการณ์ใหม่อีกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าบทสรุปที่ทำไว้นั้นเหมาะสมดีแล้ว มีความน่าเชื่อถือ โดยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า โดยสามเส้าด้านวิธีการเก็บข้อมูล (สุภางค์ จันทวานิช, 2552) คือการพิจารณาจากข้อมูล 3 แบบ ได้แก่ จากการสัมภาษณ์ และจากแบบศึกษาตัวแทนความคิด ร่วมกับการตรวจสอบสามเส้าด้านผู้วิจัย (องอาจ นัยพัฒน์, 2551) โดยใช้กลุ่มผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล (peer debriefing) แล้วจึงประเมินคุณภาพของข้อมูล และอาจตรวจสอบบทสรุปที่ได้กับผู้ให้ข้อมูล เป็นต้น (Morse; & Field, 1996) เพื่อให้แน่ใจว่าบทสรุปที่ได้มีความเหมาะสมน่าเชื่อถือ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สัญลักษณ์ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

$\bar{x}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
<g>	หมายถึง	ค่าการพัฒนาหรือ Normalized gain
t	หมายถึง	ค่าการแจกแจงแบบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test)
p	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นของผลการทดสอบสมมติฐาน
df	หมายถึง	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

โดยผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร ซึ่งในที่นี้ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้แยกการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ลักษณะความสามารถ ดังนี้

1) ด้านการควบคุมตัวแปร (Controlling ability) หมายถึง ความสามารถที่แสดงถึงการออกแบบการทดลอง โดยการควบคุมตัวแปรอื่นๆได้

2) ด้านการแสดงสัดส่วน (Proportional ability) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เชิงคณิตศาสตร์ได้

3) ด้านการแสดงโอกาส (Probabilistic ability) หมายถึง ความสามารถในการสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์ใดๆ บนพื้นฐานของความเป็นไปได้

4) ด้านการแสดงความสัมพันธ์ (Correlational ability) หมายถึง ความสามารถในการแปลผลการศึกษาโดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กัน

5) ด้านการสรุปผล (Generalized ability) หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อสรุปทั่วไป ที่นอกเหนือไปจากการทดลองหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้สร้างข้อสรุปใหม่ที่เหมาะสม

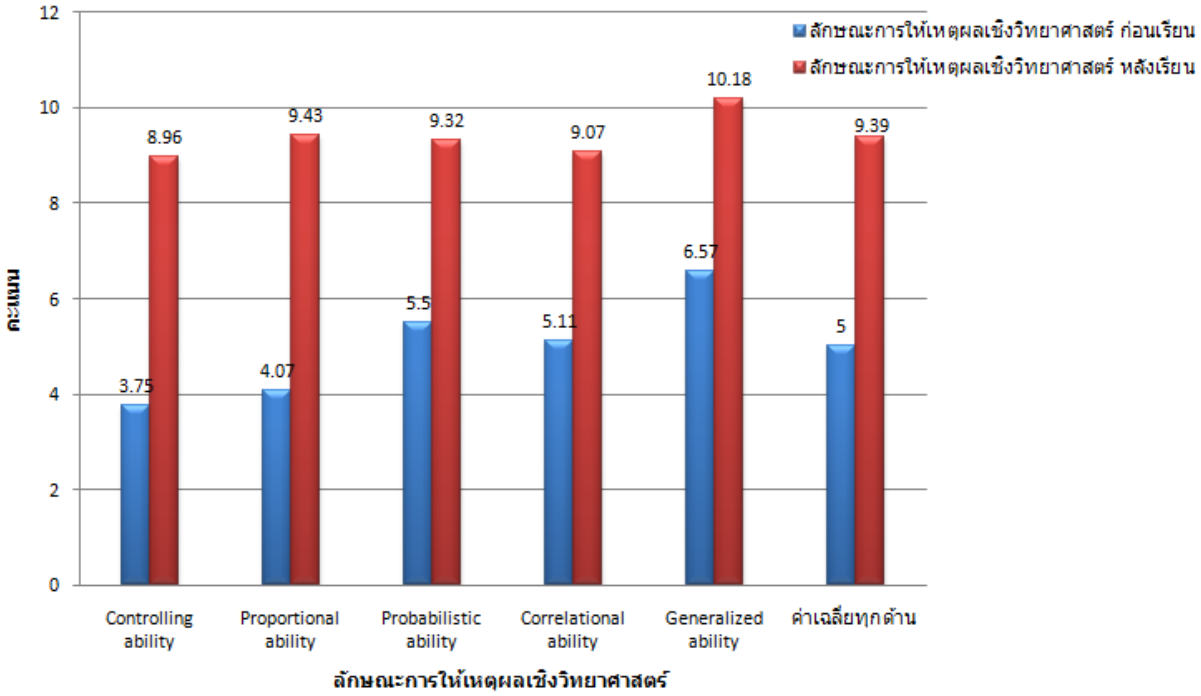
โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน จากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2554 และในวันที่ 29 ธันวาคม 2554 ซึ่งได้ผลดังนี้

ตาราง 2 แสดงคะแนนความสามารถของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน และค่าการพัฒนา (Normalized gain)

ลักษณะความสามารถของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		<g>
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
ด้านการควบคุมตัวแปร (Controlling ability)	15	3.75	3.11	8.96	3.82	0.46
ด้านการแสดงสัดส่วน (Proportional ability)	15	4.07	3.01	9.43	3.26	0.49
ด้านการแสดงโอกาส (Probabilistic ability)	15	5.50	3.19	9.32	3.17	0.40
ด้านการแสดงความสัมพันธ์ (Correlational ability)	15	5.11	3.05	9.07	2.77	0.40
ด้านการสรุปผล (Generalized ability)	15	6.57	2.62	10.18	2.40	0.43
ค่าเฉลี่ยทุกด้าน	15	5.00 (33%)	3.00	9.39 (63%)	3.08	0.44

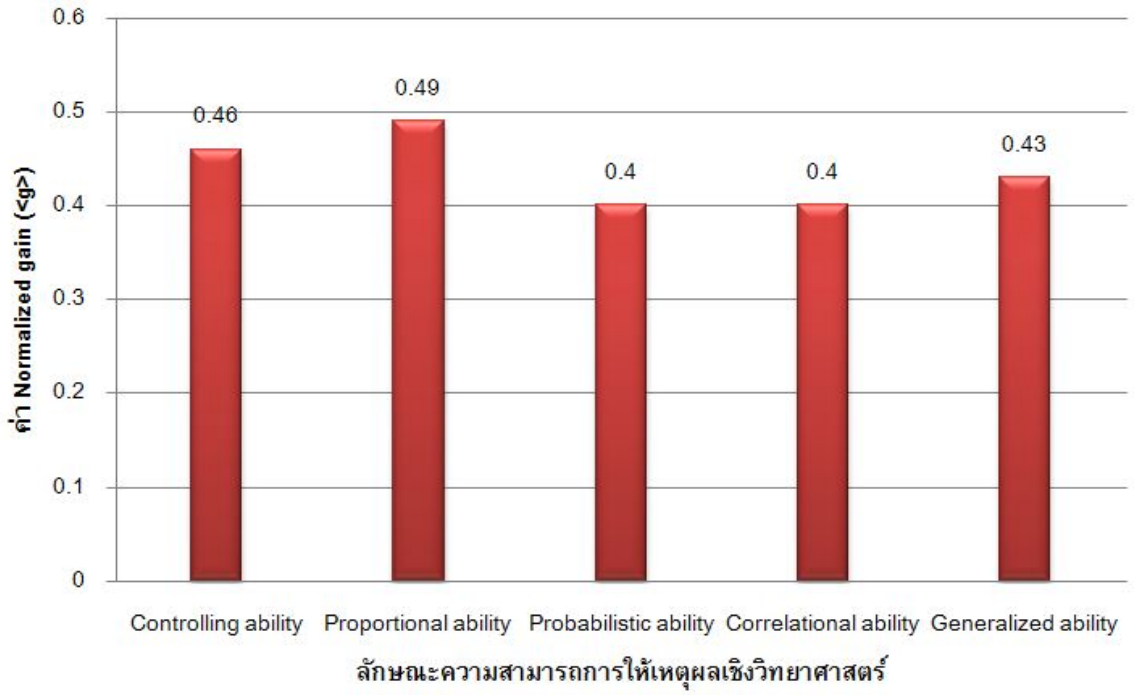
จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนในภาพรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 5.00 เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายด้าน จากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านการสรุปผล ($\bar{x}$ = 6.57) ด้านการแสดงโอกาส ($\bar{x}$ = 5.50) ด้านการแสดงความสัมพันธ์ ($\bar{x}$ = 5.11) ด้านการแสดงสัดส่วน ($\bar{x}$ = 4.07) และด้านการควบคุมตัวแปร ($\bar{x}$ = 3.75) ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนในภาพรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 9.39 เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายด้าน จากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านการสรุปผล

($\bar{X}$ = 10.18) ด้านการแสดงสัดส่วน ($\bar{X}$ = 9.43) ด้านการแสดงโอกาส ($\bar{X}$ = 9.32) ด้านการแสดงความสัมพันธ์ ($\bar{X}$ = 9.07) และด้านการควบคุมตัวแปร ($\bar{X}$ = 8.96) โดยผู้วิจัยนำเสนอกราฟเปรียบเทียบในภาพประกอบ 3 ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน

จากภาพประกอบ 4 จะเห็นว่าลักษณะของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเพิ่มขึ้นทุกด้าน แต่เมื่อพิจารณาค่า Normalized gain (<g>) ของคะแนนภาพรวมแล้วพบว่ามีค่า <g>=0.44 เมื่อเรียงลำดับค่า <g> รายด้าน จากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านการแสดงสัดส่วน (<g> = 0.49) ด้านการควบคุมตัวแปร (<g> = 0.46) ด้านการสรุปผล (<g> = 0.43) ส่วนด้านการแสดงโอกาสและด้านการแสดงความสัมพันธ์ มีค่า <g> = 0.40 เท่ากัน โดยผู้วิจัยนำเสนอกราฟเปรียบเทียบในภาพประกอบ 4 ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า Normalized gain ของลักษณะความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน

จากภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลเชิงบวกต่อการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยทำให้นักเรียนมีคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทุกด้าน มีระดับที่สูงขึ้น และนักเรียนมีระดับการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ทั้งภาพรวมและรายด้านทุกด้าน ซึ่งการพัฒนา จะอยู่ในระดับสูงเมื่อ $\langle g \rangle \geq 0.7$ การพัฒนาอยู่ในระดับปานกลางเมื่อ $0.3 \leq \langle g \rangle \leq 0.7$ และการพัฒนาอยู่ในระดับต่ำ เมื่อ $\langle g \rangle \leq 0.3$

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำการทดสอบค่า t ซึ่งได้ผลดังนี้

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test)

ลักษณะความสามารถของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนน	N	df	$\bar{X}$	S.D.	t
ด้านการควบคุมตัวแปร (Controlling ability)	ก่อนเรียน	28	27	3.75	3.11	7.549*
	หลังเรียน	28	27	8.96	3.82	
ด้านการแสดงสัดส่วน (Proportional ability)	ก่อนเรียน	28	27	4.07	3.01	10.966*
	หลังเรียน	28	27	9.43	3.26	
ด้านการแสดงโอกาส (Probabilistic ability)	ก่อนเรียน	28	27	5.50	3.19	8.202*
	หลังเรียน	28	27	9.32	3.17	
ด้านการแสดงความสัมพันธ์ (Correlational ability)	ก่อนเรียน	28	27	5.11	3.05	11.069*
	หลังเรียน	28	27	9.07	2.77	
ด้านการสรุปผล (Generalized ability)	ก่อนเรียน	28	27	6.57	2.62	10.302*
	หลังเรียน	28	27	10.18	2.40	
รวม	ก่อนเรียน	28	27	25.00	12.67	14.583*
	หลังเรียน	28	27	46.96	12.71	

* $p < .01$

จากตารางพบว่า คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนทุกลักษณะการให้เหตุผล และภาพรวม มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่คาดหวังไว้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้จะสามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร ซึ่งในที่นี้ เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่นักเรียนมีต่อวิชาดาราศาสตร์ ในการศึกษาเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ครั้งนี้ได้แยกเป็น 4 ประเด็นคือ

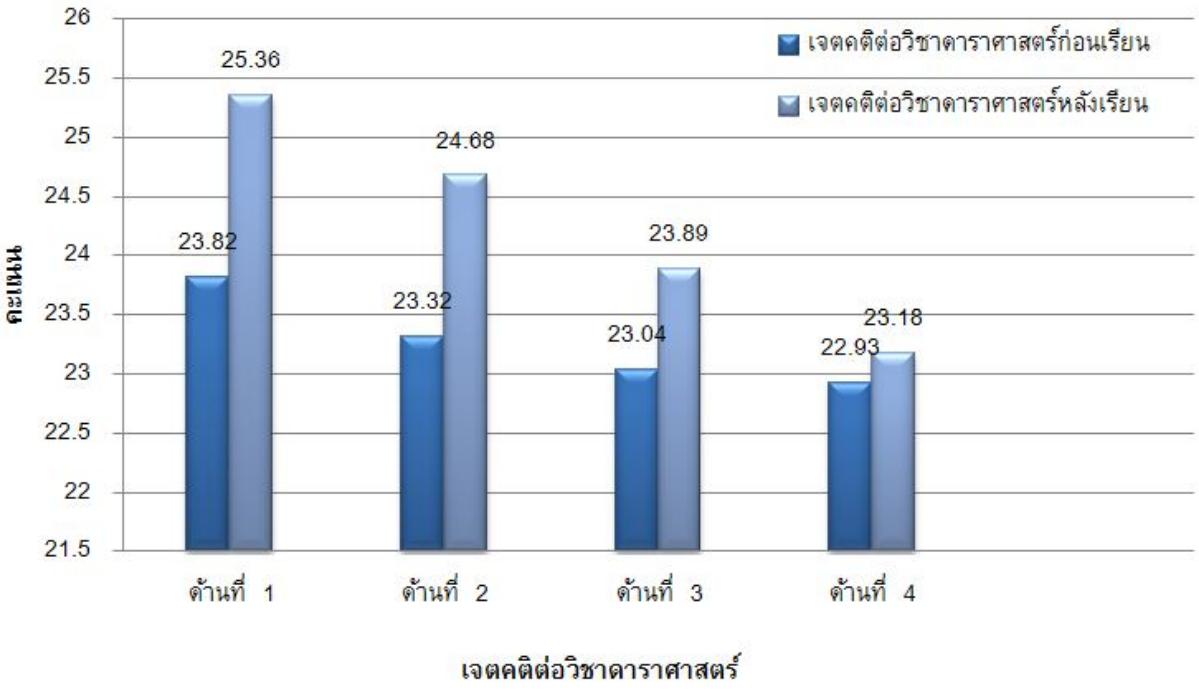
1. ความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์
2. การเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน
3. แนวความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือการทดลองทางด้านดาราศาสตร์
4. การมีส่วนเกี่ยวข้องของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียนในอนาคต

โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนและหลังเรียน จากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2554 และในวันที่ 29 ธันวาคม 2554 ซึ่งได้ผลดังนี้

ตาราง 4 แสดงคะแนนเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์	30	23.82	3.52	25.36	3.00
การเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน	30	23.32	3.72	24.68	3.57
แนวความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือทดลองทางด้านดาราศาสตร์	30	23.04	3.69	23.89	2.62
การมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน	30	22.93	3.88	23.18	3.60
รวม	120	93.11	12.75	97.11	10.72

จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนในภาพรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 93.11 เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายด้าน จากมากไปน้อยได้ดังนี้ 1) ด้านความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์ 2) ด้านการเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน 3) ด้านแนวความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือทดลองทางด้านดาราศาสตร์และ 4) ด้านการมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนในภาพรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 97.11 เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายด้าน จากมากไปน้อยได้ดังนี้ 1) ด้านความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์ 2) ด้านการเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน 3) ด้านแนวความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือทดลองทางด้านดาราศาสตร์และ 4) ด้านการมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน โดยผู้วิจัยนำเสนอกราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนรายด้านในภาพประกอบ 4.3 ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 6 กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์รายด้าน ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน

จากภาพพบว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ด้านความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์ มีค่าสูงที่สุดทั้งก่อนและหลังเรียน ส่วนด้านการมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน มีค่าต่ำที่สุดทั้งก่อนและหลังเรียนเช่นกัน และคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนทุกด้านมีค่าเพิ่มขึ้นหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำการทดสอบค่า t ซึ่งได้ผลดังนี้

ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่า (t-test)

เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์	คะแนน	N	df	$\bar{X}$	S.D.	t
ความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์	ก่อนเรียน	28	27	23.82	3.52	2.921*
	หลังเรียน	28	27	25.36	3.00	
การเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน	ก่อนเรียน	28	27	23.32	3.72	2.548**
	หลังเรียน	28	27	24.68	3.57	
แนวความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือทดลองทางด้านดาราศาสตร์	ก่อนเรียน	28	27	23.04	3.69	1.769
	หลังเรียน	28	27	23.89	2.62	
การมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคต ของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน	ก่อนเรียน	28	27	22.93	3.88	.480
	หลังเรียน	28	27	23.18	3.60	
รวม	ก่อนเรียน	28	27	93.11	12.75	3.170*
	หลังเรียน	28	27	97.11	10.72	

* $p < .01$

** $p < .05$

จากตารางพบว่า คะแนนเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในภาพรวมมีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์ มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านการเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ด้านแนวความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือทดลองทางด้านดาราศาสตร์และด้านการมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน มีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ในส่วนนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานก่อนและหลังเรียน จากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน ซึ่งเป็นนักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2554 และในวันที่ 29 ธันวาคม 2554 ซึ่งได้ผลดังนี้

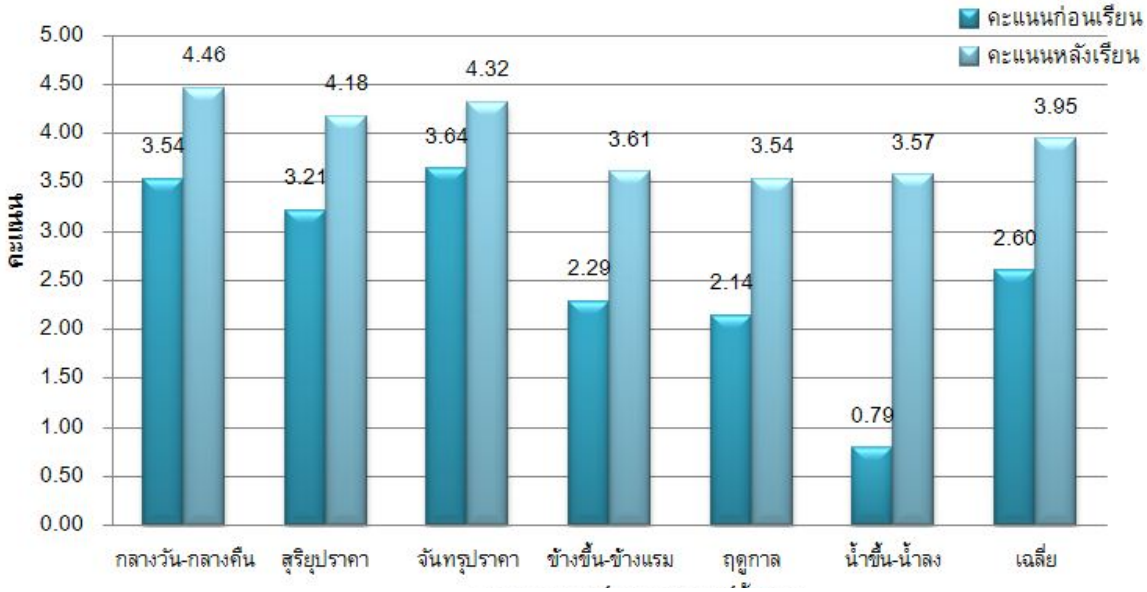
ตาราง 6 แสดงคะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานก่อนและหลังเรียน และค่าการพัฒนา (Normalized gain)

เนื้อหา	จำนวนข้อ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		<g>
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
กลางวัน-กลางคืน	5	3.54	0.96	4.46	0.51	0.63
ฤดูกาล	5	2.14	0.80	3.54	0.92	0.49
สุริยุปราคา	5	3.21	1.10	4.18	0.67	0.54
จันทรุปราคา	5	3.64	1.06	4.32	0.67	0.50
ข้างขึ้น-ข้างแรม	5	2.29	1.21	3.61	0.83	0.49
น้ำขึ้น-น้ำลง	5	0.79	1.07	3.57	0.74	0.66
รวม	30	15.61 (52%)	4.47	23.68 (79%)	2.89	0.56

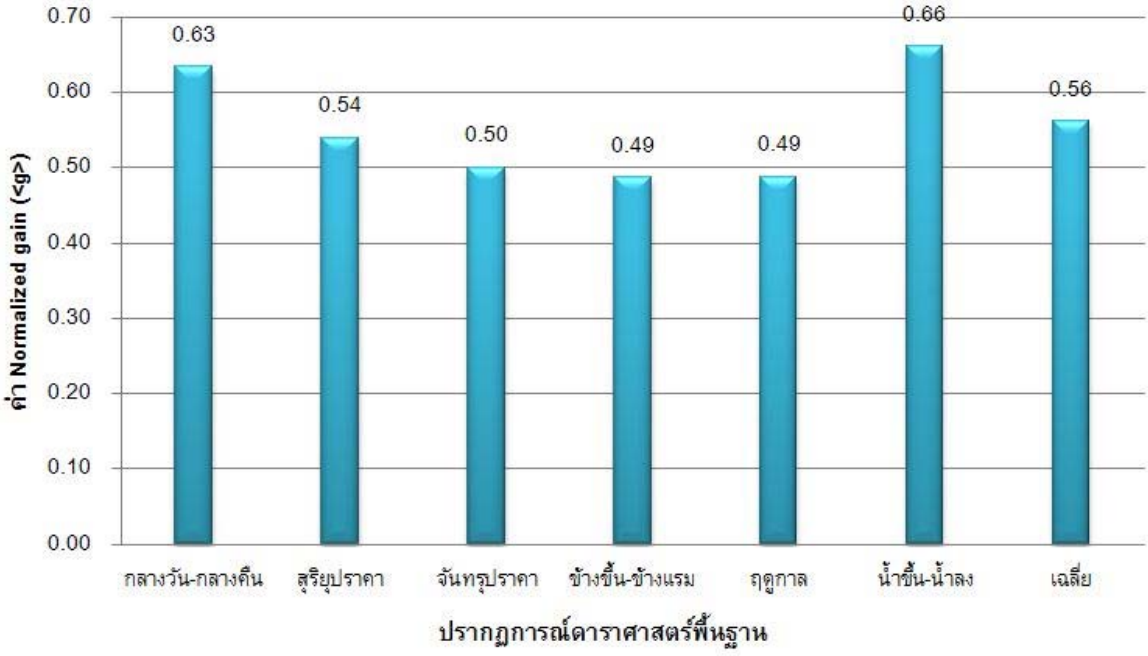
จากตารางพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนในภาพรวมทุกเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 15.61 คิดเป็น 52% เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายเนื้อหา พบว่าการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา กลางวัน-กลางคืน สุริยุปราคา ข้างขึ้น-ข้างแรม ฤดูกาล และน้ำขึ้น-น้ำลง มีคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนในภาพรวมทุกเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 23.68 คิดเป็น 79% เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายเนื้อหา พบว่าการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน จันทรุปราคา สุริยุปราคา ข้างขึ้น-ข้างแรม น้ำขึ้น-น้ำลงและฤดูกาล และพบว่าคะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานทุกปรากฏการณ์ มีคะแนนเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าการพัฒนา ของคะแนนภาพรวมแล้วพบว่ามีค่า <g>=0.56 เมื่อเรียงลำดับค่า <g> พบว่าการเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง กลางวัน-กลางคืน สุริยุปราคาจันทรุปราคา ข้างขึ้น-ข้างแรมและฤดูกาล มีค่าจากมากไปหาน้อยตามลำดับ โดยทั้งหมดมีค่า <g> อยู่ระหว่าง 0.49 - 0.66 ซึ่งถือว่าคะแนนรวมทุกปรากฏการณ์และคะแนนรายเนื้อหา มีค่าการพัฒนา อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งการพัฒนา จะอยู่ในระดับสูงเมื่อ <g> $\geq$ 0.7 การพัฒนาอยู่ในระดับปานกลางเมื่อ 0.3 $\leq$ <g> $\leq$ 0.7 และการพัฒนาอยู่ในระดับต่ำ เมื่อ <g> $\leq$ 0.3

โดยผู้วิจัยนำเสนอกราฟเปรียบเทียบในภาพประกอบ 6 และภาพประกอบ 7 ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 7 แสดงกราฟเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน



ภาพประกอบ 8 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่า Normalized gain (<g>) ของคะแนนความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานก่อนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำการทดสอบค่า t ซึ่งได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่า (t-test)

ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน	คะแนน	N	df	$\bar{X}$	S.D.	t
กลางวัน-กลางคืน	ก่อนเรียน	28	27	3.54	0.96	5.227*
	หลังเรียน	28	27	4.46	0.51	
ฤดูกาล	ก่อนเรียน	28	27	2.14	0.80	8.042*
	หลังเรียน	28	27	3.54	0.92	
สุริยุปราคา	ก่อนเรียน	28	27	3.21	1.10	5.791*
	หลังเรียน	28	27	4.18	0.67	
จันทรุปราคา	ก่อนเรียน	28	27	3.64	1.06	4.649*
	หลังเรียน	28	27	4.32	0.67	
ข้างขึ้น-ข้างแรม	ก่อนเรียน	28	27	2.29	1.21	7.400*
	หลังเรียน	28	27	3.61	0.83	
น้ำขึ้น-น้ำลง	ก่อนเรียน	28	27	0.79	1.07	18.735*
	หลังเรียน	28	27	3.57	0.74	
รวม	ก่อนเรียน	28	27	15.61	4.47	15.698*
	หลังเรียน	28	27	23.68	2.89	

* $p < .01$

จากตารางพบว่า คะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานก่อนและหลังเรียนในทุกปรากฏการณ์และในภาพรวม มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่คาดหวังไว้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ส่งผลต่อให้ความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้นด้วย

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ในส่วนนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อตัวแทนความคิดของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียน ต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานก่อนและหลังเรียน จากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2554 และในวันที่ 29 ธันวาคม 2554 จากนั้นผู้วิจัยแปลผลและจัดกลุ่มตัวแทนความคิดนักเรียนเป็น 4 ระดับ ตามกลุ่มแนวคิด ดังนี้

ระดับ 4 แนวความคิดที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความถูก พร้อมให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

ระดับ 3 แนวความคิดไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความถูก ให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

ระดับ 2 แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความถูก แต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

ระดับ 1 ไม่เข้าใจแนวความคิด หมายถึง คำตอบหรือข้อความหรือภาพที่นักเรียนเขียนสื่อความผิดหรือ ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

ซึ่งได้ผลดังนี้

ตาราง 8 แสดงข้อมูลจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับแนวคิด

ปรากฏการณ์	ระดับแนวคิด	จำนวนนักเรียน(คน)				
		ก่อนเรียน	การเปลี่ยนแปลงหลังเรียน			รวมหลังเรียน
			คงที่	สูงขึ้น	ต่ำลง	
กลางวัน-กลางคืน	4	4 (14.3%)	4	-	-	16 (57.1%)
	3	17 (60.7%)	7	10	-	12 (42.6%)
	2	5 (17.9%)	-	5	-	0
	1	2 (7.1%)	-	2	-	0
ฤดูกาล	4	3 (10.7%)	3	-	-	23 (82.1%)
	3	1 (3.6%)	1	-	-	1 (3.6%)
	2	19 (67.9%)	3	16	-	4 (14.3%)

ตาราง 8 (ต่อ)

ปรากฏการณ์	ระดับแนวคิด	จำนวนนักเรียน(คน)				
		ก่อนเรียน	การเปลี่ยนแปลงหลังเรียน			รวมหลังเรียน
			คงที่	สูงขึ้น	ต่ำลง	
	1	5 (17.9%)	-	5	-	0
สุริยุปราคา	4	5 (17.9%)	5	-	-	17 (60.7%)
	3	17 (60.7%)	7	10	-	10 (35.7%)
	2	0	-	-	-	0
	1	6 (21.4%)	1	5	-	1 (3.6%)
จันทรุปราคา	4	9 (32.1%)	9	-	-	16 (57.1%)
	3	10 (35.7%)	4	6		11 (39.3%)
	2	0	-	-	-	1 (3.6%)
	1	9 (32.1%)	-	9	-	0
ข้างขึ้น-ข้างแรม	4	3 (10.7%)	3	-	-	16 (57.1%)
	3	7 (25.0%)	4	3	-	10 (35.7%)
	2	1 (3.6%)	1	-	-	1 (3.6%)
	1	17 (60.7%)	1	16	-	1 (3.6%)
น้ำขึ้น-น้ำลง	4	0	-	-	-	19 (67.9%)
	3	4 (14.3%)	2	2	-	6 (21.4%)
	2	6 (21.4%)	1	5	-	1 (3.6%)
	1	18 (64.3%)	2	16	-	2 (7.1%)

จากตารางพบว่า แนวคิดของในนักเรียนในช่วงก่อนเรียน มีการกระจายตัวในทุกระดับแนวคิด สำหรับในช่วงหลังเรียน แนวคิดของในนักเรียนส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีระดับของแนวคิดที่สมบูรณ์จำนวนมากขึ้น และมีระดับของแนวคิดที่คาดเคลื่อนน้อยลง

ลักษณะตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

กลางวัน-กลางคืน

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดกลางวัน-กลางคืนบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ ได้แสดงให้เห็นว่าการหมุนรอบตัวเองของโลกและการหันเข้าหรือออกจากดวงอาทิตย์เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดกลางวันกลางคืน เช่น

"...เกิดขึ้นโดยโลกหมุนรอบตัวเอง เวลาที่โลกหมุนรอบตัวเองนั้น จะทำให้บางจุดของโลกโดนแสงก็จะเป็นกลางวัน จุดใดที่ไม่โดนแสงก็จะเป็นกลางคืน สลับกัน..." (นักเรียนคนที่ 1)

"...กลางวันกลางคืนเกิดจากโลกหมุนรอบตัวเอง ...ทำให้ด้านที่โดนแสงจะทำให้เกิดความสว่าง เรียกว่ากลางวัน และด้านที่ไม่โดนแสงจะมีลักษณะมืด เรียกว่ากลางคืน..." (นักเรียนคนที่ 5)

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น

"...เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก" (นักเรียนคนที่ 7)

"โลกหมุนรอบตัวเองจะทำให้เกิดกลางวันกลางคืน" (นักเรียนคนที่ 8)

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับกลางวันกลางคืน เช่น

"เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์...กลางวันเป็นด้านที่โลกหันเข้าหาดวงอาทิตย์ ขณะที่กำลังโคจรรอบดวงอาทิตย์และกลางคืน คือส่วนที่หันออกจากดวงอาทิตย์" (นักเรียนคนที่ 3)

"เกิดจากการที่โลกไม่ได้อยู่กับที่แต่หมุนรอบตัวเองอยู่ตลอดเวลา ทำให้ด้านหนึ่งหันเข้าหาดวงอาทิตย์และอีกด้านหนึ่งหันเข้าหาดวงจันทร์ทำให้เกิดกลางวันกลางคืน" (นักเรียนคนที่ 10)

ส่วนนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น "เมื่อดวงอาทิตย์หมุนรอบโลก มันก็จะเกิดกลางวันกลางคืน" (นักเรียนคนที่ 4)

"...ดวงอาทิตย์หมุนรอบโลกก็จะเกิดกลางวันกลางคืน" (นักเรียนคนที่ 21) เป็นต้น

ฤดูกาล

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดฤดูกาลบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าการเอียงของโลกในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดฤดูกาล เช่น

"...เกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์และแกนโลกเอียง 23.5 องศา ทำให้ได้รับแสงสว่างไม่เท่ากัน ทำให้เกิดฤดูกาล" (นักเรียนคนที่ 6)

"...การที่แกนโลกเอียง 23.5 องศา ทำให้แกนโลกเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ และการหมุนของโลกที่หมุนรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เมื่อด้านที่หันหาดวงอาทิตย์ร้อน เป็นฤดูร้อน และอีกฝั่งจะเป็นฤดูหนาว" (นักเรียนคนที่ 9)

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น

"เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาลต่างๆ" (นักเรียนคนที่ 13)

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับฤดูกาล เช่น

"เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์" (นักเรียนคนที่ 8)

"ฤดูกาลเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี เมื่อโคจรถึงจุดๆหนึ่งที่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดก็จะทำให้เกิดฤดูร้อน และเมื่อถึงจุดที่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุดจะเกิดฤดูหนาวและฤดูอื่นๆอีกมากมาย" (นักเรียนคนที่ 26)

จะเห็นว่านักเรียนเข้าใจว่าฤดูกาลเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี เมื่อโคจรถึงจุดที่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดก็จะทำให้เกิดฤดูร้อน และเมื่อถึงจุดที่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุดจะเกิดฤดูหนาว

ส่วนนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น นักเรียนเขียนระบุว่า ดวงอาทิตย์หมุนรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเอง เป็นคำตอบ

“...ดวงอาทิตย์หมุนรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเอง” (นักเรียนคนที่ 3)

“...ดวงอาทิตย์ หมุนรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเอง ทำให้เกิดเป็นฤดูกาล” (นักเรียนคนที่ 22)

สุริยุปราคา

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดสุริยุปราคาบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าการเรียงตัวกันของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์และนักเรียนอธิบายลักษณะเฉพาะของตำแหน่งที่เห็นปรากฏการณ์ประกอบด้วย เช่น

“...เกิดจากดวงจันทร์บดบังแสงจากดวงอาทิตย์...เกิดได้ 3 แบบ คือ แบบเต็มดวง แบบวงแหวน และแบบบางส่วน แต่ละแบบขึ้นอยู่กับความใกล้ห่างระหว่างดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์และโลก และจุดที่เรายืนอยู่บนโลกด้วย” (นักเรียนคนที่ 6)

“...เกิดจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก โคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน เงามืดและเงามัวของดวงจันทร์ทอดลงพื้นโลก” (นักเรียนคนที่ 21) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น

“เกิดจากดวงอาทิตย์และโลกโคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน โดยดวงจันทร์อยู่ตรงกลาง” (นักเรียน 4)

“เกิดจากดวงจันทร์บังโลก” (นักเรียนคนที่ 7)

“...เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หมุนรอบโลก เมื่อใดที่หมุนมาอยู่ในแนวเดียวกันก็จะเกิดสุริยุปราคา เรียงลำดับจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์อยู่ตรงกลางและโลกอยู่อีกฝั่งหนึ่ง และดวงจันทร์จะมาบังแสงของดวงอาทิตย์ไม่ให้มาโดนโลก” (นักเรียนคนที่ 1) เป็นต้น

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับสุริยุปราคา ซึ่งการเก็บข้อมูลครั้งนี้ ไม่พบนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่ามีความคาดเคลื่อนของแนวความคิด และนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น นักเรียนไม่เขียนตอบ แต่วาดรูปวัตถุทรงกลม 2 ชิ้นและเส้นตรงที่ลากเชื่อมกันสี่เส้น แต่ไม่ได้ให้รายละเอียดอะไร เป็นต้น

จันทรุปราคา

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดจันทรุปราคาบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าการเรียงตัวกันของดวงอาทิตย์ โลกและดวงจันทร์ ทำให้เกิดปรากฏการณ์และนักเรียนอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ประกอบอย่างถูกต้องด้วย เช่น

“...เกิดจากการที่ดวงอาทิตย์ โลกและดวงจันทร์โคจรมาอยู่ในแนวเดียวกัน จึงทำให้เงาของโลกบังแสงของดวงอาทิตย์ไม่ให้ไปกระทบพื้นผิวของดวงจันทร์ จะสังเกตได้ว่าเวลาเกิดจันทรุปราคาเต็มดวงดวงจันทร์จะกลายเป็นสีน้ำตาลแดง เกิดจากการหักเหของแสงอาทิตย์” (นักเรียนคนที่ 1)

“...เกิดจาก ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ อยู่ในระนาบเดียวกันและวันนี้ต้องเป็นวันเพ็ญ พระจันทร์เต็มดวง ซึ่งเมื่อโลกเคลื่อนที่มาบดบังแสงจะทำให้เกิดเงาบนดวงจันทร์ และทำให้คนบนโลก เห็นดวงจันทร์มืดลงและเมื่อโลกเคลื่อนที่ออกจะทำให้ดวงจันทร์สว่างเหมือนเดิม” (นักเรียนคนที่ 5) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น

“เนื่องจากโลกอยู่ระหว่างดวงอาทิตย์กับดวงจันทร์พื้นอยู่ในระนาบเดียวกัน”(นักเรียนคนที่ 19)

“เกิดจากการที่โลกหมุนรอบตัวเอง และดวงจันทร์หมุนรอบโลก โดยที่ดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์อยู่ตรงข้ามกันและโลกอยู่ระหว่างกลาง” (นักเรียนคนที่ 5) เป็นต้น

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับจันทรุปราคา เช่น

“โลกเลื่อนตัวมาบังแสงอาทิตย์ที่กำลังจะกระทบตัวดวงจันทร์” (นักเรียนคนที่ 23) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น

“เกิดขึ้นในเวลากลางวัน โลกไปบังดวงจันทร์เนื่องจากโลกอยู่ตำแหน่งระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ รวมอยู่ในระนาบเดี่ยวกันพอดี” (นักเรียนคนที่ 28) เป็นต้น

ข้างขึ้น-ข้างแรม

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรมบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์ข้างขึ้นข้างแรมคือ การที่คนบนโลกเห็นแสงอาทิตย์ที่สะท้อนจากผิวดวงจันทร์ไม่เหมือนกัน เนื่องจากการที่ดวงจันทร์มีการโคจรเปลี่ยนตำแหน่งไป ทำให้เกิดปรากฏการณ์ เช่น

“เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลก ดวงจันทร์จะมีด้านที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์ ด้านนั้นจะมีลักษณะสว่าง แต่มีด้านที่หันออกจะมีลักษณะมืด โดยเมื่อดวงจันทร์โคจร ดวงจันทร์จะมีตำแหน่งที่เปลี่ยนไปทำให้คนบนโลกเห็นดวงจันทร์ในลักษณะที่ไม่เหมือนกันในแต่ละคืน โดยเมื่อดวงจันทร์โคจรไปอยู่ด้านหลังโลก คนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์สว่าง เพราะคนเห็นดวง

จันทร์ด้านที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์ และเมื่อดวงจันทร์โคจรมาอยู่ด้านหน้าโลก คนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์ไม่สว่าง เพราะคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ด้านที่หันออกจากดวงอาทิตย์” (นักเรียนคนที่ 5)

“การที่เราเห็นดวงจันทร์เป็นเสี้ยวเกิดจากการที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ตามวงโคจรทำให้ดวงจันทร์ได้รับแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ที่ไม่เท่ากันในแต่ละวัน” (นักเรียนคนที่ 24) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น

“...เกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก” (นักเรียนคนที่ 4)

“...เกิดจากการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ที่หมุนรอบโลก” (นักเรียนคนที่ 8) เป็นต้น

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับข้างขึ้น-ข้างแรม เช่น นักเรียนเข้าใจว่า

“...การมองเห็นเสี้ยวของดวงจันทร์เกิดจากดวงจันทร์หมุนรอบโลก ซึ่งดวงจันทร์จะมีแสงได้ต้องอาศัยแสงจากดวงอาทิตย์ แต่เมื่อโลกบังแสงจากดวงอาทิตย์ จะทำให้เกิดเงาบนดวงจันทร์ทำให้เราเห็นดวงจันทร์มีแสงเป็นเสี้ยว ๆ” (นักเรียนคนที่ 5)

“...เกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โดยการเกิดเสี้ยวของดวงจันทร์แบ่งเป็นสองแบบ คือแบบที่โดนแสงของดวงอาทิตย์กับไม่โดนแสงของดวงอาทิตย์ แต่เงาของโลกไปบังบางส่วนของดวงจันทร์” (นักเรียนคนที่ 1) เป็นต้น

และนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น

“การที่โลกโคจรรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์” (นักเรียนคนที่ 2)

“เกิดขึ้นเพราะเป็นวันพระหรือวันข้างขึ้น” (นักเรียนคนที่ 7) เป็นต้น

น้ำขึ้น-น้ำลง

จากข้อมูลตัวแทนความคิดของนักเรียนเรื่อง การเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงบนโลก พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ จะแสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงเกิดจาก อิทธิพลของแรงดึงดูดของดวงจันทร์เป็นหลัก และนักเรียนให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะการเกิดของปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงถูกต้องด้วย เช่น นักเรียนเขียนอธิบายว่า

“...เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก ซึ่งดวงจันทร์มีอิทธิพลสามารถดึงดูดของไหลบนโลกเมื่อดวงจันทร์อยู่ด้านเดียวกันหรือตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ จะทำให้น้ำขึ้นสูงสุด” (นักเรียนคนที่ 5)

“เกิดเพราะดวงจันทร์ โลกและดวงอาทิตย์มีแรงดึงดูดต่อกัน และดึงดูดไปฝั่งใกล้และไกลดวงจันทร์” (นักเรียนคนที่ 11) เป็นต้น

ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์จะกล่าวถึงเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น เช่น นักเรียนเขียนอธิบายว่า การเกิดน้ำขึ้นน้ำลงเกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และการที่โลกโคจรรอบตัวเอง เป็นต้น

สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดบางประการเกี่ยวกับน้ำขึ้น-น้ำลง เช่น

“การเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงเกิดจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และการที่โลกโคจรรอบตัวเอง” (นักเรียนคนที่ 9)

“เกิดจากดวงจันทร์หมุนรอบโลก”(นักเรียนคนที่ 12) เป็นต้น

และนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดคือ นักเรียนที่มีแนวคิดที่ผิดไปเลยหรือไม่แสดงคำตอบ เช่น

“การที่โลกหมุนจึงทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง”(นักเรียนคนที่ 2)

“น้ำขึ้น-น้ำลง เกี่ยวกับพระจันทร์ทำมุมกับโลก” (นักเรียนคนที่ 3) เป็นต้น

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สรุป อภิปรายผลและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยเรื่อง ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไว้ดังนี้

คำถามวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามวิจัยไว้ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อตัวแทนความคิดของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร
2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร
3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร
4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
2. เพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อศึกษาความเข้าใจทางปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
4. เพื่อศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
5. เพื่อศึกษาเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สมมติฐานในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยไว้ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแทนความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบของเนื้อหา

การวิจัยนี้มีเนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ประกอบด้วย การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดสุริยุปราคา การเกิดจันทรุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งเป็นเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลาง พ.ศ.2551

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ จำนวน 28 คน โดยเป็นนักเรียนที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรมนอกเวลาเรียนปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผลที่เกิดจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นซึ่งได้แก่

1. ตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
2. ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน
3. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ
2. แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยมีลักษณะเป็น คำถามปลายเปิด
3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน
4. แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ
5. แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบ
6. แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ โดยเป็นแบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) ทั้งนี้เพื่อให้เห็นความบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเก็บข้อมูลจริง เช่น ความต่อเนื่องของกิจกรรม ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ความเหมาะสมของเวลาในการเขียนตอบระหว่างกิจกรรม ปฏิกิริยาของนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม และการใช้ภาษาในการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับนักเรียน จำนวน 2 หน่วยแรก ทั้งนี้ได้ศึกษากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีลักษณะการจัดการระบบการเลือกรายวิชาชุมนุม ที่นักเรียนสนใจ ภาคเรียนละ 1 ชุมนุม โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนกลุ่มที่ซึ่งเดิมอยู่ในชุมนุมห้องเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมในช่วงการเข้ากิจกรรมชุมนุมดังกล่าว โดยทำการศึกษานำร่อง วันละ 1 ชั่วโมง 4 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน 2554

เมื่อทำการศึกษากับกลุ่มนำร่องแล้ว พบว่า ประเด็นที่ผู้วิจัยต้องปรับปรุงแก้ไขอยู่ 3 ประเด็น ประกอบด้วย ประเด็นที่ 1 ด้านเวลา โดยเวลาในการทำแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่กำหนดไว้เดิมเท่ากับ 45 นาที แต่พบว่านักเรียนเกือบทั้งหมดทำไม่เสร็จตามเวลา ผู้วิจัยจึงได้ปรับให้กลุ่มตัวอย่างจริงใช้เวลาเท่ากับ 60 นาที ส่วนเวลาในการทำ

แบบทดสอบฉบับอื่น นักเรียนสามารถส่งได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ สำหรับเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นพบว่า นักเรียนต้องการเวลาในการเขียนตอบมากว่าที่ผู้วิจัยคาดไว้ โดยเดิมเวลาในการเขียนตอบแต่ละคำถาม ผู้วิจัยกำหนดให้ใช้ประมาณ 2-3 นาที แต่นักเรียนใช้จริงประมาณ 5 นาที ซึ่งปัญหานี้ช่วงแรกผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการกระตุ้นให้นักเรียนรีบเขียน เช่น บอกนักเรียนว่า "*เหลือเวลาอีก 1 นาที* " พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รีบเขียนตอบให้ทันเวลา แต่ไม่ได้ใส่ใจตรวจทานคำตอบของตนเองคือรีบเขียนให้เสร็จ ต่อมาผู้วิจัยจึงเปลี่ยนเป็นไม่ใช้การกระตุ้นโดยการบอกเวลา แต่เป็นการบอกนักเรียนว่า "*ให้นักเรียนคิดให้ดีๆ ก่อนค่อยเขียน ไม่ต้องรีบมาก ครูต้องการให้นักเรียนเขียนในสิ่งที่นักเรียนคิด*" จากนั้นผู้วิจัยปล่อยเวลาให้นักเรียนเขียนแล้วสังเกตพฤติกรรม พบว่านักเรียนใช้เวลาประมาณ 5 นาที ประเด็นที่ 2 ด้านภาษา พบว่าคำถามที่ใช้ถามในขั้นทำกิจกรรม บางคำถามทำให้นักเรียนสับสน ทำให้ผู้วิจัยต้องอธิบายคำถามซ้ำ หรือขยายความคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ ประเด็นที่ 3 ด้านพฤติกรรมในการทำกิจกรรม พบว่าเมื่อผู้วิจัยวางอุปกรณ์บนโต๊ะนักเรียนแล้วนักเรียนจะมุ่งความสนใจไปที่อุปกรณ์ทันที โดยไม่ฟังการชี้แจงรายละเอียด ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยทำการชี้แจงอุปกรณ์ตัวอย่างบนโต๊ะครูและชี้แจงการทำกิจกรรมให้ครบถ้วนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มออกมาหยิบอุปกรณ์ประจำกลุ่มไปใช้เมื่อเริ่มทำกิจกรรม หรือนักเรียนบางคนจะทำการทดลองคนเดียวโดยไม่ได้แบ่งงานให้เพื่อนในกลุ่มมีส่วนร่วม ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการบอกนักเรียนให้มีการแบ่งการกันทำให้ครบทุกคน โดยชี้แจงเสริมว่า ในทุกคาบจะมีการทำกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละคนเปลี่ยนบทบาทหน้าที่ไปเรื่อยๆ ให้ครบ และเมื่อครูให้ตัวแทนกลุ่มพูดแสดงความคิดของกลุ่ม พบว่านักเรียนส่วนหนึ่งแสดงออกว่าไม่ต้องการพูด ซึ่งนักเรียนให้เหตุผลว่า กลัวตอบผิด อายเพื่อน อายครู และมีนักเรียนบางคนแสดงออกว่าต้องการนำเสนอมาก ผู้วิจัยจึงกำหนดว่า นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องได้พูดนำเสนอ โดยให้เปลี่ยนคนไปเรื่อยๆ ในแต่ละกิจกรรม แต่ก่อนพูดนักเรียนในกลุ่มจะต้องปรึกษาในก่อนว่าจะพูดว่าอย่างไร

หลังจากได้นำผลการจัดกิจกรรมที่บกพร่องไปแก้ไข ผู้วิจัยจึงได้เริ่มเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจริง

โดยขั้นการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาเป็นเนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ประกอบด้วย การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดสุริยุปราคา การเกิดจันทรุปราคา การเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งเนื้อหาบางส่วนเป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ จำนวน 28 คน เนื่องจากโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ มีการจัดกิจกรรมเสริมให้นักเรียนในช่วงนอกเหนือเวลาเรียนปกติ โดยกิจกรรมเป็นการเรียนเสริมหรือกิจกรรมวิชาการที่ส่งเสริมความสามารถของนักเรียนในด้านอื่นๆ ผู้วิจัยจึงประชาสัมพันธ์การจัดกิจกรรม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ โดยมีนักเรียนสนใจประมาณ 35 คน ซึ่งนักเรียนที่เลือกส่วนใหญ่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน

3 คน โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึงธันวาคม 2554 โดยในการทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1) ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับงานวิจัย

2) เก็บข้อมูลก่อนเรียนจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งหมด 18 คาบ บันทึกผลการจัดกิจกรรมเพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับผลการวิจัย

4) เก็บข้อมูลหลังเรียนจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

แบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับตัวแทนความคิดต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

5) แจ้งให้นักเรียนทราบผลการจัดการเรียนรู้

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้ข้อมูลจากการศึกษานำร่องและการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดกระทำ ดังนี้

1) ศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน โดยวิเคราะห์จากแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน แล้วทำการจัดกลุ่มการใช้ตัวแทนความคิด แยกตัวแทนความคิดที่มีมโนมติที่ผิดออก เลือกสัมภาษณ์นักเรียนที่มีตัวแทนความคิดที่มีลักษณะเด่น เช่น นักเรียนที่มีตัวแทนความคิดที่ซับซ้อน นักเรียนที่มีตัวแทนแนวคิดที่มีมโนมติที่คาดเคลื่อน จากนั้นจึงแปลผลโดยวิธีการตีความ (Interpretive Paradigm)

2) ศึกษาระดับความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนจากคะแนนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ ค่าการพัฒนาหรือ Normalized Gain (<g>) ในการวิเคราะห์ผล

ประกอบกับใช้สถิติพื้นฐาน เช่น การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการอธิบายประกอบด้วย และทดสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3) ศึกษาระดับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจาก คะแนนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ ค่าการพัฒนาหรือ Normalized Gain (<g>) ในการวิเคราะห์ผล ประกอบกับใช้สถิติพื้นฐาน เช่น การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการอธิบายประกอบด้วย และทดสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4) ศึกษาระดับเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนจาก คะแนนของนักเรียนในการทำแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน แล้วทดสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐานประกอบกับใช้สถิติพื้นฐาน เช่น การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการอธิบายประกอบด้วย

สรุปผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแทนความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน โดยทำให้ตัวแทนความคิดของนักเรียนโดยรวมมีระดับความสมบูรณ์ของแนวคิดสูงขึ้น

2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่า Normalized gain (<g>) เฉลี่ยเท่ากับ 0.56

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่า Normalized gain (<g>) เฉลี่ยเท่ากับ 0.44

4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยจะได้แยกอภิปรายแยกตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

ตัวแทนความคิด ต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

หลังจากวิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียน พบว่าแนวคิดของในนักเรียนในช่วงก่อนและหลังเรียน มีการกระจายตัวในทุกระดับแนวคิด โดยพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์ มีจำนวนเพิ่มขึ้นหลังผ่านกิจกรรม และจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวความคิดคลาดเคลื่อน กลุ่มไม่เข้าใจแนวความคิด มีจำนวนลดลงหลังผ่านกิจกรรม โดยจำนวนนักเรียนในกลุ่มแนวความคิดที่สมบูรณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 14.3% เป็น 63.7% กลุ่มแนวความคิดไม่ที่สมบูรณ์มีจำนวนจาก 33.3% เป็น 29.7% กลุ่มแนวความคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนจาก 18.5% เป็น 4.2% และกลุ่มไม่เข้าใจแนวความคิดมีจำนวนจาก 33.9% เป็น 2.4% ทั้งนี้การที่มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์อยู่นั้น เนื่องจากนักเรียนส่วนหนึ่งเขียนสื่อความได้ถูก แต่ยังขาดองค์ประกอบบางส่วนของแต่ละแนวความคิด ส่วนจำนวนนักเรียนในกลุ่มแนวความคิดคลาดเคลื่อนและกลุ่มไม่เข้าใจแนวความคิด ยังเหลืออีกส่วนหนึ่ง ซึ่งนักเรียนจำนวนนี้คือนักเรียนที่ขาดเรียนในบางคาบ เป็นผลให้นักเรียนยังยึดติดกับแนวคิดเดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นแนวคิดที่คาดเคลื่อนอยู่ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงสรุปให้นักเรียนเห็นในภายหลังแล้วว่ารูปแบบความเข้าใจของนักเรียนมีลักษณะเป็นอย่างไร มีอะไรบ้างที่พบว่านักเรียนเข้าใจผิดหรือเข้าใจคาดเคลื่อน

จากข้อมูลข้างต้นสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุวิทย์ คงภักดี และคณะ (Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126) ที่ได้สำรวจความเข้าใจมโนมติดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ในชนบทของประเทศไทย โดยใช้แบบทดสอบซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบของ ไซลิคและคณะ (Zeilik; et al.1998) และแบบทดสอบของทรัมเปอร์ (Trumper. 2001) ผลการสำรวจพบว่า นักเรียนไทยมีความเข้าใจน้อยมากเกี่ยวกับมโนมติ การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดข้างขึ้นข้างแรม ด้านหน้าของดวงจันทร์ การเกิดอุปราคา และน้ำขึ้นน้ำลง ทั้งๆ ที่ปรากฏการณ์เหล่านี้สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน และจากการศึกษาของนักการศึกษา (Lightman; & Sadler. 1993: 162; Trumper. 2006; 875) พบว่านักเรียนเกรด 8 ถึงเกรด12 ซึ่งเทียบได้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทย บางส่วนยังคงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนอยู่ แม้ว่ามีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ยึดถือมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดกลางวันกลางคืน แต่มีนักเรียนน้อยกว่าร้อยละ 50 ที่เข้าใจเกี่ยวกับการโคจรของดวงจันทร์ มีนักเรียนน้อยกว่าร้อยละ 30 ที่เข้าใจเกี่ยวกับการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม ตำแหน่งสูงสุดของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน และขนาดของโลกได้ถูกต้อง ยิ่งกว่านั้นมีนักเรียนเพียงร้อยละ 10 ที่รู้เกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดฤดูกาล สอดคล้องกับงานวิจัย

ของนักการศึกษา (Khongpugdee, S.; et al. 2009: 124-126; Trumper. 2006: 875; Zeilik; et al.1998) ที่ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนและการเปลี่ยนแปลงมโนมติของนักศึกษา พบว่า มีนักศึกษาเพียงร้อยละ 10 ที่มีมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับการหมุนรอบตัวเองของดวงจันทร์ มีนักศึกษาร้อยละ 23 ที่มีมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับตำแหน่งสูงสุดของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน และมีนักศึกษาร้อยละ 30 ที่อธิบายได้ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดอุปราคาและการเกิดข้างขึ้น-ข้างแรม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตัวแทนความคิดของนักเรียน ที่นักเรียนได้นำเสนอออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อศึกษารูปแบบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนได้ ดังนี้

ตัวแทนความคิดเรื่อง กลางวัน-กลางคืน ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดกลางวัน-กลางคืน คือ นักเรียนเข้าใจว่ากลางวันคือ ด้านที่โลกหันเข้าหาดวงอาทิตย์ และกลางคืน คือ ด้านที่โลกหันเข้าหาดวงจันทร์ หลังจากได้สัมภาษณ์นักเรียนคนดังกล่าว ทำให้พบว่า การที่นักเรียนเข้าใจเช่นนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะ นักเรียนขาดการสังเกตการขึ้นตกของดวงจันทร์ เมื่อถูกถามถึงการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน นักเรียนจึงได้พยายามเชื่อมโยงดวงจันทร์เข้าไปในคำตอบ โดยไม่ได้คิดให้รอบคอบ แต่เอาประสบการณ์เดิมของตนเองที่เคยสังเกตดวงจันทร์ในเวลากลางคืนเป็นหลัก ทั้งนี้การเข้าใจผิดนี้สามารถแก้ไขได้ เพียงใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและทบทวนว่า นักเรียนสามารถมองเห็นดวงจันทร์ในตอนกลางวันได้หรือไม่ การขึ้นตกของดวงจันทร์มีความสัมพันธ์กับกลางวันกลางคืนหรือไม่ เมื่อนักเรียนรวมกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการมองเห็นดวงจันทร์และดวงอาทิตย์แล้ว นักเรียนคนที่คิดว่าจะสามารถมองเห็นดวงจันทร์ได้เฉพาะเวลากลางคืนจะหายไป

ตัวแทนความคิดเรื่อง ฤดูกาล ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล คือ นักเรียนเข้าใจว่าฤดูกาลเกิดจาก การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี หลังจากได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีแนวคิดดังกล่าว ทำให้พบว่า การที่นักเรียนเข้าใจเช่นนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะว่า นักเรียนคิดเองว่าช่วงเวลาที่โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ โลกจะเป็นฤดูหนาว เนื่องจากได้รับพลังงานความร้อนน้อยกว่าช่วงที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ ซึ่งโลกจะเป็นฤดูร้อนเนื่องจากได้รับพลังงานความร้อนมากกว่า ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะกล่าวถึงประเด็นการเอียงของแกนโลกแล้ว แต่นักเรียนยังคงคิดเหมือนเดิมว่า การโคจรเป็นวงรีของโลกก็มีส่วนทำให้เกิดฤดูกาลเช่นเดิม จนเมื่อนักเรียนได้ พบประจักษ์พยานใหม่ที่ไม่ใช่เพียงคำบอกกล่าวของครู ในกิจกรรมคือวีดีทัศน์ที่แสดงภาพจำลองของโลกและดวงอาทิตย์ ในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยในวีดีทัศน์แสดงว่าการที่แกนโลกเอียง 23.5 องศา เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ บริเวณแต่ละขั้วโลก แต่สำหรับนักเรียนบางคนยังมีความเชื่อว่าระยะห่างของโลกกับดวงอาทิตย์ส่งผลต่อการเกิดฤดูกาลอยู่นั้น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนวางลูกโลกจำลองแสดงตำแหน่งของโลกกับดวงอาทิตย์ ในขณะช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย พบว่านักเรียนวางลูกโลกในตำแหน่งที่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุดและหันแกนโลกขั้วเหนือเอียงออกจากดวงอาทิตย์ จากนั้นผู้วิจัยจึงเฉลยว่า ตำแหน่งของลูกโลกขณะเกิดฤดูหนาวของประเทศไทย ควรจะอยู่ในช่วงที่โลกเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดและหันแกนโลกขั้ว

เหนือเอียงออกจากดวงอาทิตย์ นักเรียนจึงเห็นว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดฤดูกาลบนโลกคือ การเอียงของแกนโลกไม่ใช่ระยะห่างระหว่างโลกถึงดวงอาทิตย์

ตัวแทนความคิดเรื่อง จันทรุปราคา ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดจันทรุปราคา คือ นักเรียนเข้าใจว่า ในขณะเกิดจันทรุปราคาโลกโคจรเข้าบังแสงที่จะกระทบดวงจันทร์และเมื่อโลกโคจรออกจากตำแหน่งนั้น ปรากฏการณ์จันทรุปราคาจึงสิ้นสุดลง ซึ่งการเข้าใจคาดเคลื่อนเกี่ยวกับการโคจรรอบนั้นหายไป เมื่อนักเรียนได้สัมผัสประสบการณ์ตรง คือ ในช่วงต้นเดือนธันวาคม ได้เกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคาขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ได้ร่วมสังเกตปรากฏการณ์และได้รับความรู้ ข่าวสารจากสื่อต่างๆ หลังจากการทำกิจกรรมด้วยทำให้นักเรียนคนดังกล่าวเข้าใจถึงการโคจรรอบใหม่เป็น ขณะเกิดจันทรุปราคา ดวงจันทร์จะโคจรเข้าสู่เงาของโลก และเมื่อดวงจันทร์โคจรออกจากเงาของโลก ปรากฏการณ์จันทรุปราคาจึงสิ้นสุดลง

ตัวแทนความคิดเรื่อง ข้างขึ้น-ข้างแรม ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างแรม คือ นักเรียนเข้าใจว่า การที่ในแต่ละวันคนบนโลกมองเห็นดวงจันทร์เป็นเสี้ยวเกิดจากการที่ดวงจันทร์มีการโคจรรอบโลก ทำให้ในบางวันเงาของโลกไปตกที่ดวงจันทร์ คนบนโลกจึงเห็นดวงจันทร์เพียงบางส่วน จะเห็นว่านักเรียนเข้าใจว่าการมองไม่เห็นแสงสะท้อนจากดวงจันทร์เกิดจากการถูกบดบังเพียงประเด็นเดียว จนทำให้นักเรียนไม่ได้คิดถึงมุมมองของคนบนโลกกับตำแหน่งของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของ Fanetti (2001: 53-54) ที่ได้สำรวจความเข้าใจต่อการเกิดเสี้ยวของดวงจันทร์กับนักเรียนพบว่า 21% กลุ่มตัวอย่าง 376 คน เห็นว่า เสี้ยวของดวงจันทร์เกิดจากเงาของโลก และยังพบความเข้าใจผิดนี้ในของวิจัยของ Feral Ogan-Bekiroglu (2007: 555) ซึ่งเป็นการศึกษาแบบจำลองความคิดของนักศึกษาครูฟิสิกส์ในประเทศตุรกี แต่ความเข้าใจผิดดังกล่าวลดลงเนื่องจากในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนได้ถูกถามถึงตำแหน่งของดวงจันทร์เมื่อเทียบกับโลกและดวงอาทิตย์ในขณะที่เกิดข้างขึ้น-ข้างแรม และถามถึงทิศทางของเงาของโลก นักเรียนส่วนใหญ่จึงเปลี่ยนรูปแบบความเข้าใจเดิม แล้วมุ่งความสนใจไปที่มุมมองของคนบนโลก หลังจากกิจกรรมนักเรียนส่วนใหญ่จึงมีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์สูงขึ้น

ตัวแทนความคิดเรื่อง น้ำขึ้น-น้ำลง ช่วงก่อนเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง คือ นักเรียนเข้าใจว่า น้ำขึ้นเกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ที่ดึงดูดน้ำให้สูงขึ้นเมื่อดวงจันทร์โคจรผ่านตำแหน่งดังกล่าวและจะทำให้เกิดน้ำลงในบริเวณของอีกด้านของโลก การที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คาดเคลื่อน ผู้วิจัยเห็นว่าปัจจัยหลักคือการที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่มีโอกาสได้สัมผัสประสบการณ์ตรง กล่าวคือภูมิลำเนาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอยู่ในบริเวณที่ไม่เห็นปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง แต่ได้รับประสบการณ์เพียงการบอกกล่าวเท่านั้น อีกทั้งผู้วิจัยยังพบว่านักเรียนยังแสดงรูปแบบความเข้าใจผิดเกิดกับการขึ้นตกของดวงจันทร์ออกมาด้วย โดยนักเรียนเข้าใจว่า น้ำขึ้นจะเกิดขึ้นในเวลากลางคืนและน้ำลงเกิดขึ้นในตอนกลางวัน อันเนื่องมาจากการขึ้นตกของดวงจันทร์ที่ขึ้นในตอนกลางคืนและตกในตอนกลางวัน ผู้วิจัยพยายามให้ประสบการณ์นักเรียนโดยผ่านการทำกิจกรรม ซึ่งในขั้นการจัดกิจกรรมผู้วิจัยได้ให้

นักเรียนดูตารางบันทึกระดับน้ำทะเลสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 1 เดือน แล้วให้นักเรียนนำข้อมูลดังกล่าวไปเขียนกราฟ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำทะเลกับเวลาในแต่ละวัน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นรูปแบบของการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงในแต่ละรอบวัน และในรอบ 1 เดือน จากนั้นได้ถามถึงตำแหน่งของดวงจันทร์ในแต่ละวันในหนึ่งเดือน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของตำแหน่งของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์กับระดับน้ำทะเลที่ขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดในช่วงรอบเดือน ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากกราฟแล้วถามนักเรียนว่าในหนึ่งวันเกิดน้ำขึ้นและน้ำลงกี่ครั้ง นานเท่าไรกว่าจะเกิดน้ำขึ้นหรือน้ำลงในแต่ละครั้ง สุดท้ายได้ให้นักเรียนชมวีดีทัศน์แสดงการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลงทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเปลี่ยนรูปแบบความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง ให้สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์มากขึ้น

ทั้งนี้แนวคิดที่คาดเคลื่อนเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน ทุกระดับ (Kavanagh; et al.2005: ออนไลน์) โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดความเข้าในที่คาดเคลื่อนต่าง ๆ เช่น ตัวนักเรียน (Wall Abdi, S. 2006: 39) ตำราเรียน และผู้สอน (สมควร ขนชัยภูมิ. 2545 : 9, สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2540: 55-56) แต่สำหรับในช่วงหลังเรียน แนวคิดของนักเรียนส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไปโดยมีระดับของแนวคิดที่สมบูรณ์จำนวนมากขึ้น และมีระดับของแนวคิดที่คาดเคลื่อนน้อยลง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งก่อนนักเรียนได้ทำกิจกรรมนักเรียนสร้างตัวแทนความคิดผ่านประสบการณ์เดิมของตนเองเท่านั้น ต่อมาเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรม นักเรียนจะเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม เมื่อเกิดความไม่สมดุลระหว่างโครงสร้างความรู้เดิมและแนวคิดใหม่ นักเรียนจะสังเคราะห์ความเชื่อของตนเองกับความคิดใหม่โดยนักเรียนจะบูรณาการข้อมูลและแนวคิดใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม ทำให้ความเชื่อเดิมอาจถูกแทนที่หรือถูกสร้างใหม่จากแนวคิดและข้อมูลใหม่ ผลลัพธ์คือ โครงสร้างความรู้ของนักเรียนเดิมอาจจะมีรายละเอียดเพิ่มเติม หรือมีการเปลี่ยนมโนมติเดิมบางส่วนหรือเกิดมโนมติใหม่แทนที่มโนมติเดิม การเรียนรู้จึงเป็นการเพิ่มเติม ดัดแปลงโครงสร้างความรู้หรือเปลี่ยนมโนมติ (ทิศนา แขมมณี. 2548: 95; สุวิทย์ คงภักดี. 2553: 22; Wheatley. 1991: 10; Walker; & Lambert. 1995: 17)

ความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน

ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนความเข้าใจปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐานหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าการพัฒนาการ หรือ Normalized gain (<g>) เฉลี่ยเท่ากับ 0.56 อีกทั้งการศึกษาความเข้าใจในปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานครั้งนี้ยังทำให้ทราบว่า เดิมนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์อยู่บ้าง สังเกตได้จากผลคะแนนก่อนเรียนซึ่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยของ

นักเรียนมีค่าถึงประมาณร้อยละ 52 ของคะแนนเต็ม โดยพบว่าคะแนนความเข้าใจต่อการเกิดปรากฏการณ์จันทรุปราคา (72.8%) มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ กลางวัน-กลางคืน (70.8%) สุริยุปราคา (64.2%) ข้างขึ้น-ข้างแรม (45.8%) ฤดูกาล (42.8%) และน้ำขึ้น-น้ำลง(15.8%) ตามลำดับ เป็นที่น่าสนใจว่า คะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับความเข้าใจต่อปรากฏการณ์อื่นๆ ทั้งนี้ผลคะแนนยังสอดคล้องกับการศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องน้ำขึ้น-น้ำลง ในส่วนแรก คือมีนักเรียนถึง 64.3% ที่มีระดับความสมบูรณ์ของแนวคิดในระดับ 1(ไม่เข้าใจแนวคิด) ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าปัจจัยหลักคือ การที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่มีโอกาสได้สัมผัสประสบการณ์น้ำขึ้น-น้ำลงโดยตรง กล่าวคือภูมิลำเนาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอยู่ในบริเวณที่ไม่เห็นปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง แต่ได้รับประสบการณ์เพียงการบอกกล่าวเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบสำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนในภาพรวมทุกเนื้อหา มีค่าประมาณร้อยละ 79 ของคะแนนเต็ม เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายเนื้อหา โดยพบว่าคะแนนความเข้าใจต่อการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน (89.2%) มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือจันทรุปราคา (86.4%) สุริยุปราคา (83.6%) ข้างขึ้น-ข้างแรม (72.2%) น้ำขึ้น-น้ำลง (71.4%) และฤดูกาล (70.8%) ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคะแนนความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานทุกปรากฏการณ์ มีคะแนนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของคะแนนในแต่ละปรากฏการณ์มีอัตราส่วนที่ไม่เท่ากัน เมื่อนำคะแนนนักเรียนมาคำนวณหาค่าดัชนีระดับพัฒนาการ จากการพิจารณาค่าการพัฒนาหรือ Normalized gain (<g>) ของคะแนนภาพรวมแล้วพบว่ามีค่า <g>=0.56 ทั้งนี้การพัฒนาของนักเรียนจะอยู่ในระดับสูงเมื่อ <g> $\geq$ 0.7 การพัฒนาอยู่ในระดับปานกลางเมื่อ 0.3 $\leq$ <g> $\leq$ 0.7 และการพัฒนาอยู่ในระดับต่ำ เมื่อ <g> $\leq$ 0.3 โดยทุกปรากฏการณ์นักเรียนมีค่าการพัฒนาการอยู่ระหว่าง 0.49 - 0.66 ซึ่งถือว่าคะแนนรวมทุกปรากฏการณ์และคะแนนรายเนื้อหา มีค่าการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อแยกพิจารณาพบว่า การเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง มีค่า <g>=0.66 ปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน มีค่า <g>=0.63 ปรากฏการณ์สุริยุปราคา มีค่า <g>=0.54 ปรากฏการณ์จันทรุปราคามีค่า <g>=0.50 ปรากฏการณ์ข้างขึ้น-ข้างแรมและฤดูกาล มีค่าเท่ากันคือ <g>=0.49 ผลดังกล่าวให้ผลไม่แตกต่างกับผลการศึกษาของ วาดและคณะ (Ward, et al. 2008: 7-9) และสุวิทย์ คงภักดี (2553: 176-177) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางดาราศาสตร์และได้มีการแปลผล โดยใช้การพิจารณาค่าการพัฒนาหรือ Normalized gain เช่นเดียวกัน พบว่าค่าการพัฒนาของความเข้าใจมโนมติทางดาราศาสตร์โดยรวมอยู่ระหว่าง 0.3 $\leq$ <g> $\leq$ 0.7 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน ทั้งนี้การพัฒนาดังกล่าวเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ความรู้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงความรู้เดิมประสบการณ์ตรงและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสังคม เป็นผลให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เต็มศักยภาพ ซึ่งการเรียนรู้ที่ดีจะเกิดจากประสบการณ์หรือการลงมือปฏิบัติ เป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะปฏิบัติที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542: 22)

ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับนักเรียนและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงการแสวงหาความรู้ได้เต็มศักยภาพ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เผชิญปัญหา และแก้ปัญหาด้วยตัวเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และลงมือปฏิบัติด้วยตัวเองจึงจะทำให้นักเรียนเกิดมโนมติเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าการพัฒนาการ หรือ Normalized gain (<g>) เฉลี่ยเท่ากับ 0.44 เมื่อพิจารณาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนในภาพรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 5.00 (33%) เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายด้าน พบว่าด้านการสรุปผล ($\bar{x}$ = 6.57) มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือด้านการแสดงโอกาส ($\bar{x}$ = 5.50) ด้านการแสดงความสัมพันธ์ ($\bar{x}$ = 5.11) ด้านการแสดงสัดส่วน ($\bar{x}$ = 4.07) และด้านการควบคุมตัวแปร ($\bar{x}$ = 3.75) ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนในภาพรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 9.39 (63%) เมื่อเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยรายด้าน พบว่าด้านการสรุปผล ($\bar{x}$ = 10.18) มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือด้านการแสดงสัดส่วน ($\bar{x}$ = 9.43) ด้านการแสดงโอกาส ($\bar{x}$ = 9.32) ด้านการแสดงความสัมพันธ์ ($\bar{x}$ = 9.07) และด้านการควบคุมตัวแปร ($\bar{x}$ = 8.96) จากคะแนนดังกล่าวทำให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทุกด้านและเมื่อพิจารณาค่าการพัฒนาหรือ Normalized gain (<g>) โดยเรียงลำดับค่า <g> รายด้าน พบว่า ด้านการแสดงสัดส่วน <g> = 0.49 ซึ่งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือด้านการควบคุมตัวแปร <g> = 0.46 ด้านการสรุปผล <g> = 0.43 ส่วนด้านการแสดงโอกาสและด้านการแสดงความสัมพันธ์ มีค่า <g> = 0.40 เท่ากัน จะเห็นว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทุกด้านของนักเรียนมีการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลางและมีค่าใกล้เคียงกันมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยการศึกษาของ Porntip Siripatharachai (2006: 123-124) ระบุว่า ตัวแปรสาเหตุ อันประกอบด้วย รูปแบบการอบรมเลี้ยงดู การสนับสนุนของครอบครัว คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ สมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้เดิมวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ล้วนส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจะพัฒนาให้นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถทำให้นักเรียนมีคะแนนสูงขึ้นได้ แต่อาศัยปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่นรูปแบบการอบรมเลี้ยงดู (Harland; & Rivkin. 2000: 24) การสนับสนุนของครอบครัว สมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง ซึ่งล้วนแต่เป็นปัจจัยที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากผู้ปกครองและสิ่งแวดล้อม และนอกเหนือจากที่

กล่าวแล้ว ปัจจัยด้านวัฒนธรรม(Sternberg.1997: 100) เพศ อายุ (Lynn. 1999: Online) ก็ส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น แต่ทั้งนี้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนก็เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาได้เช่นกัน (Sternberg. 1997: 116) กิจกรรมที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การใช้คำถามเป็นตัวนำให้คิด การอธิปรายกลุ่มย่อย การเรียนรูปแบบร่วมมือ หรือแม้แต่การบรรยายในประเด็นที่สำคัญ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวล้วนเกิดขึ้นในขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ เป็นผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้หากนักเรียนได้รับการสนับสนุนจากปัจจัย รูปแบบการอบรมเลี้ยงดูและการสนับสนุนของครอบครัว (Porntip Siripatharachai, 2006: 137-138) จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในภาพรวม มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า มีเพียงด้านความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์ ที่มีคะแนนเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านการเรียนรู้ดาราศาสตร์ในและนอกโรงเรียน มีค่าคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านแนวความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือทดลองทางด้านดาราศาสตร์และด้านการมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของวิชาดาราศาสตร์กับตัวนักเรียน มีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การที่นักเรียนมีเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นนั้น เป็นผลมาจากที่นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนดาราศาสตร์มากขึ้น เห็นว่าการเรียนรู้ดาราศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในและนอกห้องเรียน แต่ถึงอย่างนั้นเจตคติของนักเรียนในประเด็นการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมทางดาราศาสตร์ ไปจนถึงการมีส่วนเกี่ยวข้องในอนาคตของนักเรียนกับดาราศาสตร์นั้น ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือถึงแม้ว่านักเรียนจะเห็นว่าวิชาดาราศาสตร์มีความสำคัญ แต่ก็ไม่คิดว่าดาราศาสตร์จะเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานในอนาคตของนักเรียน ทั้งนี้การที่นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาดาราศาสตร์มากขึ้นนั้นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้เห็นและตระหนักว่า องค์ความรู้ทางดาราศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เกิดจากการสังเกต แล้วเกิดคำถามและพยายามหาคำตอบ โดยการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนคำตอบของตนเอง ทั้งนี้กิจกรรมได้ถามถึงปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่ใกล้ตัว ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าตนเองรู้คำตอบอยู่ก่อนแล้ว เมื่อนักเรียนถูกถามและให้แสดงเหตุผลของคำตอบนักเรียน จึงตอบคำถามโดยใช้ประสบการณ์และความรู้เดิม เมื่อกิจกรรมดำเนินไปจนเสร็จสิ้น นักเรียนพบว่า คำตอบของคำถามเดิมของนักเรียนเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนมองข้ามหรือไม่ได้ใส่ใจองค์ประกอบหรือรายละเอียดของปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์เหล่านั้นไป ด้วยเหตุนี้หลังการจัดกิจกรรมนักเรียนจึงได้มีคะแนนด้าน

การให้ความสำคัญกับวิชาดาราศาสตร์มากขึ้น อีกทั้งยังเห็นว่าการเรียนรู้ดาราศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัย ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีข้อแนะนำสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อแนะนำสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

งานวิจัยนี้ออกแบบรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมายในการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไข พ.ศ.2545 ที่ยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.2552) มาตรา 24 ข้อ1-3 กล่าวเกี่ยวกับ การจัดกระบวนการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) อันประกอบด้วยการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัด ของผู้เรียน โดยคำนึงถึงการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น โดยลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการให้เหตุผลบนมุมมองของนักเรียนเอง เพื่อน ไปจนถึงการร่วมกันให้เหตุผลกับเหตุการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นจริง โดยพยายามให้นักเรียนตระหนักถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิด โอกาส ความเป็นไปได้ จนไปถึงการลงข้อสรุป จากนั้นให้ได้นักเรียนย้อนกลับมาพิจารณาเปรียบเทียบเหตุผลหรือมุมมองของตัวนักเรียนก่อนหน้านั้น เพื่อให้เห็นความแตกต่าง ข้อบกพร่องหรือมุมมองที่เปลี่ยนไป และให้นักเรียนระบุความแตกต่างของความคิดในขั้นสุดท้าย หลังจากที่นักเรียนผ่านกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาในเรื่องการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในเนื้อหา เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจหรือแม้แต่การพัฒนาของเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งถือว่ารูปแบบกิจกรรมนี้สามารถตอบโจทย์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ในเรื่องการส่งเสริมและพัฒนากระบวนการคิด การให้เหตุผลของนักเรียน ทั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง หากหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา สถานศึกษา ได้นำรูปแบบการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นี้ ไปปรับปรุงหรือพัฒนาให้เหมาะสมกับนักเรียนส่วนใหญ่ของประเทศ ทั้งนี้เป้าหมายคือให้นักเรียนไทยได้รับการสนับสนุน ส่งเสริมและถูกพัฒนากระบวนการคิด การให้เหตุผลอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบต่อไป

2. ข้อแนะนำสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลนี้ สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในเนื้อหาดาราศาสตร์พื้นฐาน ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบความเข้าใจ หรือแม้แต่การพัฒนาของเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นรูปแบบการจัดกิจกรรมหรือแม้แต่กิจกรรมในงานวิจัยจึงสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมของครูได้ ทั้งนี้หากจะอ้างอิงผลการวิจัย สิ่งที่ควรตระหนักคือการอ้างถึงกลุ่มประชากร สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ใช้กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ศรีสะเกษ ซึ่งถือว่ามีลักษณะเฉพาะคือ เป็นโรงเรียนประจำ นักเรียนมีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดศรีสะเกษ มีผลการเรียนในระดับปานกลาง อีกทั้งบริบทการจัดการเรียนในชั้นเรียน หนึ่งห้องเรียนปกติมีนักเรียนจำนวนเพียง 25-30 คน และหากผู้ที่สนใจจะนำเครื่องมือวัดประประเมินในงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ ควรจะต้องทำการหาประสิทธิภาพเครื่องมือใหม่ หากกลุ่มตัวอย่างที่จะนำไปใช้งานมีลักษณะที่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยเดิมมาก ทั้งนี้เครื่องมือวัดผลของงานวิจัย ผู้วิจัยได้หาประสิทธิภาพกับนักเรียนโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาประสิทธิภาพ คือนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยคละความสามารถ

สำหรับการนำกิจกรรมทั้งหมดไปใช้ในการจัดกิจกรรม ครูควรทำการปรับปรุงเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของแต่ละระดับชั้น ณ เวลานั้น และควรตระหนักถึงความเหมาะสมกับช่วงอายุของนักเรียน โดยก่อนนำไปใช้ครูควรศึกษาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และรูปแบบความเข้าใจ แบบจำลองความคิดของนักเรียนในเนื้อหานั้น ตลอดจนต้องศึกษาเหตุผลหรือเหตุการณ์ปัจจัยที่ทำให้เกิดรูปแบบความเข้าใจและแบบจำลองความคิดของนักเรียนในรูปแบบที่มี เพื่อเป็นแนวทางให้ตัวครูเองสามารถใช้คำถามหรือออกแบบสถานการณ์ให้สอดคล้องกับแบบจำลองความคิดที่นักเรียนมีได้ ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ในช่วงที่ไม่กระทบเวลาเรียนหลักในภาคเรียน แต่ต้องให้นักเรียนได้ทำอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เน้นการใช้กระบวนการคิด การให้เหตุผลผ่านกิจกรรม จึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การว่างจากภาระในการเรียนวิชาอื่นๆ จะทำให้ผู้เรียนได้ครุ่นคิดและได้ฝึกทักษะการคิดผ่านกิจกรรมอย่างต่อเนื่องจะทำให้ได้ผลดียิ่งขึ้น อีกทั้งในขั้นของกิจกรรมนักเรียนจะต้องสื่อสารตัวแทนความคิดของนักเรียนออกมาในรูปแบบต่างๆ เป็นส่วนที่นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถไม่เท่ากัน เพราะฉะนั้นเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมต้องมีความยืดหยุ่นสูง เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้ฝึกและแสดงความคิดได้อย่างเต็มศักยภาพ

3. ข้อแนะนำสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อทำให้กิจกรรมการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ถูกผสมผสานกับเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอื่นๆ หรือแม้แต่ใช้กิจกรรมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ และนำความรู้ที่ได้ไปขยายผลเป็นโครงงานที่ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือปรับขยายเข้าสู่กิจกรรมการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยั่งยืนต่อไป

3.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบหรือลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในทุกระดับ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู ให้ครูมีความสามารถในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อไป

3.3 นอกเหนือจากการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในทุกระดับ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอที่จะทำให้รัฐบาล สนับสนุนและส่งเสริมให้มีการพัฒนาปัจจัยอื่นๆ ไปพร้อมกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551*.กรุงเทพมหานครฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการ . (2544). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

----------. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

----------. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ *ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546). *การคิดเชิงมโนทัศน์*. กรุงเทพฯ : ซัคเซสมีเดีย.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542) . *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย*. ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.หน้า 69-83.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2520). *การวัดทัศนคติและบุคคลิกภาพ*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชวาล แพรัตกุล. (2520). *เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2541). *ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : ทัศนะแบบองค์รวม เล่ม 1*. กรุงเทพฯ :สยามโอเวอร์ซีสโปร.

ทิศนา แขมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

----------. (2548). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธวัชชัย คงนุ่ม. (2550). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

น้ำค้าง จันทร์เสริม. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องงานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explan (POE)*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เบญจวรรณ ชัยปลัด. (2550). *การวิเคราะห์การนำเสนอ (Representation) ของครูคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องเศษส่วน*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต. (2551). *การพัฒนาโมดูลการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ระดับอุดมศึกษาด้วยวัฏจักรแห่งการคิดค้น*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตรศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

ประวิทย์ ชูศิลป์. (2542). เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์.*วารสารสสวท*. 27(107): 27-28.

ปรีชาญ เดชศรี; และ ปริชาติ เบ็ญจวรรณ์. (2552). *การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ Trands in International Science Study 2007*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2534). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สามเจริญพานิช.

พรรณี เจนจิต. (2538). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัทต้นอ้อแกรมมี่ จำกัด.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 7 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. (2536). *พัฒนาการทางพุทธิปัญญา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชกิจจานุเบกษา. (2542). 116 ตอนที่ 74ก, น. 1-59.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2547). *ศัพท์บัญญัติ อังกฤษ-ไทย • ไทย-อังกฤษ [computer file]: ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพมหานคร: ธนาคารกรุงไทย.

----------. (2532). ศัพท์วิทยาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4 .กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .

วรรณี แกมเกตุ. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *Constructivism*. ภาควิชาการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

----------. (2541). *ทฤษฎีการสร้างความรู้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.* สาระการศึกษา: การเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: กองทุนศาสตราจารย์ ดร.อุบล เรียงสุวรรณ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 44-60.

ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). *เจตคติ.* กรุงเทพฯ. ดี ดี บุ๊กสโตร์.

ศุภชัย ทวี. (2548). *การสอนตามแบบจำลองความคิดด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน.*วิทยานิพนธ์ ปร.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544.* กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

----------. (2546ข). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

----------. (2547). *กิจกรรมสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เรื่อง ระบบโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2521). *เปีย์เจตกับแนวการให้การศึกษา.* คุรุปริทัศน์ 5(พฤษภาคม): 13-18.

----------. (2521). *เปีย์เจตกับครูวิทยาศาสตร์.* คุรุปริทัศน์ 12(ธันวาคม): 64-73.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2544). *วัฏจักรการเรียนรู้.* สารานุกรมศึกษาศาสตร์ 22(มกราคม): 103-111.

สมควร ขนชัยภูมิ. (2545). *การเปรียบเทียบควาเข้าใจมโนมติวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์และคณะเทียบกับการสอนปกติ.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

สุมาลี ชัยเจริญ; และคนอื่นๆ. (2550). *รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่องการพัฒนาโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรับนเครือข่ายที่ส่งเสริมการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์.* ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุมาลี ชัยเจริญ; และคนอื่นๆ. (2549). *สังเคราะห์โมเดลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการสร้างความรู้ของผู้เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์.* ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2549). *ทฤษฎี Constructivism.* ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

----------. (2546). *ทฤษฎีการออกแบบการสอนในกระบวนทัศน์ใหม่.* ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุภางค์ จันทวานิช. (2540). *การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

----------. (2552). *การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ.* พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุระ วุฒิพรหม. (2547). *ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง*. การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 32(พฤษภาคม-มิถุนายน 2547): 20 -23.

สุระ วุฒิพรหม และคณะ. (2544). *การพัฒนาการสอนฟิสิกส์พื้นฐานโดยการสอนแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์*. หนังสือรวมบทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29 (วทท. 29). (ตุลาคม 2544): 1006.

สุวิทย์ คงภัคดี. (2553). *ผลของการสอนดาราศาสตร์แบบสืบเสาะ โดยใช้แบบจำลองระบบโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ (Ems-Model)*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

----------. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). *สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา*. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *รายงานการเสวนาทางวิชาการเรื่อง ยุทธศาสตร์ในการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา: บทเรียนจากประเทศสหรัฐอเมริกา*. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.

----------. (2544ก). *ความสามารถของเยาวชนไทยบนเวทีโลก ผลจากการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการปี 2539 - 2543*. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาคพิมพ์.

----------. (2544ข). *รายงานการสัมมนาเรื่องการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ 2542 : ข้อคิดจากกรณีศึกษาของต่างประเทศ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

----------. (2544ค). *รายงานการสัมมนาเรื่อง เหตุใดเวียดนามจึงประสบผลสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา?*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

----------. (2544ง). *รายงานการเสวนาเรื่อง ยุทธศาสตร์ในการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ : บทเรียนจากประเทศอังกฤษและญี่ปุ่น*. นครสวรรค์: โรงพิมพ์ไพศาลการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *รายงานความก้าวหน้าการจัดการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2551-2552*. กรุงเทพฯ เพลิน สตูดิโอ.

องอาจ นัยพัฒน์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สามลดา.

อรชร ภูบุญเติม. (2550). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation)*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(มัธยมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อรุณี อ่อนสวัสดิ์. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อลิสา เสนามนตรี. (2551). *การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบสื่อประสมเรื่องชีวโมเลกุลด้วยรูปแบบการบูรณาการสำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อิศรา ก้านจักร. (2552). *การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ*.วิทยานิพนธ์ ปร.ด.(เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

AAAS. (2001). *Project 2061 Textbooks Evaluations: middle grades mathematics, middle grades science, algebra, high-school biology*. Retrieved July 10, 2007, from http://www.project2061.org/ newsinfo/research/textbook/default.htm >.

Allport, Gardon W. (1935). *Attitude*. in S. Murchison, ed. Handbook of social Psychology.Clark University Press, Massachusette.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

Anderson, J. R. (1990). *Cognitive Psychology and Its Iimplications*. 3rd ed. San Francisco: W.H. Freeman and Company.

Anderson, L.W. (2003). *Classroom Assessment: Enhancing the Quality of Teacher Decision Making*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Araya Palachot. (2008). *The Development of Learning Unit with Corporate Scientific Explanation Using Fading Scaffold Technique to Promote StudentsI Reasoning Skills*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Bayram Costua, Alipasa Ayasb and Mansoor Niazc. (2010). *Promoting conceptual change in first year students' understanding of evaporation*. Chemistry Education Research and Practice. 11: 5–16.

Bell, B.F. (1993). *Children's Science, constructivism and learning in science*. Gelong: Deakin University.

Brewer, W.F.(1999). *Scientific Theories and Naive Theories as Form of Mental Representation*: Phychologism Revives. Science & Education, 8: 489-505.

Brown, D. E., and Clement, J. (1989). *Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract versus explanatory model construction*. Instructional Science, 18: 237-261.

Brown, D. F. (1988). *"Using analogies and Examples to Help Student Overcome Misconception in Physics"*. ProQuest Dissertation Abstracts. (AAC8805897) 9 (September 1988) : 473. (DAI-A 49/03: UMI Compang).

----------. (1994). *"Facilitating Conceptual Change Using Analogies and Explanatory Models"*. International Journal of Science Education. 16(February 1994): 201 - 214.

Bulunuz, N. (2006). *Understanding of Earth and Space Science Concepts: Strategies for Concept Building in Elementary Teacher Preparation*. Dissertation, Doctor of Philosophy. Georgia State University. Photocopied.

Calık M., Ayas A., Coll R., Unal S. and Costu B.. (2007). *Investigating the effectiveness of a constructivist-based teaching model on student understanding of the dissolution of gases in liquids,* J. Sci. Educ. Tech.. 16: 257-270.

Cambell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Design for Research*. Chicago : Rand Mcnally College Publishing.

Carin, A. A. (1992). *Teaching science through discovery*. 7th edition. Columbus: Macmillan.

Cartier, J. (2001). *The Nature and Structure of Scientific Models*. Retrieved October 01, 2006, from http://www.wisc.edu/ncisla. For Full text.

Christidou, V.& Koulaidis, V. (1996). *Children's Model of the Ozone Layer and Ozone Depletion*. Research in Science Education, 26(4):421-436.

Coll, R.K. (1999). *Learner' Mental Model of Chemical Bonding*. Ph.D.Thesis in Science Education, Curtin University of Technology.

Costu B., (2006). *Determining students' conceptual change levels: evaporation, condensation and boiling*. Unpublished Ph.D. Dissertation, Institute of Science. Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey.

----------. (2008). *Learning science through PDEODE teaching strategy: helping students make sense of everyday situations*. Eurasia J. Math. Sci. and Tech. Educ.. 4: 3-9.

Costu B. and Ayas A., (2005). *Evaporation in different liquids: secondary students' conceptions*, Res. Sci. Tech. Educ., 23: 73-95.

Costu B., Ayas A., Niaz M., Ünal S. and Çalık M., (2007). *Facilitating conceptual change in students' understanding of boiling concept*, J. Sci. Educ. Tech., 16: 524-536.

Cullin, M. J. (2004). *Examining prospective science teachers' understandings of the role of models and modeling in science within the context of building and testing computer models of pond ecosystems*. Dissertation. The Pennsylvania State University. Retrieved December 01, 2007, from http://www.proquest.umi.com/pqdweb?did=775162231&sid=PQD

Devries, R. and Zan, B. (1992). "*Study compares teachers and classroom atmospheres"*.The Constructivist. 6(Spring 1992) : 925 – 927.

Dove, J. (2002). *Does the man in the moon ever sleep? An analysis of student answers about simple astronomical events: a case study*. Inter Journal of Science Education. 24(8) : 823–834.

Driscoll M. P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Massachusetts: Allyn & Bacon.

Driver, R. and R. Bell. (1986). *Students thinking and the learning of science: A constructive View*. The School Science. 67(Review 1986) : 443-456.

Dupin, J. J. and S. Johsua, (1989). *Analogies, 'modeling analogies' in teaching: some examples in basic electricity*. Science Education. 73(February 1989): 207- 224.

Dykstra; et al. (1992). *Studying conceptual change in learning physics*. Science Education. 76(11): 615-652.

Ellis, H. C.; & Hunt, R. R. (1989). *Fundamentals of Human Memory and Cognition*. 4th ed. Dubyqye, Iowa: Wm. C. Brown. Publishers.

Fanetti, T.M. (2001). *The relationships of scale concepts on college age students' misconceptions about the cause of the lunar phases*. Thesis. Iowa State University.

Feral Ogan-Bekiroglu. (2007). *Effects of Model-based Teaching on Pre-service Physics Teachers' Conceptions of the Moon, Moon Phases, and Other Lunar Phenomena*. International Journal of Science Education. 29(5): 555–593.

Fieldman, R.S. (1987). *Understanding Psychology*. New York: McGraw-Hill.

Franco, C. and Colinvaux, D. (2000). *Grasping Mental Models*. In J.K. Gilbert and C.J. Boulter(eds.). Developing Models in Science Education. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 93-118.

Freeman, R. (2003). *Logical Reasoning*. (Online). Available: http://wwwrohan.sdsu.edu/faculty/rfreeman/reason.html. Retrieved August 5, 2009.

Friedler, Y., Nachmias, R., and Linn, M. C. (1990). *Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories*. Journal of Research in Science Teaching. 27: 173-191.

Gega, P. C., and Peters, J. M. (1998). *Science in Elementary Education*. 8th ed. New Jersey: Merrill.

Gentner D., & Stevens, A. L. (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gilbert, J. K. (1993a). *Models and Modelling in Science Education*. Hatfield: Association for Science Education.

----------. (1993b). *The Role of Models and Modelling in Science Education*. Paper presented at the Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching, Georgia, USA.

----------. (2000). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer

----------. (2004). *Models and modelling: Routes to more authentic science education*. International Journal of Science and Mathematics Education 2 (2): 115-130.

Gilbert and C. J. Boulter. (1998). *Learning science through models and modelling*. In B. Frazer and K. Tobin (Eds.). The International Handbook of Science Education. Dordrecht: Kluwer, 53-66.

Gilbert, C. Boulter, and M. Rutherford. (1998). *Models in explanations, part 2: Whose voice? whose ears?* International Journal of Science Education 20(2): 187-203.

Gilbert, S. W. (1991). *Model building and a definition of science*. Journal of Research in Science Teaching 28 (1): 73-79.

Gilbert, and S.W. Ireton. (2003). *Understanding Models in Earth and Space Science*. Arlington: NSTA Press.

Gilbert, S. W. (1989). *An Evaluation of the Use of Analogy, Simile and Metaphor in Science Texts*. Journal of Research in Science Teaching. 26(April 1989): 362 - 367.

Good, Carter V.(1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.

Guilford, J.P. (1967). *TheNature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.

Grady, J. B. (2002). *Authentic assesment and task: helping students demonstrate their Abilities*. NASSP Bullentin [Online]. 78, 92-98. Retrieved October 19, 2009, from http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/login/jhtml [2002].

Harland, Jean D.; & Rivkin, Mary S. (2000). *Science Experience for the Early Childhood Years: An Integrated Approach.* 7 th. ed. New Jersey: Prentice Hall.

Harrison, A. G. and D. F. Treagust. (1996). *"Secondary Students' Mental Models of atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry"*. Science Education. 80(May 1996): 509 - 534.

Hestenes, D. (1987). *Toward a modeling theory of physics instruction*. American Journal of Physics. 55(5): 440 – 454.

Hewson, P. and Hewson, M. (1983). *Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning*. Journal of Research in Science Teaching, 20: 731-743.

Hewson, P. W. (1981). *A conceptual change approach to learning science*. European Journal of Science Teaching, 31: 933-946.

Hewson, P.W., Beeth, M.E.,& Thorley, N.R. (1998). *Teaching for Conceptual Change*. In International Handbook of Science Education. Tobin, Kenneth George.; & Fraser,Barry J., editors. pp. 199-218. Dordrecht, Netherlands: Kluwer.

Hewson , P.W., & Hewson, M.G.A.B. (1992). *The status of Students' conceptions*. In Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Duit,Reinders.; Goldberg Fred M.; Niedderer, Hans, editors. Kiel,Germany: Institute for Science Education.

Hewson, P.W., & Thorley, N.R. (1989, January). *The conditions of conceptual change in the classroom*. International Journal of Science Education. 11(5): 541-53.

Hubber,P.(2006). *Year 12 Students' Mental Model of the Nature of Light*. Research in Science Education, 36: 419-439.

Hynd, C. R., McWhorter, J. Y., Phares, V. L., & Suttles, C. W. (1994). *The role of instructional variables in conceptual change in high school physics topics*. Journal of Research in Science Teaching, 31: 933-946.

James, W. (1975). *Pragmatism*. Cambridge: Harvard University.

Jonassen, D. H. (1992). *Evaluating constructivist learning*. In T. M. Duffy (Ed.),Constructivism and the technology of instruction. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Harvard University Press.

Judson, H. F. (1980). *The Search for Solutions*. New York: Holt, Rinchart and Winston.

Justi, R. S.; & Gilbert, J. K. (2003). *Teachers' view on the nature of models*. International Journal of Science Education. 25(11) : 1369-1386.

Khongpugdee, S.; et al. (2009). *A Study of Conceptual Understanding in Basic Astronomy of Grade 9 and 10 Students in Rural Areas of Thailand*. Thai Journal of Physics. 4: 124-126.

Kalkan Hüseyin; และ Kiroglu Kasim. (2007). *Science and Nonscience Students' Ideas About Basic Astronomy Concepts in Preservice Training for Elemantary School Teachers*. The Astronomy Education Review. 6(1): 15-24.

Karplus, R. E., and others. (1977). *Science Teaching and the development of Reasoning*.Journal of Research in Science Teaching, 14: 169-175.

Kearney, M. (2004). *Classroom Use of Multimedia-Supported Predict-Observe-Explain Tasks in a Social Constructivist Learning Environment*. Science Education,34: 427-453.

Kearney M. and Treagust D. F., (2000). *An investigation of the classroom use of prediction-observation-explanation computer tasks designed to elicit and promote discussion of students' conceptions of force and motion*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans. USA.

Kearney M. and Treagust D. F., (2001). *Constructivism as a referent in the design and development of a computer program which uses interactive digital video to enhance learning in physics*. Aust. J. Educ. Tech.. 17: 64–79.

Kearney M., Treagust D. F., Yeo S. and Zadnik M.G., (2001). *Students and teacher perceptions of the use of multimedia supported predict-observe-explain task to probe understanding*. Res. Sci. Educ.. 31: 589-615.

Kolari S. and Savander-Ranne C.. (2004). *Visualisation promotes apprehension and comprehension*, Int. J. Eng. Educ.. 20: 484-493.

Lorin W. Anderson and et al (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* :68-69

Lawson, A. E. (1985). *A Review of Research on Formal Reasoning and Science Teaching*. Journal of Research in Science Teaching 22: 569-617.

----------. (1995). *Science Teaching and Developing of Thinking*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.

----------. (2000). *What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology*. Journal of research in science teaching. 9: 996-1018.

----------. (2001). *Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning patterns*. Journal of Biology Education, 45: 165-169.

Lawson, A. E., and Worsnop, William A.. (1992). *Learning about Evolution and Rejecting a Belief in Special Creation: Effects of Reflective Reasoning Skill, Prior Knowledge, Prior Belief and Religious Commitment*. Journal of Research in Science Teaching. 29: 143-166.

Liew C. W. and Treagust D. F.. (1998). *The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego, USA.

----------. (1995). *A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids*. Aust. Sci. Teach. J., 41(1): 68-71.

Lightman, A.; & Sadler, P. (1993). *Teacher predictions versus actual student gains*. The Physics Teacher. 31(3): 162-167.

Loper, S. J. (2005). *Struggles with learning about scientific models in a middle school science classroom*. Dissertation. University of California, Berkeley. Retrieved May 01, 2009, from http://proquest.umi.com/pqdweb?did=775162231&sid=PQD.

Lynn, Rose. (1999, Spring). *Gender Issues in Gifted Education*. The National Research Center on the Gifted and Talent. (Online). Available: http://www.sp.uconn.edu/ ~nrcgt/news/ spring99/sprng994.html. Retrieved January 10, 2012.

Martin, R. E., and others. (1994). *Teaching Science for All Children*. Boston: Allyn and Bacon.

Merrill, M. D. (1999). *"Instructional transaction theory: Instructional design based on knowledge objects"*. Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory. 2(March 1999): 181-203.

----------. (2001). *A Knowledge Object and Mental Model Approach to a Physics Lesson*. Educational Technology. 41(January-February 2001): 36-47.

Mooney, C.G. (2000). *Theories of Childhood: An introduction to Dewey, Montessori, Erikson, Piaget, & Vygotsky*. New Jersey: Red leaf Press: Pearson Merrill Prentice Hall.

Norman, D. (1983). *Mental models*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington,DC: National Academy Press.

----------. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. S. Olson & S. Loucks-Horsley (Eds.), Committee on the Development of Addendum to the National Science Education Standards on Scientific Inquiry. Washington, DC: National Academy Press.

Osborne, R. and J. K. Gilbert. (1980a). *A Teacher for Exploring Students' Views of the World*. Physics Education. 8 (June 1980): 376- 379.

----------. (1980b). *The Use of Model in Teaching*. The School Science Review. 62(February 1980): 57- 67.

Osborne, R. and P. Freyberg. (1985). *Roles of the Science Teacher*. Learning in Science: The Implication of Children's Science. London: Heinemann Publishers.

Palmer D. H., (2003). *Investigating the relationship between refutational text and conceptual change*. *Research* Science Education., 87: 663-684.

Palmer D., (1995). *The POE in the primary school: an evaluation*. *Research* Science Education. 25: 323-332.

Plummer Julia. (2008). *Students' Development of Astronomy Concepts across Time*. The Astronomy Education Review. 7(1): 143-152.

Piaget, J. (1965). *Judgement and reasoning in the child*. Translated by Marjorie Warden. London : Roritledge & Kegan Paul.

Pines, A.; & West, L. (1986). *Conceptual Understanding and science learning: An interpretation of research within source of knowledge framework*. Science Education. 70(5): 583-640.

Porntip Siripatharachai. (2006). *Causal factors influencing scientific reasoning skills of Thai Fourthgrade students*. Dissertation, Ed.D (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.

Prain, V.;Tytler,R. & Peterson,S. (2009). *Multiple Representation in Learning About Evaporation*. International Journal of Science Education, 31:787-808.

Ritchie, S. M.; K. Tobin and K.S. Hook. (1997). *Teaching referents and the warrants used to test the viability of students' mental models: is there a link?*. Journal of Research in Science Teaching. 34 (January 1997): 223 - 238.

Rothenberg, M.E. (1985). *Encyclopedia Americana*. Danbury, Connecticut: Grolier Incorporated.

Sadanand, N.&Kess, J. (1990). *Concepts in force and motion*. Physics Teacher, 28: 530–533.

Sadler, P. M. (1992). *The Initial Knowledge State of High School Astronomy Students.* Dissertation, Harvard University. Photocopies.

Savander-Ranne C. and Kolari S., (2003). *Promoting the conceptual understanding of engineering students through visualization*. Global J. Engineer Education, 7: 189-199.

Shin, S.J.; and Lemon, O. (2003). *Diagrams*, Stanford Encyclopedia of Philosophy. Retrieved June 24, 2009, from http://plato.stanford.edu/entries/diagrams.

Smit, J.J.A. and M. Finegold. (1995). *Models in Physics: Perceptions held by Final-year Prospective Physical science teachers studying at South African Universities*. International Journal Science Education. 17(May 1995): 621 - 634.

Sternberg, J. Robert (1997). *Thinking Styles*. New York. Cambridge University Press.

Sund, R. B. and Trowbridge, L. W. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. 2nd ed. Ohio: A Bell & Howell Company.

Sutherland, P. (1992). *Cognitive development today: Piaget and his critics*. London: Paul Chapman.

Suthida Chamrat (2009). *Exploring Thai Grade 10 Chemistry Students' Understanding of Atomic Structure Concepts and the Nature of Science through the Model-based Approach*. Dissertation, Ph.D. (Science Education).Department of Education.Bangkok: Kasetsart University.

Taylor, I. (1996). *Illuminating Lunar Phase*. The Science Teacher. 64(3): 39-41.

Taylor I., Barker, M. & Jones, A. (2003) *Promoting mental model building in astronomy education*, International Journal of Science Education, 25: 1205–1225.

Thagard, P. (1992). *Analogy, explanation, and education*. Journal of Research in Science Teaching. 29(June 1992): 537- 544.

Thiele, R. B. and D. F. Treagust. (1991). *Using Analogies in Secondary Chemistry Teaching*. Australian Science Teachers Journal. 32(February 1991): 10- 14.

Thorley, N. R. and R. K. Woods. (1997). *Case Studies of Students' Learning as Action Research On Conceptual Change Teaching*. International Journal of Science Education. 19(February 1997): 229 - 245.

Trowbridge D. E., & McDermott, L. C., (1981). *Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension*. American Journal of Physics, 49: 242-253.

Trumper Ricardo. (2006). *Teaching Future Teachers Basic Astronomy Concepts – Sun-Earth-Moon Relative Movements – at a Time of Reform in Science Education*. Research in Science & Technological Education. 24(1): 85–109.

Trumper, R. A. (2001a), *"Cross-College Age Study of Science and Non-science Students' conceptions of Basic Astronomy Concepts in Preservice Training for High-School*", Journal of Science Education and Technology, 10(2): 189.

----------. (2001b), *"Cross-Age Study of Junior High School Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts"*,International Journal Science Education, 23(11): 1111.

----------. (2001c), *"A Cross-Age Study of Senior High School Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts",* Research in Science and Technological Education, 19(1): 97.

Underhill, R. G. (1991). *Two layers of constructivist curricular interaction*. In E.von Glasersfeld (ed.). Radical constructivism in mathematics education.Dordrecht: Kluwer Academic. 229-248.

Von Glasersfeld, E. (1991). *"Introduction"*. xiii-xx. In E.Von Glasersfeld. (ed.). Radical constructivism in mathematies education. Dordrecht: Kluwer Academic.

Vosniadou, S. (1992). *Knowledge acquisition and conceptual change*. Applied Psychology: An International Review, 41(4): 347–357.

----------. (1994). *Capturing and modeling the process of conceptual change*. Learning and Instruction, 4: 45–69.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). *Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood*. Cognitive Psychology, 24: 535–585.

Vosniadou, S., & Ioannides, C. (1998). *From conceptual development to science education: A psychological point of view*. International Journal of Science Education, 20, 1213–1230.

Vygotsky, L. S. (1997). *Education psychology*. Florida: CRC Press LLC.

Ward, R. B., P. M. Sadler, et al. (2008). *Learning Physical Science through Astronomy Activities: A Comparison between Constructivist and Traditional Approaches in Grades 3-6*. The Astronomy Education Review 6(2): 1-19.

Walker, D.; & Lambert, L. (1995). *Learning and Leading Theory: A Century in the Making*. New York: Teacher College Press.

Wells, M., D. Hestenes and G. Swackhamer. (1995). *"A Modeling Method for High School Physics Instruction"*. American Journal of Physics. 63(July 1995) : 606 - 619.

White, R.T.& Gunstone, R.F. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.

Wheatley, G. H. (1991). *Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning*. Science Education. 75(1): 9-20.

Zeilik, M., Schau, C.; & Mattern N. (1998). *Misconceptions and Their Change in University-Level Astronomy Courses*. The Physics Teacher. 36(2): 104-107.

Zimmermen, C. (2005). *The Development of Scientific Reasoning Skills: What Psychologists Contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. Final Draft of a Report to the National Research Council Committee on Science Learning Kindergarten through Eighth Grade*. Available: http://www7.nationalacademies.org/bose/Corinne_Zimmerman_Final_Paper.pdf. Retrieved December 15, 2009.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล คือ ดร.ราชันย์ บุญธิมา
   ตำแหน่งอาจารย์ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2) ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ คือ ดร.สุวิทย์ คงภักดี
   ตำแหน่งอาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตรศึกษา คือ ดร.สุทธิดา จำรัส
   ตำแหน่งนักวิชาการ สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
   กระทรวงศึกษาธิการ
4) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตรศึกษา คือ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง
   ตำแหน่งอาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตรศึกษา คือ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล
   ตำแหน่งอาจารย์ ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
3	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
5	บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นมีความสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
6	รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
7	แต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องและต่อเนื่องกัน	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

รายการประเมิน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)					
	แผนการเรียนรู้ที่ 1	แผนการเรียนรู้ที่ 2	แผนการเรียนรู้ที่ 3	แผนการเรียนรู้ที่ 4	แผนการเรียนรู้ที่ 5	แผนการเรียนรู้ที่ 6
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมีความชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4. เนื้อหาสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.67

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

คำถามข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
3	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
5	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
6	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสัมภาษณ์นักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

เนื้อหา	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
กลางวัน-กลางคืน	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ฤดูกาล	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
สุริยุปราคา	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
จันทรุปราคา	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้างขึ้น-ข้างแรม	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
น้ำขึ้น-น้ำลง	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 13 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

ข้อที่	p	r	ผลการประเมิน	ข้อที่	p	r	ผลการประเมิน
1	0.54	0.21	ผ่าน	16	0.52	0.64	ผ่าน
2	0.58	0.50	ผ่าน	17	0.40	0.29	ผ่าน
3	0.30	0.21	ผ่าน	18	0.56	0.43	ผ่าน
4	0.76	0.50	ผ่าน	19	0.40	0.64	ผ่าน
5	0.58	0.50	ผ่าน	20	0.48	0.79	ผ่าน
6	0.36	0.21	ผ่าน	21	0.36	0.50	ผ่าน
7	0.34	0.21	ผ่าน	22	0.28	0.43	ผ่าน
8	0.40	0.21	ผ่าน	23	0.46	0.29	ผ่าน
9	0.46	0.86	ผ่าน	24	0.30	0.50	ผ่าน
10	0.50	0.71	ผ่าน	25	0.26	0.43	ผ่าน
11	0.42	0.36	ผ่าน	26	0.46	0.36	ผ่าน
12	0.46	0.50	ผ่าน	27	0.26	0.43	ผ่าน
13	0.26	0.21	ผ่าน	28	0.66	0.29	ผ่าน
14	0.26	0.21	ผ่าน	29	0.32	0.21	ผ่าน
15	0.48	0.50	ผ่าน	30	0.50	0.71	ผ่าน

ตาราง 14 แสดงการผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

แบบทดสอบวัดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน	จำนวนนักเรียน	จำนวนข้อสอบ	$\bar{X}$	S.D.	S^2	r
	50	30	13.18	7.54	30.83	0.80

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
3	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
5	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
6	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
7	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
8	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
9	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
10	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
11	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
12	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
13	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
14	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
15	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
16	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
17	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
18	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
19	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
20	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 16 แสดงการค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน	จำนวนข้อสอบ	$\bar{X}$	S.D.	S^2	R
	35	20	25.00	14.93	130.23	0.86

ตาราง 17 แสดงการวิเคราะห์ความยาก แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ผลการประเมินข้อสอบ
1	0.66	ผ่าน
2	0.54	ผ่าน
3	0.50	ผ่าน
4	0.80	ผ่าน
5	0.69	ผ่าน
6	0.54	ผ่าน
7	0.43	ผ่าน
8	0.80	ผ่าน
9	0.23	ผ่าน
10	0.43	ผ่าน
11	0.26	ผ่าน
12	0.80	ผ่าน
13	0.26	ผ่าน
14	0.34	ผ่าน
15	0.57	ผ่าน
16	0.43	ผ่าน
17	0.46	ผ่าน
18	0.49	ผ่าน
19	0.23	ผ่าน
20	0.29	ผ่าน

ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การทดสอบค่าที (Independent Samples Test)

ข้อสอบข้อที่	กลุ่มของนักเรียน	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t
1	กลุ่มสูง	17	2.18	0.81	0.65	2.345*
	กลุ่มต่ำ	17	1.53	0.80		
2	กลุ่มสูง	17	1.82	1.33	0.94	2.190*
	กลุ่มต่ำ	17	0.88	1.17		
3	กลุ่มสูง	17	2.35	0.93	1.65	5.009*
	กลุ่มต่ำ	17	0.71	0.99		
4	กลุ่มสูง	17	2.53	1.01	1.06	2.680*
	กลุ่มต่ำ	17	1.47	1.28		
5	กลุ่มสูง	17	2.24	0.66	0.88	2.914*
	กลุ่มต่ำ	17	1.35	1.06		
6	กลุ่มสูง	17	1.18	1.13	0.65	1.866*
	กลุ่มต่ำ	17	0.53	0.87		
7	กลุ่มสูง	17	1.65	1.27	1.24	3.494*
	กลุ่มต่ำ	17	0.41	0.71		
8	กลุ่มสูง	17	1.94	0.24	0.82	3.542*
	กลุ่มต่ำ	17	1.12	0.93		
9	กลุ่มสูง	17	1.12	1.22	1.00	3.264*
	กลุ่มต่ำ	17	0.12	0.33		
10	กลุ่มสูง	17	1.88	1.11	1.35	4.074*
	กลุ่มต่ำ	17	0.53	0.80		
11	กลุ่มสูง	17	0.94	0.97	0.82	3.323*
	กลุ่มต่ำ	17	0.12	0.33		
12	กลุ่มสูง	17	1.94	0.56	0.65	2.483*
	กลุ่มต่ำ	17	1.29	0.92		
13	กลุ่มสูง	17	1.59	1.23	1.06	2.896*

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	กลุ่มของนักเรียน	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t
	กลุ่มต่ำ	17	0.53	0.87		
14	กลุ่มสูง	17	2.18	0.73	0.71	1.781*
	กลุ่มต่ำ	17	1.47	1.46		
15	กลุ่มสูง	17	2.00	1.17	1.12	2.667*
	กลุ่มต่ำ	17	0.88	1.27		
16	กลุ่มสูง	17	0.82	1.07	0.53	1.782*
	กลุ่มต่ำ	17	0.29	0.59		
17	กลุ่มสูง	17	2.00	1.41	1.53	3.881*
	กลุ่มต่ำ	17	0.47	0.80		
18	กลุ่มสูง	17	1.82	1.47	0.94	2.000*
	กลุ่มต่ำ	17	0.88	1.27		
19	กลุ่มสูง	17	1.35	1.37	1.06	2.935*
	กลุ่มต่ำ	17	0.29	0.59		
20	กลุ่มสูง	17	1.35	1.37	1.29	3.844*
	กลุ่มต่ำ	17	0.06	0.24		

* P < .05

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2	1	1	0	0.67	ผ่าน
3	1	1	1	1.00	ผ่าน
4	1	1	1	1.00	ผ่าน
5	1	1	1	1.00	ผ่าน
6	1	1	1	1.00	ผ่าน
7	1	1	1	1.00	ผ่าน
8	1	1	1	1.00	ผ่าน
9	1	1	1	1.00	ผ่าน
10	1	1	1	1.00	ผ่าน
11	1	1	1	1.00	ผ่าน
12	1	1	1	1.00	ผ่าน
13	1	1	0	0.67	ผ่าน
14	1	1	1	1.00	ผ่าน
15	1	1	1	1.00	ผ่าน
16	1	1	1	1.00	ผ่าน
17	1	1	1	1.00	ผ่าน
18	1	1	1	1.00	ผ่าน
19	1	1	1	1.00	ผ่าน
20	1	1	1	1.00	ผ่าน
21	1	1	1	1.00	ผ่าน
22	1	1	1	1.00	ผ่าน
23	1	1	1	1.00	ผ่าน
24	1	1	1	1.00	ผ่าน

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย

คู่มือการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คู่มือเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานปริญญานิพนธ์

เรื่อง ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัย	นายสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์	**คณะกรรมการควบคุม**	
รหัสประจำตัว	51199120027	รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภค	ประธาน
ปริญญา	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต	ดร.กานจุลี ปัญญาอินทร์	กรรมการ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตรศึกษา	ดร.นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล	กรรมการ

คำนำ

เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการวิจัยเรื่อง ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อตัวแทนความคิดเรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภายในเอกสารประกอบด้วย มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ระดับประถมศึกษา ถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

โดยผู้วิจัยมุ่งหวังว่า กิจกรรมการเรียนรู้ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์พื้นฐาน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาดาราศาสตร์และมีทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้เป็นหลักในการใช้แก้ปัญหาที่เกิดกับตัวนักเรียนในอนาคตได้

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์
ผู้วิจัย

มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

ในประเทศไทยได้จัดระบบการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็น 8 สาระ 13 มาตรฐานการเรียนรู้ สำหรับสาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีเนื้อหาโดยรวมคือ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี่ เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 5) ในมาตรฐาน ว. 7.1 ได้กำหนดให้นักเรียนที่เรียนจบหลักสูตรแล้วต้อง เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 7) โดยกำหนดเป็นตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 89-93) แยกตามระดับชั้นตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ดังนี้

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางวิทยาศาสตร์ มาตรฐาน ว 7.1 แยกตามระดับชั้น

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
ประถมศึกษาปีที่ 1	**ตัวชี้วัด** 1.ระบุว่าในท้องฟ้ามีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดวงดาว **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** ในท้องฟ้ามีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดวงดวง โดยมองเห็นท้องฟ้ามีลักษณะเป็นครึ่งวงกลมครอบแผ่นดินไว้
ประถมศึกษาปีที่ 2	**ตัวชี้วัด** 1.สืบค้นและอภิปรายความสำคัญของดวงอาทิตย์ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก เพราะให้ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานแสง ซึ่งช่วยในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
ประถมศึกษาปีที่ 3	**ตัวชี้วัด** สังเกต และอธิบายการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ การเกิดกลางวันกลางคืนและการกำหนดทิศ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** โลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังต่อไปนี้ - ปรากฏการณ์ขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ - เกิดกลางวันและกลางคืนโดยด้านที่หันรับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางวันและด้านตรงข้ามที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางคืน

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
	กำหนดทิศโดยการสังเกตจากการขึ้นและการตกของดวงอาทิตย์ ให้ด้านที่เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นเป็นทิศตะวันออกและด้านที่เห็นดวงอาทิตย์ตกเป็นทิศตะวันตก เมื่อใช้ทิศตะวันออกเป็นหลักโดยให้ด้านขวามืออยู่ทางทิศตะวันออก ด้านซ้ายมือเป็นด้านทิศตะวันตก ด้านหน้าจะเป็นทิศเหนือและด้านหลังจะเป็นทิศใต้
ประถมศึกษาปีที่ 4	**ตัวชี้วัด** สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะของระบบสุริยะ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวารโคจรอยู่โดยรอบ คือ ดาวเคราะห์แปดดวง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ ส่วนดาวตกหรือผีพุ่งใต้ อุกกาบาต อาจเกิดมาจากดาวหาง ดาวเคราะห์น้อยหรือวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ
ประถมศึกษาปีที่ 5	**ตัวชี้วัด** สังเกตและอธิบายการเกิดทิศ และปรากฏการณ์การขึ้นตกของดวงดาวโดยใช้แผนที่ดาว **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** การที่โลกหมุนรอบตัวเองนี้ทำให้เกิดการกำหนดทิศ โดยโลกหมุนรอบตัวเองทวนเข็มนาฬิกาจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก เมื่อสังเกตจากขั้วเหนือจึงปรากฏให้เห็นดวงอาทิตย์และดวงดาวต่างๆ ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกและแผนที่ดาวช่วยในการสังเกตดาวบนท้องฟ้า
ประถมศึกษาปีที่ 6	**ตัวชี้วัด** สร้างแบบจำลองและอธิบาย การเกิดฤดู ข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** - การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา 1 ปี ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบการโคจรทำให้บริเวณส่วนต่างๆ ของโลกรับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันเป็นผลให้เกิดฤดูต่างๆ - ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง แสงสว่างที่เห็นเกิดจากแสงอาทิตย์ตกกระทบดวงจันทร์แล้วสะท้อนมายังโลก การที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์จึงเปลี่ยนตำแหน่งไป ทำให้มองเห็นแสงสะท้อนจากดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละคืน ซึ่งเรียกว่า ข้างขึ้นข้างแรมและนำมาใช้จัดปฏิทินในระบบจันทรคติ - การที่โลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้ดวงจันทร์บังดวง

ระดับชั้น	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
	อาทิตย์ เรียกว่าเกิดสุริยุปราคา และเมื่อดวงจันทร์เคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในเงาของโลก เรียกว่า เกิดจันทรุปราคา
มัธยมศึกษาปีที่ 3	**ตัวชี้วัด** 1.สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก 2.สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ 3.ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ **สาระการเรียนรู้แกนกลาง** - ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์อยู่เป็นระบบได้ภายใต้แรงโน้มถ่วง - แรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ทำให้ดวงจันทร์โคจรรอบโลก แรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับบริวารทำให้บริวารเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์กลายเป็นระบบสุริยะ - แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก - เอกภพประกอบด้วยกาแล็กซีมากมายนับแสนล้านแห่ง แต่ละกาแล็กซีประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวนมากที่อยู่เป็นระบบด้วยแรงโน้มถ่วง กาแล็กซีทางช้างเผือกมีระบบสุริยะอยู่ที่แขนของกาแล็กซีด้านกลุ่มดาวนายพราน - กลุ่มดาวฤกษ์ประกอบด้วยดาวฤกษ์หลายดวงที่ปรากฏอยู่ในขอบเขตแคบๆ และเรียนเป็นรูปร่างต่างกันบนทรงกลมท้องฟ้า โดยดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มดาวเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมท้องฟ้า จึงใช้บอกทิศและเวลาได้

จากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางและหนังสือเรียนกิจกรรมสาระการเรียนรู้พื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. 2547, กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) จะสามารถแบ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานได้เป็น การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาล การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การเกิดสุริยุปราคา และการเกิดจันทรุปราคา

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม

สำหรับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยมนั้น ได้มีนักการศึกษาเสนอแนะไว้พอสรุปได้ ดังนี้

1) ผลการเรียนรู้ต้องมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการ ดังนั้นเป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องฝึกฝนกระบวนการการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเห็นว่า ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนและรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมสร้างความรู้และความเข้าใจต่อสิ่งที่รับรู้ใหม่อย่างกระตือรือร้น ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายมากกว่าการรับรู้และจดจำความรู้ที่จัดระเบียบไว้แล้ว (ทิศนา แขมมณี. 2548: 94; สุวิทย์. 2553: 21;ศุภชัย. 2548: 17; Driver & Bell. 1986: 448; Jonassen. 1992; Wheatley. 1991: 10; Walker; & Lambert. 1995: 17)

2) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที (Devries, 1992 :1-2) โดยผู้เรียนจะต้องนำตนเอง ควบคุมตนเองในการเรียนรู้และต้องลงมือปฏิบัติเอง กล่าวคือ การสร้างความรู้นักเรียนจะต้องนำตนเองและควบคุมตนเองในการสร้างตัวแทนหรือแบบจำลองในสมองขึ้นใหม่ด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม มีการประนีประนอมต่อรองความหมายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสร้างความรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ส่งเสริมให้นักเรียนคุ้นเคยและเรียนรู้วัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ซึ่งหมายถึงการเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม การใช้วัฒนธรรมภาษา วัฒนธรรมการรับรู้ การสนทนา การอภิปราย และการตั้งคำถามเพื่อแก้ปัญหา ตรวจสอบโลกทัศน์และฝึกปฏิบัติแบบวิทยาศาสตร์ (ทิศนา แขมมณี. 2548: 95; สุวิทย์. 2553: 22; ศุภชัย. 2548: 17; Wheatley. 1991: 13; Walker; & Lambert. 1995:18)

3) เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิต กระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ควรจะทำให้นักเรียนได้รับและเข้าถึงประสบการณ์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนแปลความหมายประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจ และความเชื่อด้วยตนเองเพื่อสร้างความรู้ใหม่ (ทิศนา แขมมณี. 2548: 94;สุวิทย์. 2553: 22; ศุภชัย. 2548: 17; Walker; & Lambert. 1995: 17-18)

4) การจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศจริยธรรมทางสังคมให้เกิดขึ้น (สุระ, 2547: 22) กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนหรือบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น (Grady. 2002; ศุภชัย. 2548: 18) โดยบทบาทของครูคือทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ครูจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจ

ภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำ ทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้น ครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียน (ทิศนา, 2547: 94)

5) นักเรียนสร้างความหมายจากประสบการณ์ และจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม โดยบูรณาการข้อมูลและแนวคิดใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม (existing knowledge structures) เมื่อเกิดความไม่สมดุลระหว่างโครงสร้างความรู้เดิมและแนวคิดใหม่นักเรียนจะสังเคราะห์ความเชื่อของตนเองกับความคิดใหม่ ความเชื่อเดิมอาจจะถูกแทนที่หรือสร้างใหม่จากแนวคิดและข้อมูลใหม่ ผลผลิตคือ โครงสร้างความรู้เดิมที่อาจจะมีรายละเอียดเพิ่มเติม มีการเปลี่ยนมโนมติเดิมบางส่วนหรือเกิดมโนมติใหม่แทนที่มโนมติเดิม การเรียนรู้จึงเป็นการเพิ่มเติม ดัดแปลงโครงสร้างความรู้หรือเปลี่ยนมโนมติ (ทิศนา แขมมณี. 2548: 95; สุวิทย์. 2553: 22; Wheatley. 1991: 10; Walker; & Lambert. 1995: 17)

6) การสร้างความหมายเป็นกระบวนการมีส่วนร่วมที่ต่อเนื่อง เริ่มต้นด้วยการสร้างสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐานและปรับเปลี่ยนแนวคิดในขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และบุคคลอื่น (สุวิทย์. 2553: 22; Driver; & Bell. 1986: 448)

7) นักเรียนสะท้อนความคิดเห็นและไตร่ตรองความรู้ความเข้าใจ (Metacognition) ใช้ทักษะการคิดเพื่อตรวจสอบ ควบคุมและประเมินสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ และเข้าใจ (สุวิทย์. 2553: 22; Driver; & Bell. 1986: 445; Walker; & Lambert. 1995: 18)

8) ผลผลิตการเรียนรู้เกิดจากการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนเพื่อสร้างความหมายตามคุณค่าและความเชื่อของนักเรียน ดังนั้น ผลผลิตการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงแตกต่างกันไปตามความสามารถ ความสนใจ และประสบการณ์เดิมของนักเรียน (ทิศนา แขมมณี. 2548: 95; สุวิทย์. 2553: 22; Driver; & Bell. 1986: 445; Walker; & Lambert. 1995: 19)

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมเอง การเรียนรู้เกิดจากโครงสร้างส่วนบุคคลและโครงสร้างทางความคิด เป็นความสามารถของบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และความสมเหตุสมผลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ การสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้น อย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลง สมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ การเรียนรู้จะเกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา ฉะนั้นครูจึงเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและดีที่สุด

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
(Scientific Reasoning)

การพัฒนาความสามารถและรูปแบบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน ที่มีความหลากหลายของการเผชิญหน้าทางสังคม โดยปัญหาทางสังคมและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลโดยตรงต่อทุกชีวิต ด้วยเหตุนี้ผู้คนต้องมีการเตรียมความพร้อม เพื่อให้ทุกคนต้องเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถประเมินข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาเพื่อใช้แก้ปัญหาได้ โดยผู้วิจัยให้แนวความคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล โดยผู้วิจัยแบ่งการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ลักษณะ ได้แก่

1) Controlling ability หมายถึง ความสามารถที่แสดงถึงความเข้าใจในความจำเป็นที่จะต้องออกแบบการทดลอง โดยการควบคุมตัวแปรอื่นๆได้

2) Proportional ability หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เชิงคณิตศาสตร์ได้

3) Probabilistic ability หมายถึง ความสามารถในการสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์ใดๆ บนพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็นได้

4) Correlational ability หมายถึง ความสามารถในการแปลผลการศึกษาโดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กัน

5) Generalized ability หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อสรุปทั่วไป ที่นอกเหนือไปจากการทดลองหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้สร้างข้อสรุปใหม่ที่เหมาะสม

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย โดยมีพื้นฐานมาจากการสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลในวงจรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นการเร้า (Instigation) 2) ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) 3) ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept) 4) ขั้นการทำนาย (Predict) 5) ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict) 6) ขั้นการทดลอง (Experiment) 7) ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result) และ 8) ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences)

ซึ่งมีรายละเอียดการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน มีดังนี้

1. ขั้นการเร้า (Instigation)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดภาวะอสมดุล โดยนักเรียนจะถูกกระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินความรู้เดิมของตน ว่ามีความรู้เรื่องนั้นเป็นอย่างไร และมีความสัมพันธ์กับคำถามหรือปัญหาที่กำลังศึกษาอย่างไร แล้วเริ่มจัดระบบโครงสร้างทางความคิดของตนเองใหม่

โดยในขั้นกระตุ้นนี้ นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น ประสบการณ์เดิมของตนเองออกมา

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)

เมื่อผ่านขั้นที่ 1 นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น

จากนั้นจัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ ผลจากการศึกษาสำรวจจะทำให้นักเรียนเกิดคำถามสงสัยที่ไม่สามารถใช้แบบแผนการให้เหตุผลแบบเดิมที่เคยใช้ มาตอบคำถามเดิมได้อีก

การอภิปรายในกลุ่มขนาดเล็กเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมในขั้นนี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนจะถูกกระตุ้นให้ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดเห็นของตนเองและของผู้อื่น ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้างขั้นการศึกษาสำรวจจึงเป็นขั้นการเรียนรู้โดยการค้นพบ และเป็นขั้นที่นักเรียนพร้อมที่จะดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

3. ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept)

เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นการศึกษาสำรวจ มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ ในขั้นนี้เน้นการถ่ายทอดความรู้ทางสังคมที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการอธิบายและได้รับความรู้เพิ่มเติม โดยครูมีบทบาทในการช่วยแนะนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครู

อธิบายด้วยตนเองหรือใช้ตำราและสื่อต่างๆ ก็ได้นักเรียนดำเนินการปรับและจัดโครงสร้างทางความคิดของตน โดยเชื่อมโยงความรู้หรือแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้พัฒนาแบบแผนการให้เหตุผลใหม่ ๆ ให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ ขั้นการสร้างมโนทัศน์จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนดำเนินการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

4. ขั้นการทำนาย (Predict)

เป็นขั้นต่อจากขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรกแล้ว นักเรียนจะถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เพื่อให้นักเรียนจะต้องทำนายผล

การถูกถามถึงสถานการณ์ที่นอกเหนือออกไป เป็นการรบกวนสมดุลของนักเรียนอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนได้ประมวลความคิด ประสบการณ์เดิมและตลอดถึงความเข้าใจที่ผ่านมา ในการพยายามหาเหตุผลมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงนั้น

5. ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้อธิบายสิ่งที่ทำนาย ขั้นนี้นักเรียนจะพบความขัดแย้งทางความคิดของตนเองและเพื่อน จากนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความคิดเห็นที่เหมือนและต่างกันว่าแต่ละความคิดเห็นมีเหตุผล หรือประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนความคิดเห็นนั้น

การอภิปรายในกลุ่มขนาดเล็กเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำกิจกรรมในขั้นนี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนจะถูกกระตุ้นให้ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดเห็นของตนเองและของผู้อื่น ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถาม และผู้ช่วยของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามเพื่อช่วยแนะแนวทางในการคิดของนักเรียนได้บ้าง ขั้นควรให้นักเรียนในกลุ่มได้สรุปเหตุผล ปัจจัยหรือประจักษ์พยานต่างๆ ที่ได้ร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อสังเกตในการทดลองหาคำตอบต่อไป

6. ขั้นการทดลอง (Experiment)

เป็นขั้นตอนการทดลองหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำการทดลอง เพื่อให้สามารถตอบโจทย์หรือเพื่อหาเหตุผล และประจักษ์พยานที่สามารถสนับสนุนหรือเปลี่ยนความคิดที่ได้ทำนายไว้ก่อนหน้า แล้วยังจะได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองตามแบบที่ออกแบบไว้ด้วย

7. ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายถึงผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งต่อเนื่องมาจากการที่ได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์นั้นแล้ว ผลจากการทดลองจะทำให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุป อันเกิดจากการทดลองและสามารถให้เหตุผลประกอบการอธิบายคำตอบได้

8. ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องร่วมกันอธิบาย พร้อมทั้งอภิปรายถึงความเหมือนหรือความต่างกันของความคิดก่อนและหลังทำการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้วิเคราะห์ความคิดของตนเอง

เกี่ยวกับการให้เหตุผล ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองความคิดที่ผิดพลาดของตนเองและเพื่อนนักเรียน ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่จะทำให้นักเรียนได้ปรับสมดุลความคิดใหม่ อีกทั้งเป็นการย้ำให้นักเรียนเห็นความบกพร่องของความคิดของแต่ละคน

กำหนดการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สัปดาห์ที่	กิจกรรม	หมายเหตุ
1	1	O ปฐมนิเทศ O วัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ O วัดตัวแทนความคิด ต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน O วัดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน	27/10
2	2	O วัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	3/11
3	3-4	กิจกรรมเรื่อง กลางวัน-กลางคืน	10/11,17/11
4	5-7	กิจกรรมเรื่อง ฤดูกาล	24/11,1/12,8/12
5	8-10	กิจกรรมเรื่อง ข้างขึ้น-ข้างแรม	15/12,22/12,29/12
6	11-13	กิจกรรมเรื่อง จันทรุปราคา	5/1,12/1,19/1
7	14-16	กิจกรรมเรื่อง สุริยุปราคา	26/1,2/2,9/2
8	17-19	กิจกรรมเรื่อง น้ำขึ้น-น้ำลง	16/2,23/2,1/3
9	20	O วัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	8/3
10	21	O วัดเจตคติต่อวิชาดาราศาสตร์ O วัดตัวแทนความคิด ต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน O วัดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน O ปัจฉิมนิเทศ	15/3

ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง กลางวัน-กลางคืน **เวลา 3 คาบ**

ตัวชี้วัด

สังเกต และอธิบายการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ การเกิดกลางวันกลางคืน และการกำหนดทิศ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

โลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังต่อไปนี้

- ปรากฏการณ์ขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์
- เกิดกลางวันและกลางคืนโดยด้านที่หันรับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางวันและด้านตรงข้ามที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์เป็นเวลากลางคืน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืนได้
- นักเรียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืนได้
- นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลประกอบการตอบคำถามได้

เนื้อหาที่ครูควรรู้

การเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน ถ้าอ้างอิงกับดวงอาทิตย์ โดยคิดว่าเอาตำแหน่งที่โลกหันเข้าหาดวงอาทิตย์ หมุนวนกลับเข้าหาดวงอาทิตย์อีกครั้ง นับเป็น 1 วัน จะได้ 24 ชั่วโมง การคิดโดยอ้างอิงกับดวงอาทิตย์นี้ ทางดาราศาสตร์เรียกว่า Solar day

แต่ถ้าคิดว่าปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน เกิดจากการหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบในหนึ่งวัน จะทำให้ 1 วัน ไม่เท่ากับ 24 ชั่วโมง เพราะว่าโลกหมุนรอบตัวเองครบ 360 องศา ใช้เวลา 86,164.091 วินาที หรือ 23 ชั่วโมง 56 นาที 4.091 วินาที ทางดาราศาสตร์จะเรียกว่า Sidereal day

การคิดแบบ Sidereal day นี้เองที่ทำให้ใน 1 ปีจะมี 366.25636042 วัน และถ้าเป็น Solar day ใน 1 ปี เราจะมี 365.25636042 วัน เศษทศนิยม 0.256... นี้เองที่ทำให้เรามีปัญหา จนต้องชดเชยด้วยการเพิ่มวันที่ 29 กุมภาพันธ์ เข้าไปทุกๆ 4 ปี ตามปฏิทินแบบสุริยะคติ (Solar Calendar)

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

ปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืนเกิดจาก

- เกิดจากดวงอาทิตย์โคจรรอบโลก 1 รอบ
- เกิดจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ลงไปใต้โลกแล้วขึ้นมาใหม่ตอนเช้า
- โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ
- ดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบ

ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ขั้นการเร้า (Instigation)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
กล่าวนำเกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ทำในคาบนี้ (3-5 นาที) กิจกรรมที่ 1 เขียนตอบเร็ว (5 นาที) ถามคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบภายในเวลา 1 นาที ทีละคำถาม - นักเรียนคิดว่ากลางวัน กลางคืน เกิดขึ้นได้อย่างไร - นักเรียนคิดว่าทำไมประเทศแต่ละประเทศจึงมีเวลาไม่ตรงกัน เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนส่งข้อความที่เขียนให้เพื่อนที่นั่งด้านหลังของตนเอง แถวหลังสุดส่งให้เพื่อนด้านหน้าห้อง	นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเกิดกลางวันกลางคืน นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีเวลาไม่ตรงกันของแต่ละประเทศ
ให้นักเรียนอ่านข้อความของเพื่อน และให้นักเรียนเขียนต่อท้ายว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อน พร้อมทั้งแสดงเหตุผลกับการแสดงความคิดเห็นนั้น (3-5 นาที)	นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งเหตุผลประกอบกับคำตอบของเพื่อนที่นักเรียนได้รับ
แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูเขียนความคิดเห็นนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ บนกระดาน (5 นาที)	นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อหน้าเพื่อนๆ และครู

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยการให้นักเรียนนับ 1-8 นักเรียนที่นับตัวเลขเดียวกันจะได้อยู่กลุ่มเดียวกัน แล้วจึงแจกอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะได้ (3-5 นาที) ครูชี้แจงกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เกี่ยวกับคำถาม 2 ข้อข้างต้น ซึ่งอุปกรณ์ที่ครูแจกให้ จะใช้เพื่อให้นักเรียนใช้ในการทำความเข้าใจหรืออธิบายให้เพื่อนฟัง ตามที่นักเรียนเห็นสมควร และให้เขียนแสดงเหตุผล หรือยกตัวอย่างที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันในกลุ่มเกี่ยวกับคำตอบดังกล่าว โดยเขียนเป็นส่งเป็นรายกลุ่ม (10-15 นาที) ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ให้ครูเดินสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อประมวลแนวคิดภาพรวมที่มีของนักเรียนทั้งหมด จับประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิด หรืออธิบายผิดไว้ เพื่อจะได้ช่วยอธิบายแก้ไขในขั้นต่อไป (แต่ไม่ให้ครูแสดงความคิดเห็นหรืออธิบายในขณะที่นักเรียนกำลังอธิบายภายในกลุ่ม)	นักเรียนแบ่งกลุ่มและเข้ากลุ่ม นักเรียนแสดงความคิดเห็นในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม

3.ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
เก็บรายงานนักเรียนทุกกลุ่ม และพิจารณาแนวคิดเพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มที่มีแนวคิด เหตุผลหรือหลักฐานความเชื่อ ที่แตกต่างกันมานำเสนอให้เพื่อนฟัง กลุ่มละไม่เกิน 3 นาที (10-15 นาที) ครูชี้ให้เห็น พร้อมทั้งอธิบาย และแก้ไขในแนวคิด เหตุผลหรือหลักฐานความเชื่อ ที่นักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนไป โดยใช้สื่อประกอบตามความเหมาะสม (สาธิตโดยใช้อุปกรณ์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มมี และคลิปประกอบการอธิบาย) (5-15 นาที) ครูอธิบายสรุปเกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน (5 นาที)	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับคัดเลือกนำเสนอแนวคิด เหตุผลหรือหลักฐานความเชื่อหน้าชั้นเรียน นักเรียนเขียนสรุปความเข้าใจ

3.ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนสรุปเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์กลางวันกลางคืน และ ให้นักเรียนเขียนอธิบายปรากฏการณ์การเกิดอาทิตย์เที่ยงคืน มาเป็นการบ้าน	นักเรียนทำการบ้าน

4.ขั้นการทำนาย (Predict)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
ครูกล่าวถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในคาบที่แล้วและกล่าวนำเกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ทำในคาบนี้ (3-5 นาที) กิจกรรมที่ 1 คิดเร็ว ตอบเร็ว (5-10 นาที) ถามคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบภายในเวลา 3 นาที ทีละคำถาม - มีคำกล่าวว่าเดิมทีแกนโลกไม่ได้เอียงอย่างเช่นทุกวันนี้ เดิมแกนโลกเอียง 23.5 องศา ถ้าในอนาคตแกนโลกเอียงเพิ่มขึ้นจากเดิม นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น - มีคำกล่าวว่าโลกหมุนรอบตัวเองเนื่องจากการอนุรักษ์โมเมนตัม ถ้ามีเหตุให้การหมุนของโลกมีการเปลี่ยนแปลง โดยทำให้โลกหมุนช้ากว่าเดิมอีกเท่าตัว นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนของแกนโลก นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนความเร็วในการหมุนของโลก

5.ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยการให้นักเรียนนับ 1-5 นักเรียนที่นับตัวเลขเดียวกันจะได้อยู่กลุ่มเดียวกัน (3-5 นาที) ครูชี้แจงกิจกรรม	นักเรียนแบ่งกลุ่ม และเข้ากลุ่ม

5.ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงความคิดเห็น เหตุผลและแนวคิดของตนเอง ในกลุ่ม เกี่ยวกับคำถาม 2 ข้อข้างต้น แล้วเปิดโอกาสให้อภิปรายและให้เขียนแสดงเหตุผล หรือยกตัวอย่างที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันในกลุ่มเกี่ยวกับคำตอบดังกล่าว โดยเขียนเป็นส่งเป็นรายกลุ่ม (10-15 นาที)	นักเรียนแสดงความคิดเห็น เหตุผลและแนวคิดของตนเอง ในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม

6.ขั้นการทดลอง (Experiment)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
เก็บรายงานนักเรียนทุกกลุ่ม แจกอุปกรณ์การทดลองประจำกลุ่ม กิจกรรม ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับโลกและ/หรือการได้มาซึ่งหลักฐาน ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน จากอุปกรณ์ที่มีอยู่ (15-20 นาที)	นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับโลกและ/หรือการได้มาซึ่งหลักฐาน ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน

7.ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
นักเรียนอภิปรายผลการทดลองในกลุ่มของตนเองและ เขียนรายงานการทดลองที่เกิดขึ้น (5-10 นาที) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอ การทดลองและผลการทดลอง พร้อมทั้งการสรุปผลให้เพื่อนกลุ่มอื่นดูประมาณกลุ่มละ 3 นาที แล้วเก็บรายงานการทดลองของนักเรียนทุกกลุ่ม (15 นาที)	นักเรียนอภิปรายผลการทดลองร่วมกันและเขียนรายงานการทดลอง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลหน้าชั้นเรียน

8.ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**

8.ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามเดิมคือ - มีคำกล่าวว่าเดิมทีแกนโลกไม่ได้เอียงอย่างเช่นทุกวันนี้ เดิมแกนโลกเอียง 23.5 องศา ถ้าในอนาคตแกนโลกเอียงเพิ่มขึ้นจากเดิม นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น - มีคำกล่าวว่าโลกหมุนรอบตัวเองเนื่องจากการอนุรักษ์โมเมนตัม ถ้ามีเหตุให้การหมุนของโลกมีการเปลี่ยนแปลง โดยทำให้โลกหมุนช้ากว่าเดิมอีกเท่าตัว นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	นักเรียนเขียนตอบคำถาม
อีกครั้ง และให้นักเรียนเขียนเปรียบเทียบว่า การตอบคำถามและการให้เหตุผลของนักเรียนครั้งแรกเหมือนหรือต่างจากครั้งหลังอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (5-10 นาที)	นักเรียนเขียนเปรียบเทียบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของตนเอง
การบ้าน ให้นักเรียนตอบคำถาม - ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน กลางคืน มีอะไรบ้าง พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ	

สื่อการเรียนรู้

- ลูกโลกจำลอง กลุ่มละ 1 อัน
- ไฟฉาย กลุ่มละ 1 กระบอก
- นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
- กล่องลัง กลุ่มละ 1 กล่อง
- คลิป อธิบายการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน
- โฟมทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 cm กลุ่มละ 1 ลูก
- แท่งไม้ หรือลวดเหล็กแข็ง ยาวประมาณ 2 ฟุต (เพื่อใช้เสียบลูกโฟม) กลุ่มละ 1 แท่ง
- กระดาษ A4
- ใบกิจกรรม การเปลี่ยนแปลงของโลกต่อการเกิดปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืน

การวัดและการประเมินผล

- ใบกิจกรรม

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง ฤดูกาล **เวลา 3 คาบ**

ตัวชี้วัด

สร้างแบบจำลองและอธิบาย การเกิดฤดู และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในเวลา 1 ปี ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบการโคจรทำให้บริเวณส่วนต่าง ๆ ของโลกรับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันเป็นผลให้เกิดฤดูต่าง ๆ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของการเกิดฤดูกาลได้
- นักเรียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อฤดูกาลได้
- นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลประกอบการตอบคำถามได้

เนื้อหาที่ครูควรรู้

ฤดูกาล (Season) เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของพลังงานความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นผลมาจากแกนของโลกเอียง 23.5° เทียบกับเส้นตั้งฉากของระนาบวงโคจรของโลกในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ในช่วงเดือนมิถุนายนโลกเอียงขั้วเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้ซีกโลกเหนือกลายเป็นฤดูร้อน และซีกโลกใต้กลายเป็นฤดูหนาว หกเดือนต่อมา (ธันวาคม) โลกโคจรไปอยู่อีกด้านหนึ่งของวงโคจร โลกเอียงขั้วใต้เข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้ซีกโลกใต้กลายเป็นฤดูร้อน และซีกโลกเหนือกลายเป็นฤดูหนาว

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน

ปรากฏการณ์การเกิดฤดูกาลเกิดจาก

- การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี ทำให้ช่วงที่โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นฤดูหนาว และช่วงที่โลกเข้าใกล้ดวงอาทิตย์เป็นฤดูร้อน
- การที่ดวงอาทิตย์โคจรรอบโลกเป็นวงรี ทำให้ช่วงที่ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกเป็นฤดูหนาว และช่วงที่ดวงอาทิตย์เข้าใกล้โลกเป็นฤดูร้อน

ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ขั้นการเร้า (Instigation)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
กล่าวถึงกิจกรรมในคาบเรียนที่ผ่านมาเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ของนักเรียน โดยถามถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดกลางวัน-กลางคืน และผลของการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (3-5 นาที)	นักเรียนทบทวนความรู้เดิม โดยการร่วมแสดงความคิดเห็นในคำถามของครูผู้สอน
กล่าวนำเกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ทำในคาบนี้ (3-5 นาที)	
กิจกรรมที่ 1 เขียนตอบเร็ว (5 นาที)	
ถามคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบภายในเวลา 1 นาที ทีละคำถาม - นักเรียนคิดว่าฤดูกาลเกิดขึ้นได้อย่างไร - นักเรียนคิดว่าในขณะที่ประเทศไทยมีอากาศหนาว อากาศในประเทศอื่นจะมีอากาศหนาวเหมือนกันหรือไม่เพราะเหตุใด	นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับอากาศของแต่ละประเทศในเวลาเดียวกัน
เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนส่งข้อความที่เขียนให้เพื่อนที่นั่งด้านหลังของตนเอง แถวหลังสุดส่งให้เพื่อนด้านหน้าห้อง	
ให้นักเรียนอ่านข้อความของเพื่อน และให้นักเรียนเขียนต่อท้ายว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนพร้อมทั้งแสดงเหตุผลกับการแสดงความคิดเห็นนั้น (3-5 นาที)	นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งเหตุผลประกอบ กับคำตอบของเพื่อนที่นักเรียนได้รับ
แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูเขียนความคิดเห็นนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ บนกระดาน (5 นาที)	นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อหน้าเพื่อนๆ และครู

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยการให้นักเรียนนับ 1-8 นักเรียนที่นับตัวเลขเดียวกันจะได้อยู่กลุ่มเดียวกัน แล้วจึงแจก	นักเรียนแบ่งกลุ่ม และเข้ากลุ่ม

2. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
อุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะได้ (3-5 นาที) ครูชี้แจงกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงความคิดเห็นร่วมกันเกี่ยวกับคำถาม 2 ข้อข้างต้น ซึ่งอุปกรณ์ที่ครูแจกให้ จะใช้เพื่อให้นักเรียนใช้ในการทำความเข้าใจหรืออธิบายให้เพื่อนฟัง ตามที่นักเรียนเห็นสมควร และให้เขียนแสดงเหตุผล หรือยกตัวอย่างที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันในกลุ่มเกี่ยวกับคำตอบดังกล่าว โดยเขียนส่งเป็นรายกลุ่ม (10-15 นาที) ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ให้ครูเดินสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อประมวลแนวคิดภาพรวมที่มีของนักเรียนทั้งหมด จับประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิด หรืออธิบายผิดไว้ เพื่อจะได้ช่วยอธิบายแก้ไขในขั้นต่อไป (แต่ไม่ให้ครูแสดงความคิดเห็นหรืออธิบายในขณะที่นักเรียนกำลังอธิบายภายในกลุ่ม)	นักเรียนแสดงความคิดเห็นในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดฤดูกาล

3.ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
เก็บรายงานนักเรียนทุกกลุ่ม และพิจารณาแนวคิดเพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มที่มีแนวคิด เหตุผลหรือหลักฐานความเชื่อ ที่แตกต่างกันมานำเสนอให้เพื่อนฟัง กลุ่มละไม่เกิน 3 นาที (10-15 นาที) ครูให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณแสงแดดในรอบปีของแต่ละประเทศ เพื่อให้นักเรียนจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นกลุ่ม ซึ่งข้อมูลในแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน (10-15 นาที) ครูกล่าวเชื่อมโยงแนวคิด จากการที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มทั้งสอง จากนั้นจึงชี้ให้เห็น พร้อมทั้งอธิบาย และแก้ไข	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับคัดเลือกนำเสนอแนวคิด เหตุผลหรือหลักฐานความเชื่อ หน้าชั้นเรียน นักเรียนจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ผลของการจัดกระทำข้อมูลปริมาณแสงในรอบปีของแต่ละประเทศ นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณแสงแดด นักเรียนเขียนสรุปความเข้าใจ

3.ขั้นการสร้างมโนมติเริ่มแรก (Pre-concept)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
ในแนวคิด เหตุผลหรือหลักฐานความเชื่อ ที่นักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนไป โดยใช้สื่อประกอบตามความเหมาะสม (สาธิตโดยใช้อุปกรณ์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มมี และคลิปประกอบการอธิบาย) (5-15 นาที) ครูอธิบายสรุปเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล (5 นาที) ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนสรุปเพื่ออธิบายการเกิดฤดูกาล โดยกำหนดให้นักเรียนเขียนภายใน 1 หน้ากระดาษ (เป็นการบ้าน)	นักเรียนเขียนสรุปความเข้าใจ นักเรียนทำการบ้าน

4.ขั้นการทำนาย (Predict)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
ครูกล่าวถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในคาบที่แล้วและกล่าวนำเกี่ยวกับกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ทำในคาบนี้ (3-5 นาที) กิจกรรมที่ 1 คิดเร็ว ตอบเร็ว (5-10 นาที) ถามคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบภายในเวลา 3 นาที ทีละคำถาม - มีคำกล่าวว่าเดิมทีแกนโลกไม่ได้เอียงอย่างเช่นทุกวันนี้ เดิมแกนโลกเอียง 23.5 องศา ถ้าในอนาคตแกนโลกเอียงเพิ่มขึ้นจากเดิม นักเรียนคิดว่า การเกิดฤดูกาล จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น - มีคำกล่าวว่าโลกหมุนรอบตัวเองเนื่องจากการอนุรักษ์โมเมนตัม ถ้ามีเหตุให้การหมุนของโลกมีการเปลี่ยนแปลง โดยทำให้โลกหมุนช้ากว่าเดิมอีกเท่าตัว นักเรียนคิดว่าการเกิดฤดูกาล จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนของแกนโลก นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนความเร็วในการหมุนของโลก

5.ขั้นอธิบายเหตุในการพยากรณ์ (Explain the predict)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยการให้นักเรียนนับ 1-5 นักเรียนที่นับตัวเลขเดียวกันจะได้อยู่กลุ่มเดียวกัน (3-5 นาที) ครูชี้แจงกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงความคิดเห็น เหตุผลและแนวคิดของตนเอง ในกลุ่ม เกี่ยวกับคำถาม 2 ข้อข้างต้น แล้วเปิดโอกาสให้อภิปรายและให้เขียนแสดงเหตุผล หรือยกตัวอย่างที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันในกลุ่มเกี่ยวกับคำตอบดังกล่าว โดยเขียนเป็นส่งเป็นรายกลุ่ม (10-15 นาที)	นักเรียนแบ่งกลุ่ม และเข้ากลุ่ม นักเรียนแสดงความคิดเห็น เหตุผลและแนวคิดของตนเอง ในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม

6.ขั้นการทดลอง (Experiment)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
เก็บรายงานนักเรียนทุกกลุ่ม แจกอุปกรณ์การทดลองประจำกลุ่ม กิจกรรม ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับโลกและ/หรือการได้มาซึ่งหลักฐาน ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของการเกิดฤดูกาล จากอุปกรณ์ที่มีอยู่ (15-20 นาที)	นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับโลกและ/หรือการได้มาซึ่งหลักฐาน ที่สอดคล้องกับการเกิดฤดูกาล

7.ขั้นอธิบายผลการทดลอง (Explain the result)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
นักเรียนอภิปรายผลการทดลองในกลุ่มของตนเองและ เขียนรายงานการทดลองที่เกิดขึ้น (5-10 นาที) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอ การทดลองและผลการทดลอง พร้อมทั้งการสรุปผลให้เพื่อนกลุ่มอื่นดูประมาณกลุ่มละ 3 นาที แล้วเก็บรายงานการทดลองของนักเรียนทุกกลุ่ม (15 นาที)	นักเรียนอภิปรายผลการทดลองร่วมกันและเขียนรายงานการทดลอง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลหน้าชั้นเรียน

8.ขั้นอธิบายความแตกต่าง (Describe the Differences)	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมนักเรียน**
ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามเดิมคือ - มีคำกล่าวว่าเดิมทีแกนโลกไม่ได้เอียงอย่างเช่นทุกวันนี้ เดิมแกนโลกเอียง 23.5 องศา ถ้าในอนาคตแกนโลกเอียงเพิ่มขึ้นจากเดิม นักเรียนคิดว่าการเกิดฤดูกาล จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น - มีคำกล่าวว่าโลกหมุนรอบตัวเองเนื่องจากการอนุรักษ์โมเมนตัม ถ้ามีเหตุให้การหมุนของโลกมีการเปลี่ยนแปลง โดยทำให้โลกหมุนช้ากว่าเดิมอีกเท่าตัว นักเรียนคิดว่าการเกิดฤดูกาล จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	นักเรียนเขียนตอบคำถาม
อีกครั้ง และให้นักเรียนเขียนเปรียบเทียบว่า การตอบคำถามและการให้เหตุผลของนักเรียนครั้งแรกเหมือนหรือต่างจากครั้งหลังอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (5-10 นาที)	นักเรียนเขียนเปรียบเทียบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของตนเอง
การบ้าน ให้นักเรียนตอบคำถาม - ปัจจัยที่ส่งผลต่อการการเกิดฤดูกาล มีอะไรบ้าง พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ	

สื่อการเรียนรู้

- ลูกโลกจำลอง กลุ่มละ 1 อัน
- ไฟฉาย กลุ่มละ 1 กระบอก
- นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน
- กล่องลัง กลุ่มละ 1 กล่อง
- คลิป อธิบายการเกิดฤดูกาล
- โฟมทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 cm กลุ่มละ 1 ลูก
- แท่งไม้ หรือลวดเหล็กแข็ง ยาวประมาณ 2 ฟุต (เพื่อใช้เสียบลูกโฟม) กลุ่มละ 1 แท่ง
- กระดาษ A4
- ใบกิจกรรม เรื่อง การเกิดฤดูกาล
- ใบกิจกรรม เรื่อง ปริมาณแสดงแดดในรอบปี

การวัดและการประเมินผล

- ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรมกลุ่ม

เรื่อง.....

สมาชิกกลุ่ม

1._____ เลขที่_____ 2._____เลขที่_____

3._____ เลขที่_____ 4._____เลขที่_____

สิ่งที่ต้องการศึกษา คืออะไร

.....

.....

.....

สมมติฐาน คืออะไร

.....

.....

.....

มีปัจจัยใดบ้างที่นักเรียนคิดว่าจะส่งผลต่อเหตุการณ์ดังกล่าว

.....

.....

.....

เพื่อให้สามารถหาคำตอบได้ นักเรียนจะมีวิธีการทดลองอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนต้องควบคุมตัวแปรใดบ้าง เพื่อให้การทดลองไม่เกิดการผิดพลาดมากที่สุด

.....

.....

.....

ในการทดลองนักเรียนต้องการสังเกตอะไร

.....

.....

.....

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากการออกแบบการทดลองของนักเรียน ผลการทดลองเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน) ดังกล่าวขึ้น มีค่ามากขึ้นหรือน้อยลงจากในสภาพปัจจุบัน

.....

.....

.....

.....

จากผลการทดลองที่นักเรียนออกแบบ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมการให้เหตุผล

เรื่อง.....

ชื่อ.....เลขที่.....

คำถาม

.....

.....

คำตอบ<u>ก่อน</u>การทดลอง

.....

.....

เหตุผลของการตอบ

.....

.....

.....

.....

คำตอบ<u>หลัง</u>การทดลอง

.....

.....

เหตุผลของการตอบ

.....

.....

.....

.....

ความแตกต่างของคำตอบ ก่อนและหลังการทดลอง คือ

.....

.....

.....

อะไร หรือเพราะเหตุใด จึงเกิดความแตกต่างขึ้น

.....

.....

.....

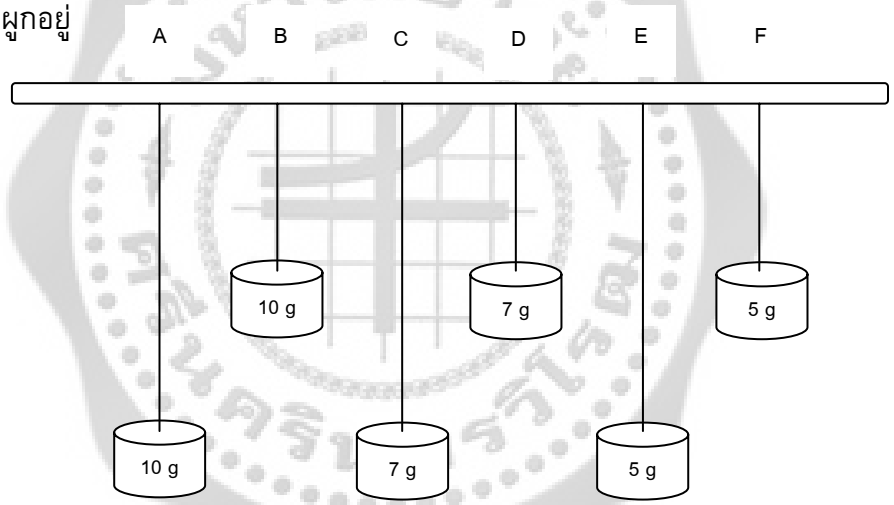
.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง

- แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะมีข้อย่อย 2 ข้อ ซึ่งรูปแบบการตอบมีทั้งแบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบและเขียนอธิบายคำตอบ ในแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีคะแนนระบุไว้ในแต่ละข้อแล้ว
- ให้นักเรียนอ่านโจทย์และพิจารณาให้ดีก่อนเขียนตอบ โดยให้นักเรียนเขียนตอบลงในแบบทดสอบได้
- เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 60 นาที

0. จากรูป เชือกแต่ละเส้นถูกผูกปลายด้านหนึ่งไว้กับคาน ปลายอีกด้านมีตุ้มน้ำหนักขนาดต่างๆ ผูกอยู่



<u>คำถามส่วนที่ 1</u> ถ้านักเรียนสงสัยว่าความยาวเชือกมีผลต่อการแกว่งของเชือกหรือไม่ นักเรียนจะต้องทำอย่างไร (1 คะแนน)

<u>คำถามส่วนที่ 2</u> เพราะเหตุใด นักเรียนจึงทำเช่นนั้น (2 คะแนน)

00.ในการแข่งขันจรวดขวดน้ำประเภทยิงไกล ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ได้กำหนดกติกาให้แต่ละทีมปฏิบัติตาม เพื่อให้เกิดความยุติธรรม

<u>คำถามส่วนที่ 1</u> ข้อใดต่อไปนี้ <u>ไม่ควร</u>กำหนดในกติกา (1 คะแนน)

ก. ให้ทุกทีมใช้น้ำเท่ากัน

ข. ให้ทุกทีมใช้แรงดันเท่ากัน

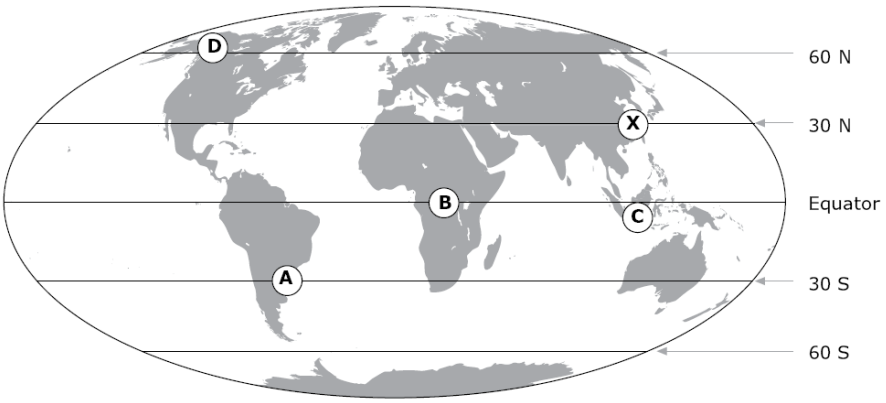
ค. ให้ทุกทีมใช้ขวดขนาดเดียวกัน

ง. ให้ทุกทีมใช้ผู้เข้าแข่งขันที่มีอายุเท่ากัน

จ. ให้ทุกทีมใช้ขนาดของมุมในการยิงเท่ากัน

<u>คำถามส่วนที่ 2</u> เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น (2 คะแนน)

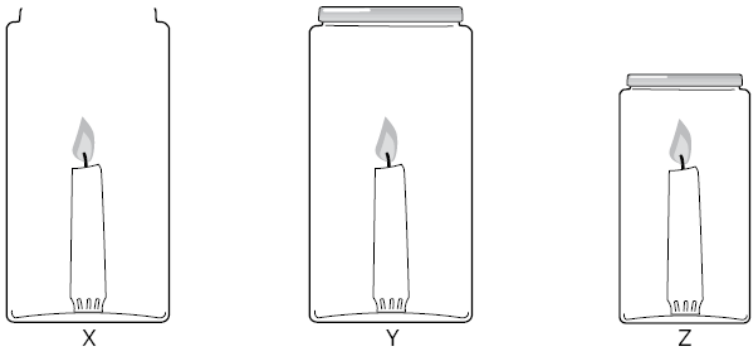
000.จากรูป แสดงแผนที่โลกที่แสดงเส้นละติจูดและตำแหน่งต่างๆ บนผิวโลก



<u>คำถามส่วนที่ 1</u> ตำแหน่งใดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีใกล้เคียงกับตำแหน่ง X (1 คะแนน)

<u>คำถามส่วนที่ 2</u> นักเรียนตอบตำแหน่งดังกล่าว เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

00. จากรูป เทียน 3 เล่ม มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ ถูกจุดและตั้งไว้ในขวด x ขวด y และขวด z พร้อมกัน



<u>คำถามส่วนที่ 1</u> เทียนในขวดใดจะดับก่อน (1 คะแนน)

ก. ขวด X

ข. ขวด Y

ค. ขวด Z

ง. ขวด X และขวด Y ดับพร้อมกัน

จ. ขวด Y และขวด Z ดับพร้อมกัน

ฉ. ดับพร้อมกันทุกขวด

<u>คำถามส่วนที่ 2</u> เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (2 คะแนน)

ตัวอย่าง เกณฑ์การให้คะแนนข้อ 0

ส่วนที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	1	คำตอบของนักเรียนอ้างถึงการเปรียบเทียบการแกว่งของเชือกที่มีความยาวต่างกันและมีน้ำหนักของลูกตุ้มเท่ากัน เช่น เปรียบเทียบการแกว่งของเชือก A กับเชือก B หรือ เชือก C กับเชือก D หรือ เชือก E กับเชือก F
2	2	นักเรียนอ้างถึงตัวแปรที่ต้องการศึกษาและตัวแปรควบคุมที่ถูกต้อง เช่น เมื่อต้องการรู้ว่าความยาวเชือกมีผลต่อการแกว่งหรือไม่ จะต้องทำการสังเกตการแกว่างของเชือกที่มีความยาวต่างกัน และต้องมีลูกตุ้มหนักเท่ากันด้วย เพราะน้ำหนักของลูกตุ้มอาจมีผลต่อการแกว่งของเชือกก็ได้
	1	นักเรียนอ้างถึงตัวแปรที่ต้องการศึกษาแต่ไม่อ้างถึงตัวแปรควบคุม เช่น จะต้องสังเกตเชือกที่มีความยาวต่างกัน เพราะต้องการศึกษาผลของความยาวต่อการแกว่ง
	0	คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ หรือคำตอบไม่ได้เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ต้องเปรียบเทียบเชือกที่ยาวเท่ากันแต่มีน้ำหนักลูกตุ้มต่างกัน หรือลองแกว่งดูทุกเส้น

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	1	ตอบ ง
2	2	นักเรียนอ้างถึงปัจจัยที่มีผลต่อการยิงไกลได้สามปัจจัยขึ้นไป เช่น ปริมาณน้ำ แรงดัน และขนาดขวด เป็นต้น หรือนักเรียนอ้างถึงอายุไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อการยิงไกล พร้อมบอกเหตุผล
	1	นักเรียนอ้างถึงปัจจัยที่มีผลต่อการยิงไกลได้หนึ่งหรือสองปัจจัย เช่น ปริมาณน้ำ หรือแรงดัน หรือขนาดขวด หรือขนาดของมุม เป็นต้น
	0	นักเรียนไม่ตอบ หรือตอบผิด

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อ 000

ส่วนที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	1	ตอบ ตำแหน่ง A
2	2	นักเรียนอ้างถึงตำแหน่งละติจูดพร้อมทั้งแสดงเหตุผลของการเท่ากันของอุณหภูมิ เช่น ตำแหน่งละติจูดของ X และตำแหน่ง A ห่างจากเส้นศูนย์สูตรเท่ากันจะอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีเท่ากัน เนื่องจากได้รับปริมาณ

ส่วนที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
		แสงอาทิตย์ทั้งมีใกล้เคียงกัน
	1	นักเรียนอ้างถึงตำแหน่งละติจูดแต่ไม่แสดงสาเหตุของการเท่ากันของอุณหภูมิ เช่น X และ A มีละติจูดเท่ากัน
	0	นักเรียนอ้างถึงระยะห่างระหว่างตำแหน่ง X เทียบกับตำแหน่งอื่นๆ หรือตอบผิด หรือไม่เขียนตอบ เช่น อยู่ใกล้ขั้วโลกเหนือเหมือนกัน

เกณฑ์การให้คะแนน

ส่วนที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	1	ตอบ ค.
2	2	นักเรียนระบุชัดว่า ออกซิเจน เป็นสิ่งจำเป็นในการเผาไหม้ เช่น ขวด Z มีแก๊สออกซิเจนน้อยที่สุดจึงทำให้เทียนดับก่อน เนื่องจากการเผาไหม้ต้องใช้แก๊สออกซิเจน
	1	นักเรียนระบุว่า อากาศ (ไม่ปรากฏคำว่า ออกซิเจน) ในขวดเป็นสิ่งจำเป็นในการเผาไหม้ เช่น ขวด Z มีอากาศน้อยที่สุดจึงทำให้เทียนดับก่อน เนื่องจากการเผาไหม้ต้องใช้อากาศ
	0	นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงปัจจัยการเผาไหม้ หรือตอบในสิ่งที่ไม่ได้เกี่ยวข้องหรือตอบผิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่ให้เหตุผล เช่น ขวด X ดับก่อนเพราะลมมีโอกาสเข้าไปในขวดได้ ,ขวด Z ดับก่อนเพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกสร้างมามากที่สุด

ตัวอย่าง แบบวัดเจตคติต่อรายวิชาดาราศาสตร์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านรายการคำถาม โดยรายการคำถามมีทั้งหมด 24 ข้อ แล้วพิจารณาว่านักเรียนเห็นด้วยกับรายการคำถามข้อนั้นในระดับใด

5 แทนการเห็นด้วยมากที่สุด
4 แทนการเห็นด้วยมาก
3 แทนการเห็นด้วยปานกลาง
2 แทนการเห็นด้วยน้อย
1 แทนการเห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อ	ตัวอย่างรายการคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิชาดาราศาสตร์ควรค่าแก่การศึกษา					
2	เนื้อหาวิชาดาราศาสตร์ เป็นสิ่งที่ไกลตัว					
3	เนื้อหาวิชาดาราศาสตร์มีความจำเป็นต่อตัวฉัน					
4	การเรียนวิชาดาราศาสตร์เป็นการสิ้นเปลืองเวลา					
5	เนื้อหาวิชาดาราศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
6	ฉันคิดว่าทุกคนต้องเรียนวิชาดาราศาสตร์					
7	การเข้าค่ายดาราศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ					
8	เนื้อหาวิชาดาราศาสตร์เรียนแล้วสนุกสนาน					
9	ถ้ารายการโทรทัศน์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับดาราศาสตร์ฉันจะเปลี่ยนช่องทันที					
10	ฉันอยากเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับดาราศาสตร์					

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความเข้าใจปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อแล้วเลือกตอบ ตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ลงในกระดาษคำตอบ โดยข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ

1. ปัจจัยใดเป็นสาเหตุของการเกิดกลางวัน-กลางคืน

ก. โลกหมุนรอบแกนตัวเอง

ข. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์

ค. เมฆบังแสงของดวงอาทิตย์

ง. ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์โคจรรอบโลก

10. ถ้าวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นวงกลมอย่างสมบูรณ์ ทำให้ระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์เท่ากันตลอดทั้งปี จะส่งผลต่อการเกิดฤดูกาลอย่างไร

ก. ไม่เกิดฤดูกาล

ข. ยังคงเกิดฤดูกาลเหมือนปัจจุบันทุกอย่าง

ค. ยังคงเกิดฤดูกาล แต่ความแตกต่างระหว่างฤดูกาลมากขึ้น

ง. ยังคงเกิดฤดูกาล แต่จะมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลน้อยลง

12. การเกิดฤดูกาลบนโลกที่เราสามารถรับรู้ได้ทุกปี มีสาเหตุมาจากอะไร

ก. ระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลง

ข. ระยะห่างระหว่างโลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์มีการเปลี่ยนแปลง

ค. แกนของโลกเอียงในขณะที่โคจรรอบดวงอาทิตย์

ง. การหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์

17. นับตั้งแต่คืนที่ดวงจันทร์มืดถึงคืนที่ดวงจันทร์เต็มดวง ใช้เวลาโดยประมาณกี่วัน

ก. 7 วัน

ข. 15 วัน

ค. 28 วัน

ง. 30 วัน

ตัวอย่าง แบบศึกษาตัวแทนความคิด
เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

วัน/เดือน/ปี …….../...../..... เวลา..... ถึง..... น.
ชื่อ-สกุล……..... ระดับชั้น .....
โรงเรียน ..... จังหวัด.....

คำชี้แจงเกี่ยวกับการทำ แบบศึกษาตัวการความคิด

1. ในแบบศึกษาตัวแทนความคิด ฉบับนี้ ประกอบด้วยคำถาม 6 ข้อ โดยเป็นคำถามเพื่อศึกษาความคิดของผู้ตอบต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน

2. ในแต่ละข้อผู้ตอบคำถามสามารถเขียนตอบ วาดภาพ เขียนกราฟ หรืออื่นๆ เพื่อสื่อสารให้ผู้อ่านเข้าใจ ในความคิดของผู้ตอบให้ได้มากที่สุด ทั้งนี้การศึกษานี้ไม่มีผลต่อคะแนนของผู้ตอบ

1. ให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับ การเกิดกลางวัน – กลางคืนบนโลก ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร มาโดยละเอียดผู้ตอบคำถามสามารถเขียนตอบ วาดภาพ เขียนกราฟ หรืออื่นๆ เพื่อสื่อสารให้ผู้อ่านเข้าใจในความคิดของผู้ตอบให้ได้มากที่สุด ทั้งนี้การศึกษานี้ไม่มีผลต่อคะแนนของผู้ตอบ

2. ให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์การเกิดฤดูกาลบนโลก เกิดขึ้นได้อย่างไร มาโดยละเอียดผู้ตอบคำถามสามารถเขียนตอบ วาดภาพ เขียนกราฟ หรืออื่นๆ เพื่อสื่อสารให้ผู้อ่านเข้าใจในความคิดของผู้ตอบให้ได้มากที่สุด ทั้งนี้การศึกษานี้ไม่มีผลต่อคะแนนของผู้ตอบ

ภาคผนวก ง

ภาพกิจกรรมและตัวอย่างผลงานนักเรียน

ภาพประกอบ 8 แสดงนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ภาพประกอบ 9 แสดงนักเรียนขณะกำลังทำกิจกรรม

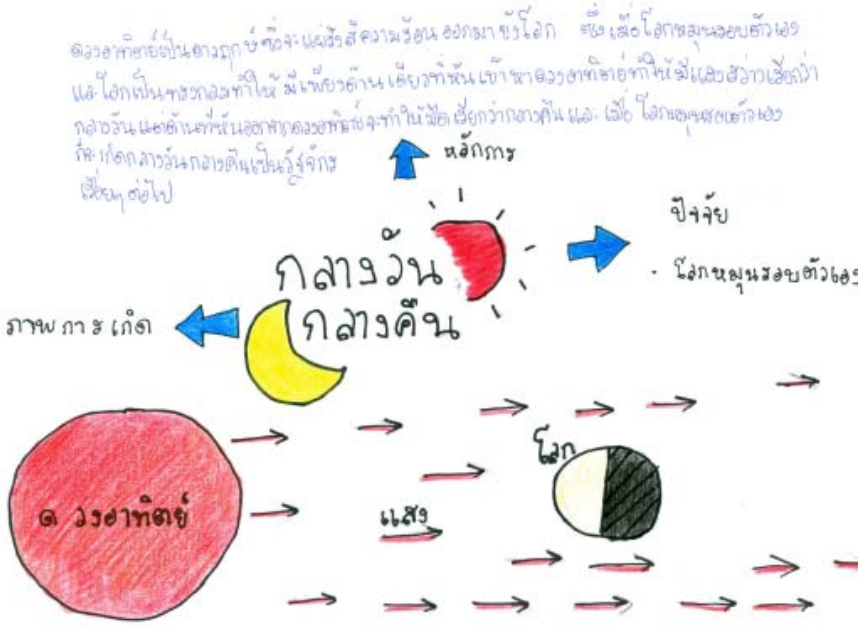
ภาพประกอบ 10 แสดงนักเรียนและครูขณะกำลังทำกิจกรรม

ภาพประกอบ 11 แสดงนักเรียนและครูขณะกำลังทำกิจกรรม

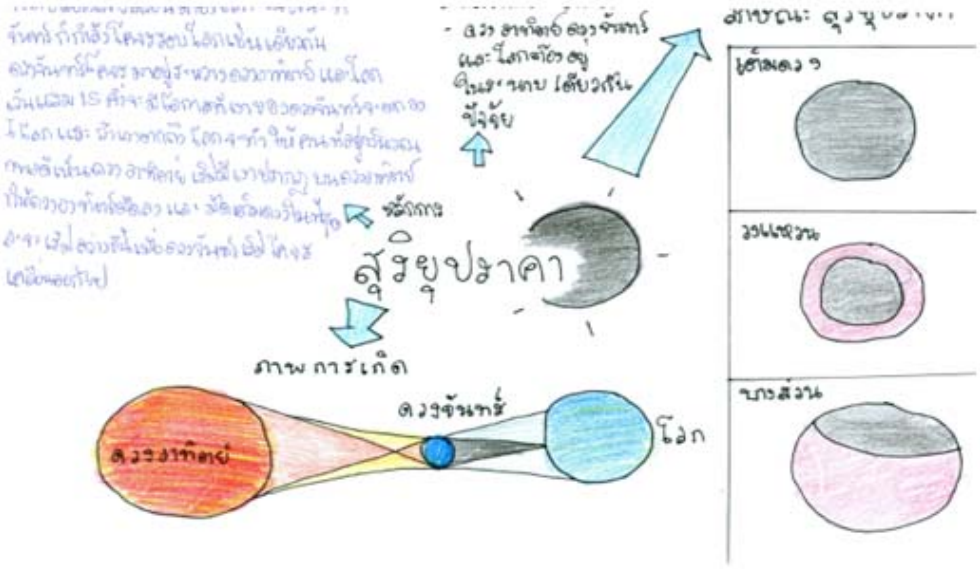
ภาพประกอบ 12 แสดงนักเรียนและครูขณะกำลังทำกิจกรรม

ภาพประกอบ 13 แสดงนักเรียนขณะกำลังทำกิจกรรมกลุ่ม

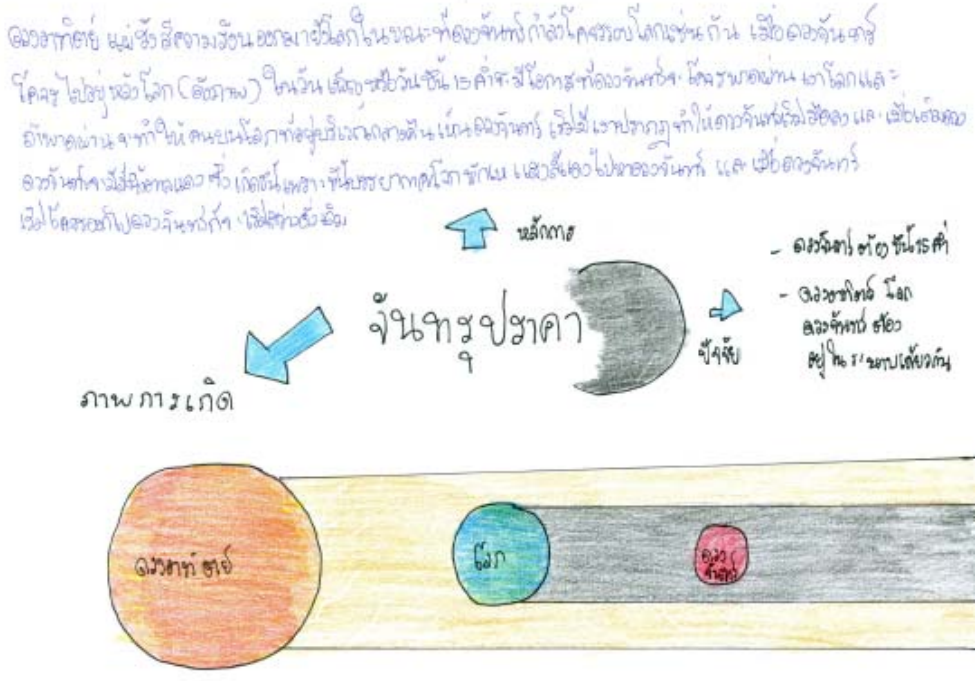
ภาพประกอบ 14 แสดงนักเรียนขณะกำลังทำกิจกรรมกลุ่ม



ภาพประกอบ 15 แสดงผลงานนักเรียน



ภาพประกอบ 16 แสดงผลงานนักเรียน



ภาพประกอบ 17 แสดงผลงานนักเรียน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์
วันเดือนปีเกิด	30 กรกฎาคม 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	62 หมู่ 1 บ้านละลม ตำบลละลม อำเภอภูสิงห์ จังหวัดศรีสะเกษ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
การศึกษา	
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
พ.ศ. 2549	ประกาศนียบัตรบัณฑิต วิชาชีพครู จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
พ.ศ. 2555	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ