



การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้รูปแบบ
MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง



ภาณุชนารถ ชัยวงศ์

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้รูปแบบ
MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ โดย
ใช้รูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง"

ของ ภาณุชนารถ ชัยวงศ์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ดร.สุรียา ชาปุ)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้รูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง
ผู้วิจัย	ภานุชนารถ ชัยวงศ์
ประธานที่ปรึกษา	ดร.สุรียา ชาปู้
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 4) ใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และใน ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ ใช้การหาค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ผล ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ควรเป็นดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ ต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสื่อที่น่าสนใจ เพื่อชักนำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างประเด็นการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง ต้องมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ ต้องเน้นให้ผู้เรียนใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการอภิปรายกัน และตัดสินใจข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นที่ตั้งไว้ เมื่อได้ข้อสรุปแล้วต้องนำมาสร้าง infographics เพื่อนำไปเผยแพร่ ดังนั้นผลงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้นต้องมีความน่าเชื่อถือ ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ นำผลงานที่สร้างขึ้นมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อน

ร่วมชั้นเรียนอภิปรายความถูกต้องของผลงาน ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่บนช่องทางออนไลน์ และชั้นที่ 5 ชั้นเผยแพร่ความรู้ ต้องเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้องค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่ออธิบายสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้ ผลการศึกษาข้อที่ 2) ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียน โดยการวัดจากแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ซึ่งก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 11.85 คะแนน หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 18.95 คะแนน ดังนั้นคะแนนที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 59.91



Title	LEARNING MANAGEMENT OF THE CONTENT ENTITLED INTERACTIONS IN THE SOLAR SYSTEM AND SPACE TECHNOLOGY USING MACRO MODEL FOR PROMOTING CRITICAL THINKING IN GRADE 9 STUDENTS, AN EDUCATIONAL OPPORTUNITY EXPANSION SCHOOL
Author	Panuchanart Chaiwong
Advisor	Suriya Chapoo, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2023
Keywords	learning activity through MACRO Model, critical thinking

ABSTRACT

This action research aimed to 1) study the development of learning activity through MACRO Model in interactions in the solar system and space technology for grade 9 students 2) The development of critical thinking in interactions in the solar system and space technology for grade 9 student. The participants consisted of 20 students in grade 9 selected by purposive sampling technique. The research instruments were 1) lesson plan through MACRO Model in interactions in the solar system and space technology for grade 9 students in science. 2) The reflective form. 3) The critical thinking test and 4) The critical thinking worksheets. The qualitative data were content analyzed. Conversely, the quantitative data were analyzed with descriptive statistics for mean. The research results showed that 1) the learning activity through MACRO Model should follow the steps below. The first step is motivation, students construct the learning point by interesting media. The second step is Active learning, encourage the critical thinking of students by inquired knowledge in a multiple-source. Next step is Conclusion, students use the critical thinking to discussion and conclude the learning point. After that students design infographic for publish. Fourthly, Reporting that is about infographic presentation and then classmate will reflect their work before publish on online platform. The last step is Obtain, Selected the new situation similar to previous lesson that make students use their knowledge

to analyze the given situation. The second result showed the increase of critical thinking in interactions in the solar system and space technology for grade 9 students that measured by The critical thinking test. The pre-test average point is 11.85 points and post-test average point is 18.95 points so the increase point is 59.91 percents.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจาก ดร.สุรียา ซาปู้ อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ ในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นการให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ชี้แนะ แนวทางที่สามารถดำเนินการค้นคว้าอิสระได้ตามเป้าประสงค์ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัย ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ คุณครูอรุณวรรณ ปัญญาบุญ คุณครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านโป่งนาคำ และคุณครูฤทัย นวลศรี คุณครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านแยง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเป็น เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ และให้คำแนะนำ เพื่อปรับปรุงพัฒนางาน จนทำให้การค้นคว้าอิสระสำเร็จได้

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู รวมถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีส่วนช่วยในการเก็บ ข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกด้าน ที่ผู้วิจัยต้องการ ส่งผลให้การค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สำเร็จได้ตามเป้าประสงค์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอขอบใจเพื่อนิสิตปริญญาโทที่ คอยให้การสนับสนุน และผลักดันจนสามารถสร้างสรรค์การค้นคว้าอิสระนี้จนสำเร็จได้

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา คณาจารย์ และ กัลยาณมิตรทั้งหลาย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สืบไป

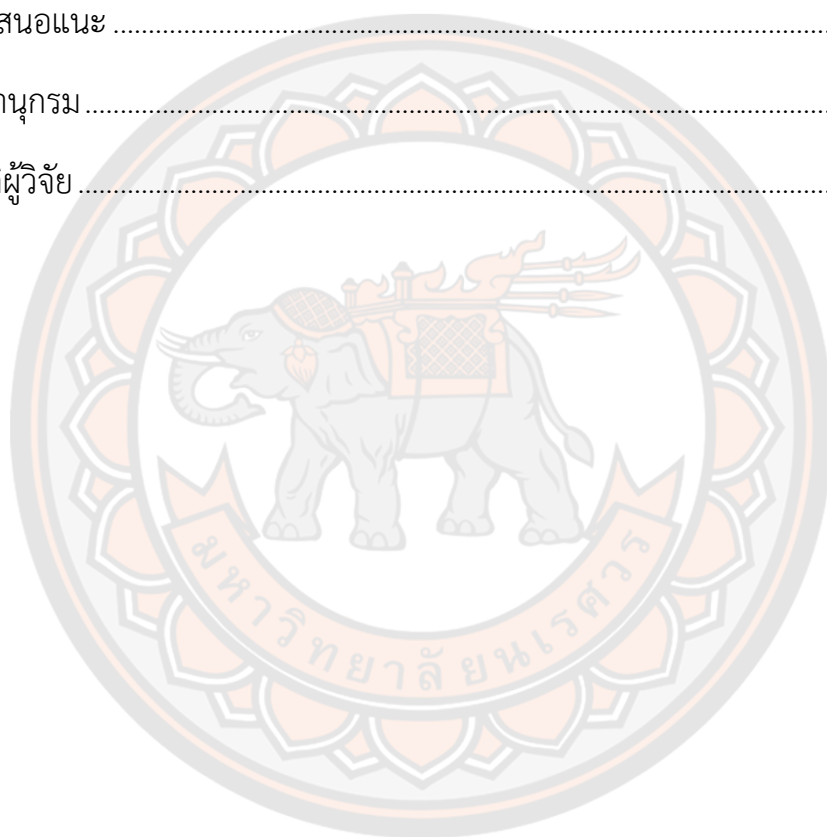
ภาณุชนารถ ชัยวงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	3
คำถามวิจัย.....	4
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	9
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์.....	9
เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์.....	9
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้.....	10
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง.....	12

หลักสูตรฐานสมรรถนะ	13
ความเป็นมาของหลักสูตรฐานสมรรถนะ	13
สมรรถนะหลักของหลักสูตรฐานสมรรถนะ	14
สมรรถนะการคิดขั้นสูง.....	16
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	19
ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	19
ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	20
องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	20
แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	21
แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	23
แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	23
แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	23
ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
วิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	29
วิจัยเกี่ยวกับ MACRO model.....	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	32
วิธีดำเนินงานวิจัย	32
ผู้มีส่วนร่วมวิจัย	32
บริบทการวิจัย.....	32
รูปแบบการวิจัย.....	33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	35

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	51
ผลการวิจัย	51
บทที่ 5 บทสรุป.....	87
สรุปผลการวิจัย.....	87
อภิปรายผลการวิจัย.....	90
ข้อเสนอแนะ	94
บรรณานุกรม.....	96
ประวัติผู้วิจัย.....	142



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	12
ตาราง 2 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้หลักตามระดับสมรรถนะการคิดขั้นสูง ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 17	
ตาราง 3 ตารางแสดงความสอดคล้องของคำถามวิจัยและเครื่องมือวิจัย	37
ตาราง 4 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	43
ตาราง 5 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติกรที่ 1	58
ตาราง 6 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติกรที่ 2	65
ตาราง 7 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติกรที่ 3	70
ตาราง 8 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	72
ตาราง 9 แสดงจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ องค์กรความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	79
ตาราง 10 แสดงร้อยละของจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ องค์กรความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	79
ตาราง 11 แสดงคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	84
ตาราง 12 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพของการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน	85
ตาราง 13 แสดงจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับคุณภาพ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	85
ตาราง 14 แสดงร้อยละจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับคุณภาพ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	86

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพ 1 แสดงสมรรถหลัก 6 ด้าน ในหลักสูตรฐานสมรรถนะ	15
รูปภาพ 2 แสดงรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (PAOR) ในวิจัยครั้งนี้ โดยปรับมาจากแนวคิดของ Kemmis & McTanggart	34
รูปภาพ 3 แสดงการสรุปลงความรู้อยู่ในกระตาศปฐพีของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม	55
รูปภาพ 4 แสดงการสรุปลงความรู้อยู่ในกระตาศปฐพีของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม	55
รูปภาพ 5 แสดงการสรุปลงความรู้อยู่ในกระตาศปฐพีของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม	56
รูปภาพ 6 แสดงการสรุปลงความรู้อยู่ในกระตาศปฐพีของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม	56
รูปภาพ 7 แสดงผลงานผู้เรียนประกอบการนำเสนอ	57
รูปภาพ 8 แสดงผลงานผู้เรียนประกอบการนำเสนอ	57
รูปภาพ 9 แสดงแบบจำลองการเกิดฤดูกาลของผู้เรียน	62
รูปภาพ 10 แสดงแบบจำลองการเกิดฤดูกาลของผู้เรียน	62
รูปภาพ 11 แสดงผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างและอธิบายแบบจำลองเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล	62
รูปภาพ 12 แสดงผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างและอธิบายแบบจำลองเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล	63
รูปภาพ 13 ชิ้นงาน infographic ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น	63
รูปภาพ 14 ชิ้นงาน infographic ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น	64
รูปภาพ 15 การนำเสนอชิ้นงาน infographic เกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล	64
รูปภาพ 16 ผู้เรียนรับชมวิดีโอเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศของ Elon Mask.....	67
รูปภาพ 17 ผู้เรียนรับชมวิดีโอเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศของ Elon Mask.....	67
รูปภาพ 18 ชิ้นงาน infographic ของผู้เรียน เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ	69
รูปภาพ 19 ชิ้นงาน infographic ของผู้เรียน เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ	69
รูปภาพ 20 แสดงการนำเสนอผลงานของผู้เรียน	70

รูปภาพ 21 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2	80
รูปภาพ 22 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2	81
รูปภาพ 23 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3	81
รูปภาพ 24 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3	81
รูปภาพ 25 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3	81
รูปภาพ 26 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3	81
รูปภาพ 27 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2	82
รูปภาพ 28 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2	82
รูปภาพ 29 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3	83
รูปภาพ 30 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3	83
รูปภาพ 31 แสดงคำตอบของผู้เรียนก่อนเรียน	85
รูปภาพ 32 แสดงคำตอบของผู้เรียนหลังเรียน	85

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การศึกษาในยุคปัจจุบันมุ่งเน้นการพัฒนาคนเพื่อเป็นกำลังหลักของชาติ โดยสามารถสังเกตได้จาก การพัฒนาแผนการศึกษาชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ที่จัดทำขึ้นโดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดวิสัยทัศน์ไว้ว่า “คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ” จากวิสัยทัศน์ข้างต้นจะเห็นได้ว่ากระทรวงศึกษาธิการมีความต้องการพัฒนาคนไทยทุกคนในหลากหลายด้านเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว หากการศึกษาไม่มีการปรับตาม การพัฒนาคนในประเทศจะไม่ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานในยุคปัจจุบัน หรือส่งผลให้ประเทศไทยพัฒนาให้ทัดเทียมกับนานาชาติได้ยากมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีการกำหนดคุณลักษณะและทักษะที่ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 พึงมีไว้ในแผนการศึกษาชาติฉบับนี้ โดยทักษะและคุณสมบัติที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนประกอบไปด้วย 3Rs ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้ ((W)Riting) และการคิดเลขเป็น ((A)Rithmetics) นอกจากนี้ยังต้องมี 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural understanding) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration teamwork and leadership) ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ (Communication information and media literacy) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Computing and IT literacy) ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career and learning skills) และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม (Compassion)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้จัดทำหลักสูตรฐานสมรรถนะขึ้น เพื่อเป็นการปรับหลักสูตรของประเทศไทยให้เข้ากับความก้าวหน้าด้านวิทยาการในโลกยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาผู้เรียนในสมรรถนะหลักที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต หรือการทำงานและการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากหลักสูตรเดิมไม่เอื้อให้สังคมไทยเกิดการพัฒนาและปรับตัวได้ทันต่อสภาพการณ์และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) หากยังไม่มีการพัฒนาหลักสูตรจะทำให้เกิดความเสี่ยงที่

ทำให้คนในสังคมถูกพัฒนาไม่ทันตามโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ กระบวนการคิด การทำงานร่วมกับผู้อื่น การใช้ใช้งานเทคโนโลยี วัฒนธรรมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่ง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ตระหนักถึงความจำเป็นนี้ จึงได้มีการกำหนด สมรรถนะหลักที่จำเป็นต่อการพัฒนาประชากรในประเทศไว้ในหลักสูตรฐานสมรรถนะ 5 สมรรถนะ ดังนี้ สมรรถนะการจัดการตนเอง สมรรถนะการสื่อสาร สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม สมรรถนะการคิดขั้นสูง และสมรรถนะการเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง

จากการอ้างอิงถึงทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และหลักสูตรฐานสมรรถนะในข้างต้น จะ เห็นได้ว่าทักษะการคิดขั้นสูงเป็นทักษะหนึ่งที่กระทรวงศึกษาธิการเห็นความสำคัญในการพัฒนา จึงมี การกำหนดทักษะที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการคิดขั้นสูงไว้ 5 องค์ประกอบ หนึ่งในนั้นคือ การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ (Critical Thinking : HOT-CTC) โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดประสงค์เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือควรกระทำ โดยอาศัยการใช้ ทักษะทางพุทธิปัญญาหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ของผลลัพธ์จากการตัดสินใจที่ดี ซึ่ง ในปัจจุบันผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลอันเป็นเท็จได้หลากหลายทาง ไม่ว่าจะเป็นจากเว็บไซต์ แอป พลิเคชัน ข้อความ ฯลฯ หากผู้เรียนขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำให้ถูก หลอกหลวงได้ ตัวอย่างการถูกหลอกหลวงจากโฆษณาชวนเชื่อ เช่น ชาวจีนแสโซกุนเจ้าของธุรกิจอาหาร เสริมที่ขายทัวร์ไปเที่ยวประเทศญี่ปุ่นในราคาถูกกว่าความเป็นจริง แต่เมื่อถึงวันเดินทางกลับไม่มี เที่ยวบินตามกำหนด ทำให้ลูกค้าทัวร์นับพันคนต้องตกค้างที่สนามบิน พร้อมสูญเงินรวมกันหลายสิบล้าน บาท (นุรพา, 2560) จะเห็นได้ว่ายังมีประชาชนไทยอีกจำนวนมากที่ยังถูกหลอกให้หลงเชื่อเหล่า มิฉฉาชีพที่มีกลวิธีหลอกหลวงหลากหลายรูปแบบ ดังนั้นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จึงพึงมีทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 นั้นไม่ได้มีการปรับตัวเพียงแคในเรื่องของหลักสูตร หรือการกำหนดทักษะ สมรรถนะของผู้เรียนเท่านั้น ผู้สอนก็ต้องมีแนวการจัดการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลง ไป ไม่เป็นเพียงผู้ที่ยคอยเสนอความรู้ให้ผู้เรียนเพียงอย่างเดียวเท่านั้นดังเช่นการสอนแบบบรรยายใน ปัจจุบัน การสอนแบบบรรยายมีลักษณะเป็นการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของตัวหนังสือเป็นส่วน ใหญ่ มีภาพประกอบเล็กน้อย ทำให้ไม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ (วันเพ็ญ, 2559) โดยเฉพาะรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง และสามารถสืบเสาะหา ความรู้ด้วยตนเองได้ เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้ในห้องเรียนไปใช้ต่อยอดในชีวิตประจำวันได้ ซึ่ง สอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ที่เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนใน ศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการอภิปรายศึกษาข้อมูลจากตำรา ห้องสมุด หรืออินเทอร์เน็ต เป็นต้น (ณัฐธิ กา, 2564) ซึ่งหากผู้สอนสามารถปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ให้อยู่ในรูปแบบ MACRO model ได้นั้นจะ

ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่ถูกพัฒนาขึ้นมาให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ในศตวรรษที่ 21 สังเกตได้จากการศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชา ชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซมโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 : Macro model ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ส่งเสริมให้รักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนอีกด้วย (ธนพร ,2561) โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning) ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting) และขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) (ดิเรก, 2559)

ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พบว่าผู้เรียนขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในสมรรถนะการคิดขั้นสูง ที่ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรฐานสมรรถนะที่กำหนดขึ้นโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังเกตได้จากภาระงานที่ครูมอบหมายให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนส่วนใหญ่จะเลือกใช้ข้อมูลที่ขึ้นมาในลำดับแรกของการค้นหาเสมอ โดยไม่มีการตรวจสอบหรือวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล นอกจากนี้มีการทดสอบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 40 ข้อ ของอรพิน พัฒนผล (2551) พบว่าผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนอยู่ในระดับต่ำ จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หากผู้เรียนขาดทักษะนี้ จะส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ของผู้เรียนได้ ดังนั้นผู้สอนจึงต้องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model

คำถามวิจัย

1. แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ควรเป็นอย่างไร

2. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 5 เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัด พิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ด้านระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัย ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	การเกิดฤดูกาล	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	เทคโนโลยีอวกาศ	4 ชั่วโมง

4. ด้านตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

ตัวแปรตาม การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการมาจากแนวคิดของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วน ที่สามารถสรุปออกมาเป็นขั้นตอนการสอนได้ 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละองค์ประกอบนั้นมีรายละเอียด ดังนี้

1. **ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)** ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนในการกำหนดหรือตั้งประเด็นความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ดาราศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสามารถเลือกใช้กิจกรรมที่หลากหลายในการนำเข้าสู่การจัดการเรียนรู้

2. **ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)** ผู้สอนให้ความรู้พื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แนวทางการ สืบค้นความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ ส่วนที่ 2 ศาสตร์ สาขา แขนงความรู้ และแหล่งความรู้ ที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 การเรียบเรียงข้อมูล ข้อค้นพบ ความคิด ความคิดเห็น การให้เหตุผล โต้แย้ง และสนับสนุน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการกระบวนการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในขณะที่ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลต้องมีการใช้วิจารณญาณในการเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนรู้ของตนเอง

3. **ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)** ผู้เรียนนำผลการอภิปราย ที่มาจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันโดยใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาเป็นส่วนประกอบในการเลือกข้อมูลที่น่าเชื่อถือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ โดยใช้วิธีการ เขียนด้วยแผนผังความคิด ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ประกอบการสร้างองค์ความรู้เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

4. **ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)** ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ต่อย้ำหรือตรวจสอบ ความเข้าใจและความน่าเชื่อถือของเนื้อหาเกี่ยวกับ ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เมื่อผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้วเผยแพร่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เช่น นิทรรศการออนไลน์ Line Facebook เป็นต้น

5. **ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)** เป็นขั้นของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน การนำความรู้ ความเข้าใจของตนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ โดยการนำข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดขั้นสูง ที่อาศัยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และลงข้อสรุป ข้อมูล โดยใช้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมาประกอบ ทั้งนี้ ประสบการณ์ และความชำนาญมีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละคน โดยผู้วิจัยได้ปรับมีองค์ประกอบตามองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ องค์การความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21 Century skills) และได้ระบุพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบ ได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
 - มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับสถานการณ์
2. การใช้การคิดหลากหลายระบบ
 - วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผลลัพธ์โดยรวมที่ระบบมีความซับซ้อน
3. การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ
 - การวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การอ้างอิงและความน่าเชื่อถือ
 - เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่น และจุดที่ควรปรับปรุง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO model

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - 1.1. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 1.2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
 - 1.3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.4. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. หลักสูตรฐานสมรรถนะ
 - 2.1. ความเป็นมาของหลักสูตรฐานสมรรถนะ
 - 2.2. สมรรถนะหลักของหลักสูตรฐานสมรรถนะ
 - 2.3. สมรรถนะการคิดขั้นสูง
3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.1. ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.2. ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.3. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.4. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model
 - 4.1. แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model
 - 4.2. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model
 - 4.3. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1. งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 5.2. งานวิจัยเกี่ยวกับ MACRO model



หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จะเห็นได้ว่าเป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับนี้ในข้อที่ 6 ได้กล่าวถึงความต้องการในการพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน ซึ่งหนึ่งในรูปแบบของการคิดคือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

- วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

- วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

- วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเน้นการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อต้องการให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO model สามารถผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ตรงตามสิ่งที่สำนั กานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องการให้ผู้เรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติ ของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลง สถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการ เปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและ ภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อ แก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการ แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการจัดการเรียนในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และ ระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

อวกาศ โดยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง โดยแผนที่จัดทำขึ้นจะสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดขึ้น

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตาราง 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$	<p>- ในระบบสุริยะมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางโดยมีดาวเคราะห์และบริวาร ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยดาวหางและอื่น ๆ เช่น วัตถุคอยเปอร์โคจรอยู่โดยรอบ ซึ่งดาวเคราะห์และวัตถุเหล่านี้โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วง</p> <p>- แรงโน้มถ่วงเป็นแรงดึงดูดระหว่างวัตถุสองวัตถุโดยเป็นสัดส่วนกับผลคูณของมวลทั้งสองและเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง</p>
2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดูและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์	<p>- การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจรทำให้ส่วนต่าง ๆ บนโลกได้รับปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในรอบปีเกิดเป็นฤดูกลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากัน และตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้าและเส้นทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปในรอบปีซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิต</p>
3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดข้างขึ้นข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง	<p>- ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โลกและดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวงตลอดเวลา เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกได้หันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน จึงทำให้คนบนโลกสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันในแต่ละวันเกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรม</p> <p>- ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นช้าไปประมาณวันละ 50 นาทีแรง</p>

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>โน้มน้าวที่ดวงจันทร์ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก วันที่น้ำมีระดับการขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดเรียก วันน้ำเกิดส่วนวันที่ระดับน้ำมีการขึ้นและลงน้อยเรียกวันน้ำตายโดยวันน้ำเกิด น้ำตาย มีความสัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม</p>
<p>4. อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<p>- เทคโนโลยีอวกาศได้มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันมากมาย มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศเช่นระบบนำทางด้วยดาวเทียม (GNSS) การติดตามพายุสุสานการณ์ไฟฟ้า ดาวเทียมช่วยภัยแล้งการตรวจคราบน้ำมันในทะเล</p> <p>- โครงการสำรวจอวกาศต่าง ๆ ได้พัฒนาเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจต่อโลก ระบบสุริยะและเอกภพมากขึ้นเป็นลำดับ ตัวอย่างโครงการสำรวจอวกาศ เช่น การสำรวจสิ่งมีชีวิตนอกโลก การสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ การสำรวจดาวอังคารและบริวารอื่นของดวงอาทิตย์</p>

หลักสูตรฐานสมรรถนะ

ความเป็นมาของหลักสูตรฐานสมรรถนะ

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการแข่งขันอย่างรุนแรงในทุกองค์กร และทำให้เกิดความเสี่ยงสูงขึ้น อุตสาหกรรมหลากหลายแห่งกำลังเผชิญภาวะ Digital Disruption หรือการพลิกผันทางดิจิทัลทำให้เกิดการสร้างเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลให้พฤติกรรมของมนุษย์ในสังคมเปลี่ยนแปลงไปอย่างฉับพลันในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านธุรกิจ สังคม และวัฒนธรรม จึงทำให้ระบบการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เปลี่ยนแปลงทันตามความต้องการของสังคมมากขึ้น ทักษะและความสามารถที่ต้องพัฒนาให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเรียกว่า สมรรถนะ (Competency) และมีการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะขึ้นเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาประชาชนในชาติ ให้ปรับตัวพร้อมรับต่อสิ่งที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่การแข่งขันในเวทีโลก

เนื่องจากสมรรถนะเป็นคุณสมบัติที่ช่วยให้บุคคลประสบความสำเร็จ ในการทำงาน สมรรถนะจึงเป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของการศึกษาและการเรียนรู้ ดังนั้น ระบบการศึกษา ในปัจจุบันจึงควรช่วยกันพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะสำคัญที่จะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ เดวิด

ซี. แม็กเคลลันด์ (David C. McClelland) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์เวิร์ด ได้นำเสนอโมเดล ภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg Model) ในการอธิบายแนวคิดเรื่องสมรรถนะไว้ว่า การที่บุคคลจะมีพฤติกรรมในการทำงานอย่างนั้นขึ้นอยู่กับสิ่งที่บุคคลนั้นมีอยู่ อันได้แก่ ความรู้ ทักษะและความสามารถต่าง ๆ ซึ่งเปรียบเหมือน ส่วนหนึ่งของภูเขาน้ำแข็งที่อยู่เหนือน้ำและสามารถสังเกตเห็นได้ง่าย ส่วนคุณลักษณะอื่น ๆ เช่น แรงจูงใจ ลักษณะนิสัย เจตคติ ซึ่งเปรียบเสมือนส่วนที่อยู่ใต้น้ำและสังเกตได้ยาก การมีเพียงความรู้และทักษะนั้น ยังไม่ถือว่าเป็นสมรรถนะ จนกว่าบุคคลนั้นจะสามารถนำความรู้และทักษะมาประยุกต์ใช้กับงาน ทำงาน ให้เกิดผลลัพธ์ที่ได้อย่างชัดเจน ประสบความสำเร็จในการปฏิบัติจึงจะถือว่าบุคคลนั้นมีสมรรถนะ ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่า สมรรถนะเป็นพฤติกรรมเชิงคุณลักษณะส่วนบุคคลและความสามารถที่แสดงออกให้เห็นถึง การประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ รวมทั้งพฤติกรรมการทำงานในบทบาทและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ทำให้ประสบความสำเร็จ

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนจะเกิดสมรรถนะได้ต้องมาจากการจากการต้องมาจากการฝึกฝนและเรียนรู้ ซึ่งหากผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองให้เกิดสมรรถนะได้นั้น จะทำให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ง่ายขึ้น โดยสิ่งที่จะสามารถพิสูจน์ได้ว่าผู้เรียนเกิดสมรรถนะขึ้นแล้วนั้นสังเกตได้จากการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับการฝึกฝนมาใช้ในชีวิตจริง และทำให้สิ่งที่กำลังทำอยู่นั้นประสบความสำเร็จ จึงจะถือว่าผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่แท้จริง

สมรรถนะหลักของหลักสูตรฐานสมรรถนะ

สมรรถนะหลัก (Core Competencies) ตามกรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หมายถึง สมรรถนะที่กำหนดให้เป็นพื้นฐานที่ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นความสามารถติดตัวเมื่อจบการศึกษา มีลักษณะเป็นสมรรถนะข้ามสาระการเรียนรู้หรือคร่อมวิชา สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้เรียนรู้สาระต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เป็นสมรรถนะที่มีลักษณะ “content – free” คือ ไม่ขึ้นกับเนื้อหาสาระของศาสตร์ใด ๆ อย่างไรก็ตามสมรรถนะหลักโดยตัวมันเองไม่ได้ปราศจากความรู้ แต่ความรู้ที่เป็นองค์ประกอบของสมรรถนะหลักจะเป็นองค์ความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) ซึ่งเป็นชุดของขั้นตอนหรือการปฏิบัติเพื่อดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายของสมรรถนะนั้น ๆ เป็นได้ทั้งกระบวนการที่ใช้เฉพาะศาสตร์หรือบูรณาการข้ามศาสตร์ เช่น ความรู้ที่เป็นองค์ประกอบของสมรรถนะการคิดขั้นสูงเป็นเป็นชุดความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดประเภทต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงวิพากษ์ และการคิดสร้างสรรค์

โดยได้กำหนดสมรรถนะหลักไว้ 6 สมรรถนะ คือ

1. สมรรถนะการจัดการตนเอง (Self Management: SM)

การรู้จักตนเอง รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง สามารถกำหนดเป้าหมายและนำตนเองในการเรียนรู้ ทำงาน และใช้ชีวิตตามความสามารถ ความสนใจ และความถนัดของตน มีวินัยในตนเอง

สามารถบริหาร จัดการเวลา ทรัพยากร และสภาวะ เพื่อบรรลุเป้าหมายได้อย่างพอเพียงและมี ประสิทธิภาพ

2. สมรรถนะการสื่อสาร (Communication: CM)

การรับและส่งสารบนความเข้าใจ ความเคารพในความคิดเห็นและวัฒนธรรมที่แตกต่าง ให้ บรรลุ เป้าหมาย โดยใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และสื่อดิจิทัลได้เป็นอย่างดี

3. สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม (Teamwork and Collaboration: TC)

การเป็นสมาชิกทีมที่ดีและมีภาวะผู้นำ ใช้กระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังอย่างเป็น ระบบ ด้วยความโปร่งใสตรวจสอบได้ มีการประสานความคิดที่แตกต่างสู่การตัดสินใจเป็นทีมอย่าง รับผิดชอบร่วมกัน สร้างความสัมพันธ์ที่ดีและจัดการความขัดแย้งด้วยสันติวิธี จนทำให้งานบรรลุผล สำเร็จตามเป้าหมาย

4. สมรรถนะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking: HOT)

การไตร่ตรอง คิดวิพากษ์ คิดอย่างเป็นระบบ สามารถใช้ข้อมูลในการตัดสินใจแก้ปัญหา มี ความยืดหยุ่นทางความคิด ริเริ่มความคิดใหม่ ๆ โดยคำนึงถึงผลกระทบรอบด้าน

5. สมรรถนะการเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง (Active Citizen: AC)

การปฏิบัติตนตามสถานภาพ บทบาท และกฎกติกาในสังคม เคารพสิทธิมนุษยชน รับผิดชอบต่อ ส่วนรวม (Accountability) มีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์วัฒนธรรม อัตลักษณ์ความเป็นไทย จัดการสิ่งแวดล้อม และสร้างการเปลี่ยนแปลงที่เป็นธรรมในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลกเพื่อการ พัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งในโลกความจริง และโลกดิจิทัล

6. สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน



รูปภาพ 1 แสดงสมรรถหลัก 6 ด้าน ในหลักสูตรฐานสมรรถนะ

หมายเหตุ. จาก <https://cbethailand.com/หลักสูตร-2/กรอบหลักสูตร/สมรรถนะหลัก-6-ประการ>

สมรรถนะที่เลือกพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้คือสมรรถนะการคิดขั้นสูง โดยต้องการพัฒนาผู้เรียน ให้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถนะที่สำนักเลขาธิการ คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดไว้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะของผู้เรียนใน ศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้หากผู้เรียนยังสามารถนำทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สมรรถนะการคิดขั้นสูง

ประเภทของสมรรถนะการคิดขั้นสูง

ในระดับสากล สามารถจำแนกทักษะการคิด ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ราชบัณฑิตยสภา, 2558, หน้า 237-238)

1. ทักษะการคิดพื้นฐานหมายถึงทักษะการคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารกันในชีวิตประจำวัน เช่น ทักษะการฟัง การจำ การพูด การอธิบาย การเขียน การสื่อสาร เป็นต้น เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับทุกคน เพราะต้องใช้เป็นพื้นฐานในการสื่อความหมายในชีวิตประจำวัน

2. ทักษะการคิดทั่วไป (ทักษะการคิดที่เป็นแกน) หมายถึงทักษะที่ใช้กันบ่อยในชีวิตประจำวัน เช่น ทักษะการสังเกต การคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การตั้งคำถาม การรวบรวมรวบรวมข้อมูล การจัดประเภท การจัดลำดับ การเปรียบเทียบ การเชื่อมโยง การแปลความ การตีความ การสรุปความ

3. ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills: HOTS) หมายถึง ทักษะการคิดที่มีความซับซ้อน มีกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดมากและซับซ้อนขึ้น เพื่อให้ได้คำตอบหรือบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น การตัดสินใจ การแก้ปัญหาต่าง ๆ (ราชบัณฑิตยสภา, 2558, หน้า 238) ส่วนใหญ่จะต้องใช้ทักษะการคิดทั่วไปหลายทักษะผสมผสานกัน เป็นทักษะที่ส่งผลต่อความสามารถในการกระทำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดขั้นสูงมีหลายทักษะ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดเชิงระบบ ทักษะการนิยาม การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประยุกต์ การสร้าง การจัดระบบ การหาแบบแผน การพิสูจน์ การทำนาย เป็นต้น

ตาราง 2 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้หลักตามระดับสมรรถนะการคิดขั้นสูง ด้านการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ

ระดับ	ตัวบ่งชี้ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1	○ ระบุคำกล่าวอ้างจากสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผล ของการเลือกคำกล่าวอ้างนั้น
2	○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์และตัดสินใจเลือกคำกล่าวอ้าง เพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความเหมาะสมของคำกล่าวอ้างด้วยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์
3	○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์และตัดสินใจเลือกคำกล่าวอ้างเพียงคำกล่าวอ้างเดียวพร้อมประเมินความเหมาะสมของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดงการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์
4	○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนและตัดสินใจเลือกคำตอบเพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความเหมาะสมของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดงการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์
5	○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์ที่ซับซ้อนและตัดสินใจเลือกคำตอบเพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความเหมาะสมของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดงการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง
6	○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์ที่ซับซ้อนและตัดสินใจเลือกคำตอบเพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความเหมาะสมของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดง การแปลความหมายข้อมูลและหลักฐาน เชิงประจักษ์ สามารถลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และสามารถระบุ ข้อโต้แย้ง
7	○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์ที่ยากและซับซ้อนและตัดสินใจเลือกคำกล่าวอ้างเพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความ

ระดับ	ตัวบ่งชี้ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	<p>เหมาะสม ของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดงการแปลความหมายข้อมูล และหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถลงข้อสรุป ได้อย่างถูกต้อง ระบุข้อโต้แย้ง ระบุเหตุผลของข้อโต้แย้งที่สอดคล้องกับสถานการณ์</p>
8	<p>○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์ที่ยากและซับซ้อนและตัดสินใจเลือกคำกล่าวอ้างเพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความเหมาะสม ของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดงการแปลความหมายข้อมูล และหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถลงข้อสรุป ได้อย่างถูกต้อง ระบุข้อโต้แย้ง ระบุเหตุผลของข้อโต้แย้งที่สอดคล้องกับสถานการณ์ และมีความเป็นเหตุเป็นผลกัน</p>
9	<p>○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์ที่ยากและซับซ้อนและตัดสินใจเลือกคำกล่าวอ้างเพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความเหมาะสม ของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดงการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถลงข้อสรุป ได้อย่างถูกต้อง ระบุข้อโต้แย้ง ระบุเหตุผลของข้อโต้แย้งที่สอดคล้องกับสถานการณ์ และมีความเป็นเหตุเป็นผลกัน เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตน</p>
10	<p>○ ระบุคำกล่าวอ้างที่หลากหลายจากสถานการณ์ที่ยากและซับซ้อนและตัดสินใจเลือกคำกล่าวอ้างเพียงคำกล่าวอ้างเดียว พร้อมประเมินความเหมาะสม ของคำกล่าวอ้างพร้อมแสดงการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถลงข้อสรุป ได้อย่างถูกต้อง ระบุข้อโต้แย้ง ระบุเหตุผลของข้อโต้แย้งที่สอดคล้องกับสถานการณ์ และมีความเป็นเหตุเป็นผลกัน เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่นและจุดที่ควรปรับปรุง</p>

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

อรรถพรณ ลือบุญธวัชชัย (2543, น. 6-7) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการใช้ปัญญาในการไตร่ตรองอย่างสุขุม รอบคอบ มีเหตุมีผล มีการประเมินและเชื่อมโยงสถานการณ์ต่าง ๆ มีการตีความ สรุปความ โดยอาศัยความรู้และนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2544:4) ได้กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดไตร่ตรองเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างชัดเจน จนมีความเข้าใจในเรื่องนั้น โดยอาจกล่าวได้ว่าเป็นการใช้ปัญญาที่สามารถรู้หรือให้เหตุผลถูกต้อง

จินดารัตน์ โพธิ์นอก (2557, Online) การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นหนึ่งในทักษะการคิดขั้นสูง โดยต้องมีการประมวลผลข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่รับเข้ามาผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ

วิเชียร ภาคพามงคลชัย (2559 : 44) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นทักษะการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกเหตุผลที่จะมาสนับสนุนความเชื่อนั้น ๆ

ปณิตา วรณพิรุณ (2551 : 105) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการคิดหรือกระบวนการคิดโดยใช้ข้อมูล ความรู้ ประกอบการไตร่ตรอง หรือพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อทำความเข้าใจกับเรื่องราวหนึ่ง ๆ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลในการตัดสินใจเรื่องราวนั้น ๆ

ดารารัตน์ มากมีทรัพย์ (2553,19) กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดขั้นสูงประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์ สังเคราะห์และตัดสินใจปัญหา เมื่อพบเจอกับปัญหา

สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ให้ความหมายของ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking : HOT-CTC) ว่าหมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดประสงค์เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือควรกระทำ โดยอาศัยการใช้ทักษะหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ของผลลัพธ์จากการตัดสินใจที่ดี เช่น ทักษะการตีความ ประเมิน วิเคราะห์ สรุปความ และอธิบาย ตามหลักฐาน แนวคิด วิธีการ กฎเกณฑ์ หรือบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่รวบรวมหรือข้อมูลจากการสังเกตประสบการณ์ การใช้เหตุผล การสะท้อนคิด การสื่อสาร และการโต้แย้ง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดขั้นสูง ที่อาศัยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ไตร่ตรองข้อมูลเพื่อลงข้อสรุปข้อมูล โดยใช้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมาประกอบ ทั้งนี้ประสบการณ์ และความชำนาญมีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละคน

ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก ในทุกระดับ ถือว่าเป็นกรอบการคิดที่สำคัญและยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้สามารถรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลก นอกจากนี้ยังเชื่อว่าหัวใจสำคัญของการศึกษาคือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (บรรจง อมรชีวิต, 2556) สริญญา มารศรี (2552) ได้สรุปไว้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความจำเป็นอย่างมากต่อคนในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นสังคมแห่งนวัตกรรมและการแข่งขันด้านเทคโนโลยี ซึ่งการดิ้นรนเอาตัวรอดนี้อาจจะต้องมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเพื่อให้รู้เท่าทันต่อปัญหา หรือสิ่งที่จะกระทบต่อตนเองได้ได้ในอนาคต

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Watson, Glaser (1964, p.10) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า ลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบไปด้วยเจตคติ ความรู้ และทักษะ โดยเน้นเจตคติในการแสวงหาความรู้ในการอนุมาน การประเมิน และตัดสินใจความถูกต้องของข้อมูลอย่างเหมาะสม โดยมีองค์ประกอบ 5 ประการ ดังนี้

1. การสรุปอ้างอิง
2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น
3. การอนุมาน
4. การแปลความ
5. การประเมินข้อโต้แย้ง

องค์กรความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21 Century skills) (2019) ได้ให้องค์ประกอบเกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาไว้ทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ใช้การคิดอย่างหลากหลายระบบ
3. ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ
4. การแก้ปัญหา

แต่ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอเลือกเฉพาะองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งหมด 3 ข้อ คือ

1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
 - มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับสถานการณ์
2. ใช้การคิดหลากหลายระบบ

- วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผลลัพธ์โดยรวมที่ระบบมีความซับซ้อน
- 3. ใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ
 - การวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การอ้างอิงและความน่าเชื่อถือ
 - เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่น และจุดที่ควรปรับปรุง

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

สุคนธ์ สิ้นรพานนท์ (2552) สรุปแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ให้แก่ผู้เรียนว่าครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

1. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณอย่างเป็นระบบ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียน รู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียด รู้จักขยายผลของสิ่งที่คิดและปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ฝึกให้ผู้เรียนได้รู้ปัญหา วิธีแก้ไข ปัญหา บนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์ พิจารณาความน่าเชื่อถือก่อนการตัดสินใจ ประเด็นสำคัญคือการสร้างให้ผู้เรียนรู้จักคิดก่อนทาสและสามารถอธิบายการกระทำของตนว่ามีเหตุผลอย่างไร การฝึกให้ผู้เรียนมีเหตุผลจะใช้คำถามว่า “ทำไม” ให้ผู้เรียนตอบ โดยมีพื้นฐานรองรับอยู่เสมอ

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนตัดสินใจด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตัดสินใจด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรู้สึกที่เป็นอิสระซึ่ง & ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกโรงเรียน และให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตัดสินใจ ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการฝึกฝนและพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ อันเป็นพื้นฐาน สำคัญที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

3. จัดสื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณซึ่งสื่อมีหลายรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ บทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ นิตาน ฯลฯ เมื่อผู้เรียนอ่านแล้วครูอาจใช้คำถามฝึกการคิด เช่น เรื่องนี้คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการอ่านจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณได้วิธีหนึ่ง ครูอาจ จัดทำแบบฝึกหัดทักษะการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจมีรูปแบบหลากหลาย เช่น สถานการณ์ จาลอง และครูใช้คำถามเพื่อฝึกการคิดหลังจากผู้เรียนอ่านสถานการณ์แล้ว หรือฝึกการคิดจากภาพ เป็นต้น

4. ฝึกให้ผู้เรียนมีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่าง ๆ ที่น่าสนใจ หรือเป็นเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจากข้อมูลข่าวสารต่างๆ จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในข่าวประจำวัน จาก

การคูณล้อการเมือง จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์ วิวิจารณ์ ฝึกให้ผู้เรียนมี ทักษะ ในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น ทาให้ผู้เรียนรู้จักการ อ้างเหตุผล และ รับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ โดยแนะนำให้ ผู้เรียน วางเป้าหมาย ตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ โดยมี ข้อมูลหลักฐาน ในการ ตรวจสอบและใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินใจปรับปรุง หรือดำเนินงาน ตามแผน และรู้จัก วิธีการใน การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม รอบคอบและควบคุมตนเองให้ ดำเนินงานตามแผน การ ทำงานหรือ กิจกรรมใดๆ ก็ตามที่ครูฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนการยอมเป็นการดำเนินงานและมีการ ตรวจสอบ ตลอดจนเมื่อมีการดำเนินงานตามแผนแล้วมีการ ประเมินผลการดำเนินงานนั้นจัดได้ว่า เป็นแนวทาง หนึ่งที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดอย่างมี วิจารณญาณ

ดวงรัตน์ สบายยิ่ง (2549) ได้กล่าวถึงการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้ การคิด อย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งครู จำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดให้เกิดขึ้น ทั้งนี้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะ ใช้ในการฝึกควรเป็นความท้าทายความสนใจของเด็กและมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเด็ก นอกจากนั้นก็ควรอยู่ในระดับความสามารถของเด็กที่จะแสวงหาคำตอบได้ไม่ยากเกินไปขณะเดียวกัน เด็กก็ควรได้ฝึกคิดจากสถานการณ์ หรือปัญหาที่ง่ายและค่อย ๆ นำไปสู่ระดับที่ยากขึ้น รวมทั้งครูควร ทำหน้าที่เป็นผู้สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นได้ อยากรู้ อยากจะสืบเสาะ และ ค้นหาคำตอบจนเป็นที่น่าพอใจ และการพัฒนาให้เด็กคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ในการสร้าง สถานการณ์หรือปัญหาจะต้องเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้เด็กสามารถตัดสินใจ เลือกลงได้โดยอาศัยหลักฐาน การอ้างอิง การนิรนัย การแปลความ และการประเมินค่า ตามความคิด ของตนได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้เพราะการคิดไม่สามารถวัดโดยตรงได้ การประเมินว่ามีการคิดสามารถ สังเกตได้จากการตอบสนองของเด็กกว่ามีการคิดเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการกระตุ้นด้วยข้อมูลที่เป็นคำถาม ซึ่ง ลักษณะคำถามจะมีลำดับความยากง่าย โดยเริ่มตั้งแต่ระดับความรู้ ความจำ จนกระทั่งถึงการ ประเมินค่า นอกจากจะกระตุ้นให้เกิดการคิดด้วยการใช้คำถามแล้ว การให้สภาพการณ์ที่ไม่คุ้นเคยก็ เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะทำให้เด็กเกิดการคิดขึ้นได้ เพราะในสถานการณ์ดังกล่าว เด็กต้องมีการเชื่อมโยง ข้อมูล หรือนำข้อมูลประสบการณ์ที่เคยได้รับมาแล้วมาใช้ในการประเมินสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การ เข้าในสถานการณ์ นั้น ๆ ขณะเดียวกันการแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ของเด็ก ดังนั้นการที่จะทำให้เด็กเกิดการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย หรือมีระบบนั้น เด็กจะต้องอยู่ใน สิ่งแวดล้อมหรือได้รับการกระตุ้นที่มีเป้าหมายตามที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนนั้นสามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม โดยให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวันด้วยตนเอง และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้เรียนต้องมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบการตัดสินใจเลือกหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนข้อคิดเห็นของตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ที่คอยสนับสนุนในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ ไม่ว่าจะเป็นสื่อการเรียนรู้ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นต้น ในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

แนวความคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

แนวความคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

การสอนตามรูปแบบ Macro model เป็นการสอนที่ถูกพัฒนามาจากแนวความคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ และสิ่งประดิษฐ์ ผ่านกระบวนการทางปัญญา กระบวนการทางสังคม และให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิด สอนให้น้อยลงทำให้เรียนรู้ได้มากขึ้น (teach less , learn more) ที่เป็นการสอนที่ให้ครูสอนแบบบรรยายน้อยลง สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้โดยตรง (Active learning) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ผ่านการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ลงมือปฏิบัติ คิด แก้ปัญหา ริเริ่มสร้างสรรค์ ทำงานเป็นกลุ่ม สรุปเป็นความรู้และสามารถนำเสนอได้อย่างเหมาะสม (ดิเรก วรรณเศียร, 2558, หน้า 3-4) จะเห็นได้ว่าแนวคิดเหล่านี้ถูกปรับประยุกต์ให้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่เรียกว่า MACRO model

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน (ดิเรก วรรณเศียร, 2558) โดยแต่ละขั้นตอนมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ครูผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนในการกำหนดหรือตั้งประเด็นความรู้เกี่ยวกับเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ โดยยึดโยงเนื้อหาที่ใช้กับหลักสูตรเป็นหลัก นอกจากนี้ผู้สอนยังต้องทำให้ผู้เรียนรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถเลือกใช้กิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น การใช้คำถามนำ การเล่าเรื่อง การใช้เพลง การใช้เกม ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมเชิงบวกในการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ที่ได้ศึกษาไว้ว่า ถ้าคุณให้รางวัล

หรือการลงโทษอย่างเหมาะสม คุณสามารถทำให้ผู้อื่นเกิดพฤติกรรมตามที่ต้องการ (Saul McLeod, 2561)

2. **ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)** ผู้สอนให้ความรู้พื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แนวทางการ สืบค้นความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ ส่วนที่ 2 ศาสตร์ สาขา แขนงความรู้ และแหล่งความรู้ ที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 การเรียบเรียงข้อมูล ข้อค้นพบ ความคิด ความ คิดเห็น การให้เหตุผล โต้แย้ง และสนับสนุน

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้สอนควรมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีแบบแผนการหรือความสามารถในการเรียนรู้ของ ตนเองแตกต่างกันออกไป เช่น บางคนอาจเรียนรู้ผ่านการฟังได้ดี บางคนอาจเรียนรู้ผ่านการอ่านได้ดี ซึ่งไม่มีรูปแบบใดดี หรือด้อยกว่ากัน (นรรธพร จันทร์เฉลี่ย เสริบุตร , 2564) ตัวอย่างการจัดการ เรียนรู้ มีดังนี้ การอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม การฝึกระดมความคิดจากสถานการณ์จริง โดยให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในการทำกิจกรรมทั้งหมดผู้เรียนจะเกิดการฝึกฝนการคิดอย่างมีวิจณาไป ด้วย นอกจากนี้ยังสามารถส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เนื่องจากการทำกิจกรรมส่วนใหญ่ จะเน้นกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการกระบวนการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งในขณะที่ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลต้องมีการใช้วิจารณญาณในการเลือกแหล่งข้อมูลที่มี ความน่าเชื่อถือเพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนรู้ของตนเอง

ตัวอย่างกิจกรรมเพิ่มเติมที่จะส่งเสริม Active learning ของผู้เรียน (วัชร เกษพิชัยณรงค์และ คณะ, 2559)

- การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการอ่าน (Active Reading) เป็นวิธีที่ให้แต่ละคนอ่านบทความ แล้ว แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อ่านกับเพื่อน นามา เขียนแผนผัง มโนทัศน์ (Concept Map) ลงในกระดาษ โปสเตอร์เพื่อทำกิจกรรม Walk Gallery ต่อไป

- การเรียนรู้โดยใช้การระดมสมอง (Brainstorming) กำหนดหัวข้อและเวลา จากนั้น แบ่งกลุ่มผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่ม แล้วทุกคน นาเสนอแนวคิดของตนและบันทึก ทุกแนวคิดที่มีผู้นำเสนอ

- การเรียนรู้โดยใช้การแสดงความคิดเห็น (Agree and Disagree Statement) จากการตั้ง คำถาม โดยผู้สอน ซึ่งมีตัวเลือกให้ผู้เรียนว่าเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร เช่น อาจใช้ไม่ปกป้องที่มีสี 2 ด้าน ต่างกันเป็น อุปกรณ์ช่วยตอบ แล้วเลือกผู้ตอบในแต่ละกลุ่มให้อธิบาย หลังจากนั้นจึงอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันทั้งชั้น เรียน

- การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบหมุนเวียน (Carousel) กำหนดหัวเรื่อง แล้วแบ่งเป็นหัวข้อย่อยที่ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน แบ่งกลุ่มผู้เรียนให้ได้จำนวนกลุ่ม เท่ากับ จำนวนหัวข้อย่อย จากนั้นเขียนหัวข้อ ย่อย ๆ ลงบน กระดาษโปสเตอร์ แล้วติดไว้รอบๆ ห้อง แต่ละกลุ่มระดม ความคิด และเขียนลงใน

กระดาษโปสเตอร์ เมื่อครบ 2-3 นาที เปลี่ยนไปประมวลความคิดหน้าโปสเตอร์ถัดไป โดยอ่าน แนวคิดของกลุ่มก่อนหน้า ถ้าเห็นด้วยให้ใส่เครื่องหมายถูก และเพิ่มสิ่งที่คิดเห็นแตกต่าง จากนั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ร่วมกัน

- การเรียนรู้โดยใช้แบบแผนผังความคิด (Concept Map) การเขียนแผนผังมโนทัศน์มีลักษณะ คล้ายการเขียนแผนที่ความคิด (Mind Map) แต่การเขียน แผนผังมโนทัศน์จะแสดงแนวคิดและใช้คาเชื่อมโยง ระหว่างแนวคิด
- การเรียนรู้แบบเดินชมผลงาน (Gallery Walk) กำหนดหัวข้อเรื่อง เขียนแนวคิด วิธีการ ลงบน กระดาษโปสเตอร์ แล้วติดไว้รอบๆ ห้อง เพื่อให้แลกเปลี่ยน เรียนรู้ระหว่างการเดินชมผลงาน
- การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมแบบต่อภาพ (Jigsaw) ผู้สอนเลือกเนื้อหาที่แบ่งเป็นส่วนๆ แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ โดยมีสมาชิกในกลุ่มเท่าๆ กันกับเนื้อหา (Home group) สมาชิกแต่ละคนเลือกเนื้อหาที่ตนสนใจ แล้วไปร่วมกับสมาชิกจากกลุ่มอื่น (Expert group) เพื่อ ศึกษาทำความเข้าใจหรือหาคำตอบร่วมกันในกลุ่ม จากนั้น กลับไปสอนที่กลุ่มเดิมของตนจนครบถ้วน
- การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา/โครงการเป็นฐาน หรือกรณีศึกษา (Problem/Project-based Learning หรือ Case Study) ใช้เรื่องจริงหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงใน ชุมชน บ้าน โรงเรียน หรือที่เกิดขึ้นกับบุคคลใด บุคคลหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการบูรณาการความรู้ที่ได้เรียนกับประสบการณ์ตรง หรือสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติม
- การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมบทบาทสมมติ (Role Playing) การแสดงบทบาทสมมติ เป็นวิธีการสอนที่ ให้ผู้เรียนได้ฝึกการแสดงออกตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อเป็นประสบการณ์ที่จะนำไปแก้ไขปัญหาและ สถานการณ์จริงในชีวิต ผู้เรียนได้เรียนรู้การแสดงออก ฝึก วางแผนการทำงานร่วมกัน เข้าใจความรู้สึกและพฤติกรรม ทั้งของตนเองและของผู้อื่น เช่น การทำกิจกรรม “ฟ้า ครามรี สอร์ท” ผู้สอนจะกำหนดบทบาทแล้วเขียนไว้ใน กระดาษ ให้ผู้เรียน 6 คน จับฉลากเลือกว่าจะแสดงบทบาทใด โดยไม่ให้ปรึกษากัน แล้วให้แสดงบทบาทสมมติ ตามบทบาทที่ตนเองได้รับ หลังจากนั้นจะตั้งคำถามและให้ ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่า ผู้แสดงแต่ละคนทำหน้าที่ อะไร และทำหน้าที่นั้นได้ดีหรือไม่ มีจุดใดต้องแก้ไขหรือ ปรับปรุง เป็นต้น
- การเรียนรู้แบบแลกเปลี่ยนความคิด (Think - Pair - Share) ผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหา คำตอบด้วยตนเอง หลังจากนั้นจึงอภิปรายแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกันกับเพื่อนในชั้นเรียน
- การเรียนรู้โดยการทำนาย สังเกต และ อธิบาย (Predict - Observe - Explain) จาลองสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ โดยผู้เรียนเขียน ทานายสิ่งที่น่าจะเกิดขึ้น สังเกตและบันทึกผล อธิบายสิ่งที่ สังเกตได้ อาจทำการทดลอง สสำรวจหรือค้นคว้าเพิ่มเติมได้ เช่น กิจกรรมพลังงานเพื่ออนาคต ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ แผ่น

โซลาเซลล์ 2 ชนิด มัลติมิเตอร์ ไม้บรรทัด กระดาษสีดา และโคมไฟ เพื่อให้แต่ละกลุ่มทำการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ ว่าแผ่นโซลาเซลล์ชนิดใดมีประสิทธิภาพดีกว่ากัน และให้ ออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ นาสเนอผลงานกลุ่มหน้าชั้นเรียน เป็นต้น

- การเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนตกผลึกความคิด (Clarification Pause) เมื่อผู้สอนอธิบายถึงประเด็นสำคัญ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม หากต้องการคำอธิบาย เพิ่มเติม (ผู้สอนควรจะไปรอบๆ ห้อง เพราะผู้เรียนมัก ไม่กล้าถามหน้าชั้นเรียน)

- การเรียนรู้โดยใช้บัตรคำหรือบัตรภาพ (Card Sorts) เพื่อให้ผู้เรียนจัดกลุ่มบัตรภาพนั้นๆ และต้อง อธิบายเกณฑ์ที่ใช้จัดกลุ่มให้เพื่อนและผู้สอนฟัง และ อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

- การเรียนรู้โดยใช้ข้อความพิมพ์บนกระดาษ (Chain Note) ผู้สอนเตรียมคำถาม/ข้อความที่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหาที่ต้องการไว้ โดยอาจพิมพ์ลงบนกระดาษ A4 แล้วให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามหรือข้อความนั้นๆ เพียง 1-2 ประโยค จากนั้นส่งต่อกระดาษแผ่นนั้นให้เพื่อนที่นั่ง ถัดไป เพื่อช่วยกันตอบคำถามนั้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถ ใช้ก่อนเรียนหรือหลังเรียนได้ และควรส่งกระดาษแผ่นนั้นกลับในทิศทางเดิม เพื่อให้ผู้ที่เขียนก่อนได้อ่านความเห็น ทั้งหมดด้วย

- การเรียนรู้แบบสะท้อนความคิดของผู้เรียน (Students' Reflection) เป็นการให้ผู้เรียนได้สะท้อน ความคิด อาจจะทำให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน เสนอแนะเกี่ยวกับการเรียน ถามคำถามที่ยังสงสัย หรือให้ ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน

3. ชั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) ผู้เรียนนำเสนอ อภิปรายและสาธิตที่เป็นผลจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันมากำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ โดยวิธีการเขียนด้วยแผนผังความคิด โครงการ หรือโครงการ เขียนบรรยายหรือเขียนรายงาน จัดบันทึก วาดภาพ แต่งคำประพันธ์

ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้จากชั้นที่ 2 มาจัดกระทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ของตนเองหรือกลุ่ม โดยอัญชลี พรหมลังกา (2558, 24) อธิบายกระบวนการสร้างองค์ความรู้หรือสร้างชิ้นงานไว้ 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้น P1 แลกเปลี่ยนกับกลุ่ม โดยมีกาให้ผู้เรียนได้ออกมาทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน แล้วให้เพื่อร่วมชั้นเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้หลังจากที่นำเสนอแล้ว ส่งผลให้เกิดการค้นพบข้อความรู้หรือองค์ความรู้จากการแลกเปลี่ยนที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

ขั้น P2 ใช้กระบวนการกลุ่มในการทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และมีการหาข้อตกลงเพื่อสร้างองค์ความรู้ของกลุ่มขึ้นมา

ขั้น P3 สร้างองค์ความรู้หรือชิ้นงานที่ได้มาจากขั้น P2 เพื่อแสดงผลงานออกมา เช่น การนำคำตอบคำถามในใบงานมาสรุปเป็นแผนผังความรู้เชิงกราฟิก

ในขั้นนี้ผู้เรียนนำผลการอภิปราย ที่มาจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันโดยใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาเป็นส่วนประกอบในการเลือกข้อมูลที่น่าเชื่อถือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ โดยใช้วิธีการ เขียนด้วยแผนผังความคิด ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ประกอบการสร้างองค์ความรู้เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

4. ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting) ผู้เรียนมีโอกาสได้แสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ต่อยุ่หรือตรวจสอบความเข้าใจของตน และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ในการนำเสนอผลงานอาจจะอยู่ในรูปของ การจัดนิทรรศการ อภิปราย การแสดง บทบาทสมมติ การนำเสนอด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น

ผู้เรียนแสดงผลงานการสร้างองค์ความรู้ของตนเองเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจและเป็นหนึ่งในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน จะเห็นว่าในขั้นนี้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง โดย Guilford (1967, pp. 145 – 151) ได้กล่าวเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดใหม่ที่ไม่ซ้ำกับความคิดของผู้อื่น หรือแตกต่างจากความคิดของคนธรรมดา โดยอาจจะเป็นการนำสิ่งที่มีอยู่แล้วในอดีต มาปรับประยุกต์ผสมผสานแนวคิดใหม่ของตนเองลงไป
2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถที่สามารถคิดได้อย่างอิสระ หรือสามารถดัดแปลงความรู้ หรือนำประสบการณ์ต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์หลากหลายด้าน
4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) เป็นความคิดที่ละเอียดอ่อน เป็นขั้นตอน สามารถนำมาขยายความคิดแรกให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้เรียนแสดงผลงานที่ตนเองสร้างขึ้นให้ผู้อื่นได้ดู เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ต่อยุ่หรือตรวจสอบ ความเข้าใจและความน่าเชื่อถือของเนื้อหาเกี่ยวกับ ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เมื่อผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้วเผยแพร่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เช่น นิทรรศการออนไลน์ Line Facebook เป็นต้น

5. ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) เป็นขั้นของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน การนำความรู้ความเข้าใจของตนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ โดยการนำข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

เมื่อผู้เรียนได้ทำการสร้างสรรค์ผลงานขึ้นมาแล้วนั้น จะต้องนำผลงานของแต่ละกลุ่มสร้างสรรค์ขึ้นมาไปเผยแพร่ เพื่อเป็นการขยายองค์ความรู้ออกสู่ภายนอกห้องเรียน โดยสามารถเผยแพร่ให้เพื่อนร่วมโรงเรียน บุคคลภายนอก ซึ่งการเผยแพร่ผลงานก็ได้หลากหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอหน้าเสาธง การเผยแพร่ผลงานลงบนสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook Line Padlet vshow เป็นต้น

ความสำคัญของการจัดการเรียนตามรูปแบบ MACRO model

- ฝึกให้ผู้เรียนกล้าตั้งคำถาม กล้าคิด กล้าตัดสินใจ กล้าแสดงออก เปลี่ยนการ เรียนจากแบบรับฟังอย่างเดียว (passive) เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (active) การ ตั้งคำถามเพราะเกิดข้อสงสัย เป็นจุดเริ่มต้นของ Lifelong Learning ถามแบบสร้างสรรค์ ก่อให้เกิดประโยชน์ เป็นการตั้งต้นหาคำตอบอย่างถูกวิธี ยั่วให้เด็กมีความสนใจใฝ่รู้ เป็นการ เรียนรู้และแก้ปัญหา

- การเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียน เป็นสำคัญเป็นการสอนให้สามารถสืบค้นความรู้ที่มีมากมายในโลกตามแนวคิดของปราชญ์ ชาวจีนที่ว่า สอนชาวบ้านหาปลาดีกว่าเอาปลาไปให้ชาวบ้าน ทำให้ผู้เรียนมีทักษะ ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

- การสรุปความรู้ เป็นการแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนได้ความรู้ที่ตกผลึก เป็นของผู้เรียนเอง เป็นความรู้ใหม่ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ถูกต้อง ผู้เรียนจะจดจำ ความรู้นี้ได้นาน

- ก่อนสรุปองค์ความรู้ ครูเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนได้อภิปรายกัน ดูเหตุผลที่มี ทฤษฎีรองรับก่อนสรุป ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม ความร่วมมือ และวิถี ชีวิตตามระบอบประชาธิปไตยด้วย ฝึกความเป็นผู้นำ ส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม

- การสื่อสารและนำเสนอ เป็นสมรรถนะสำคัญในระดับสากลทำให้ผู้เรียนได้มี พัฒนาการทางด้านภาษา และมีความสามารถในการนำเสนอ มีทักษะการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ

- ความรู้ที่นำไปใช้และเผยแพร่ เป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนานวัตกรรม เพื่อใช้ในการพัฒนาประเทศต่อไป

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนตามรูปแบบ MACRO model นั้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกล้าคิด กล้าตัดสินใจ ด้วยตนเอง จากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ไม่ว่าจะเป็นการสืบค้นความรู้ ลงข้อสรุป การนำเสนอ และการเผยแพร่องค์ความรู้ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของตนเองขึ้นได้ เนื่องจากในทุกขั้นของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้สืบเสาะหาองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เรียนต้องมีวิจารณญาณในการเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้สังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ของตนเองเพื่อสร้างสรรค์ผลงาน เพื่อให้ผลงานของตนเองมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

พัชรพร จามรี (2564) ได้ศึกษาเรื่องความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนขนาดกลางในจังหวัดลำปาง จำนวน 35 คนที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีวิจารณญาณในเรื่องสิ่งแวดล้อมจำแนกตามองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้ดังนี้ ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 53.20 ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 52.90 ด้านการใช้เหตุผลเชิงนิรนัย มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49.30 ด้านการสรุปอ้างอิง มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 44.80 แสดงให้เห็นว่าด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นสูงมีคะแนนสูงที่สุด ส่วนด้านการตีความมีคะแนนต่ำสุด ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนทั้ง 5 ด้าน พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 48.28 ซึ่งจัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปรับปรุง

दानงศักดิ์ สุดเสน่ห์ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเสริมศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ตามธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์ โดยในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้ 1. เพื่อออกแบบ และพัฒนากระบวนการสร้างเสริมศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ตามธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์ 2. เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน หลังเรียนรู้ด้วยกระบวนการ สร้างเสริมศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3. เพื่อศึกษาเจตคติของผู้เรียนต่อกระบวนการสร้างเสริมศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4. เพื่อศึกษาคุณลักษณะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ตามธรรมชาติ วิชาวิทยาศาสตร์ ที่นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 3/6 และ 3/7 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ ปีการศึกษา 2561 จำนวน 110 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ได้จากงานวิจัย มีดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดและประเมินผลศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการเสริมสร้างศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยมีการกำหนดบทบาทครูและผู้เรียนที่ชัดเจน ทำให้ผู้เรียนบอกว่า รู้สึกง่ายต่อการเรียนรู้ ชอบสถานการณ์ที่ครูนำมาสอน เพราะอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนรู้สึกมีคุณค่าในตัวเองมากขึ้น เนื่องจากครูให้ออกาสผู้เรียนในการมีบทบาทในห้องเรียน และผู้เรียนยังกล่าวว่า ผู้เรียนรู้สึกคิดไตร่ตรองในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมากขึ้นกว่าเดิม

วิจัยเกี่ยวกับ MACRO model

ธนพร เลิศโพธาวัฒนา (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สำหรับศตวรรษที่ 21 : MACRO model ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ทั้งหมด 4 ข้อ คือ 1. เพื่อศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมาใช้จัดกา เรียนรู สำหรับศตวรรษที่ 21 : MACRO Model 2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สำหรับศตวรรษที่ 21 : MACRO Model ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซมโดย ใช้รูปแบบการ จัด การเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 : MACRO Model ของนัก เรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 4. เพื่อ ศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 : MACRO Model เรื่อง ยีนและโครโมโซม ประชากร ที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้เรียนในระดับชั้น ม.6/1, ม.6/2 และ ม.6/6 จำนวนผู้เรียนทั้งหมดรวม 131 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมกรเรียนของผู้เรียน และพฤติกรรมกรสอนของครู แบบ วัดและปรพเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม แบบวัดความสามารถใน การคิดวิเคราะห์การเรียนวิชา ชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม แบบวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อ รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 : MACRO model เรื่อง ยีนและโครโมโซม ผลวิจัย พบว่า ผู้เรียนเกิดความสนใจในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น จากการออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนส่งเสริม การทำกิจกรรมร่วมกับอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นกว่าตอนก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญ .01 และพบว่าสื่อการสอนและบทบาทของครูมีผลต่อเจตคติที่ดีในการจัดการ เรียนการสอน

พิกรี กีโร (2561) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคงทน ในการเรียนรู้ วิชา ชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิดของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิคการทำแผนผังความคิดใน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต 2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิค การทำแผนผังความคิดในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3. เพื่อ เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ใน รูปแบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิคการทำแผนผังความคิดในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักร

ของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เครื่องมือที่ใช้ มีดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ร่วมกับแผนผังความคิด แบบบันทึกความเห็นของผู้เรียน แบบบันทึกความคิดเห็นของผู้วิจัย แบบบันทึกความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบทดสอบความคงทน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิดส่งผลให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ ต้องการที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา และในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิตของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 606 และ 607 พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนเรียนรู้แบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนมีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หลังจากเรียนรู้ผ่านไป 2 สัปดาห์

ดลชัย อินทรโกสม (2564) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กลอนเกสร้อยรำพึงในป่าช้าด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่ม สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ทั้งหมด 4 ข้อ ข้อที่ 1 คือเพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลอนเกสร้อยรำพึงในป่าช้าของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีเรื่อง กลอนดอกสร้อยรำพึงในป่าช้า ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่ม ข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีเรื่อง กลอนดอกสร้อยรำพึงในป่าช้า ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่ม เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และข้อที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างคือผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 จำนวน 39 คน โดยได้กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่ม จำนวน 3 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีเรื่อง กลอนดอกสร้อยรำพึงในป่าช้า และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่ม ผลปรากฏว่าแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.56 คิดเป็นร้อยละ 75.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้จัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้อยู่ในระดับมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเชิงคุณภาพ เพื่อการพัฒนาคิดอย่างมี
 วิจาร์ณญาณโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ
 และเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัด
 พิษณุโลก ซึ่งได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน รายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ผู้มีส่วนร่วมวิจัย
2. บริบทการวิจัย
3. รูปแบบการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้มีส่วนร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน มีผู้เรียน
 ภายในห้องเรียนทั้งหมด 20 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่ง
 หนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

บริบทการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง
 ในจังหวัด พิษณุโลก ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอนอยู่ โรงเรียนแห่งนี้เปิดทำการสอนตั้งแต่
 ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งโรงเรียนมีห้องวิทยาศาสตร์ช่วยในการส่งเสริมการ
 จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมีเพื่อใช้ในการทำการทดลองอย่าง
 ง่ายเพียงพอสำหรับผู้เรียน สำหรับการจัดโต๊ะเรียนในห้องวิทยาศาสตร์นั้น จัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่มเพื่อให้
 ผู้เรียนสามารถทำการทดลองร่วมกันในชั้นเรียนสะดวกมากยิ่งขึ้น และในสถานการณ์การแพร่ระบาด

ของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โรงเรียนต้องมีการเตรียมรับมือกับผู้เรียนที่ติดเชื้อเสมอ หากพบว่ามีผู้เรียนห้องใดได้รับเชื้อไวรัสนี้ จะทำการปิดเรียนห้องนั้นพร้อมทั้งปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากรูปแบบ On site เป็น On hand ในระดับชั้นอนุบาลและประถม และปรับเป็นรูปแบบ Online ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีรูปแบบการวิจัย คือ วิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis กับ Schmuck (อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 149 – 152) เป็นแนวทางในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ในเนื้อหาปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นวางแผน (Plan) 2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3. ขั้นสังเกตผล (Observe) และ 4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะทำต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรที่เรียกว่า PAOR ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

- ผู้วิจัยสำรวจปัญหาสำคัญที่ควรปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- ผู้วิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพ.ศ. 2551 (ปรับปรุงปีพ.ศ. 2560) เพื่อนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ
- ผู้วิจัยทำการศึกษา ค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับวิธีการจัดการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model โดยนำมาปรับเพื่อใช้ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา
- ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง
- ผู้วิจัยทำการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ใบงาน ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ (Action)

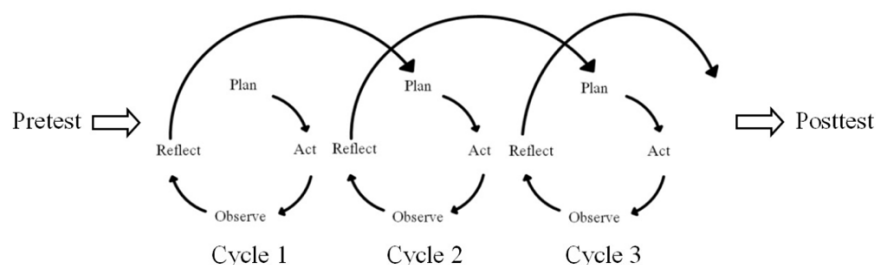
ผู้วิจัยทำการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ MACRO model ที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) 2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) 3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) 4. ขั้นรายงานผลและข้แนะนำเสนอ (Reporting) และ 5. ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) ที่ได้ออกแบบไว้ ในระหว่างการสอนเพื่อให้มีการเก็บข้อมูลได้ครอบคลุมมากขึ้น ให้มีการบันทึกวิถีทัศนการสอนของตนเองและเป็นการดูความสนใจของผู้เรียนด้วย และเมื่อจบการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการวิเคราะห์ แล้วนำไปใช้ในแผนถัดไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของตนเองว่าการจัดการเรียนรู้ของตนเองนั้นได้ผลหรือไม่และมีความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือไม่ ผ่านวิถีทัศนที่ได้บันทึกไว้ในขั้นการปฏิบัติ ตามแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากผู้สอนจะต้องศึกษาว่าในการจัดการเรียนรู้ของตนเองนั้นมีข้อบกพร่องตรงไหนหรือไม่ เมื่อพบข้อบกพร่องในดำเนินการแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้การจัดการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สิ่งที่สำคัญในการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของตนเองนั้น ผู้สอนต้องมีความรอบคอบ เปิดใจกว้างเพื่อพัฒนาตนเอง และสังเกตข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นนี้เป็นการย้อนคิดถึงเป้าหมายที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ศึกษา รวมทั้งเสนอแนวทางสำหรับการปฏิบัติต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ และการปรับปรุงพัฒนาการสอนครั้งต่อไป



รูปภาพ 2 แสดงรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (PAOR) ในวิจัยครั้งนี้ โดยปรับมาจากแนวคิดของ Kemmis & McTanggart

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับคำถามวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

“แนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ควรเป็นอย่างไร” ประกอบด้วย

1.1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของดิเรก วรรณเศียร (2559) ประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)
- ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)
- ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)
- ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)
- ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

และในส่วนของการจัดแบ่งเนื้อหา เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นั้น ได้แบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ออกเป็นทั้งหมด 3 แผน การจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 สัปดาห์ โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนนี้ได้จัดแบ่งเนื้อหาไว้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	การเกิดฤดูกาล	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	เทคโนโลยีอวกาศ	4 ชั่วโมง

1.2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ คือ แบบบันทึกเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลักจากที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนแล้ว โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้ร่วมสังเกต โดยบันทึกรายละเอียดกิจกรรมทั้งหมด เพื่อนำมาใช้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

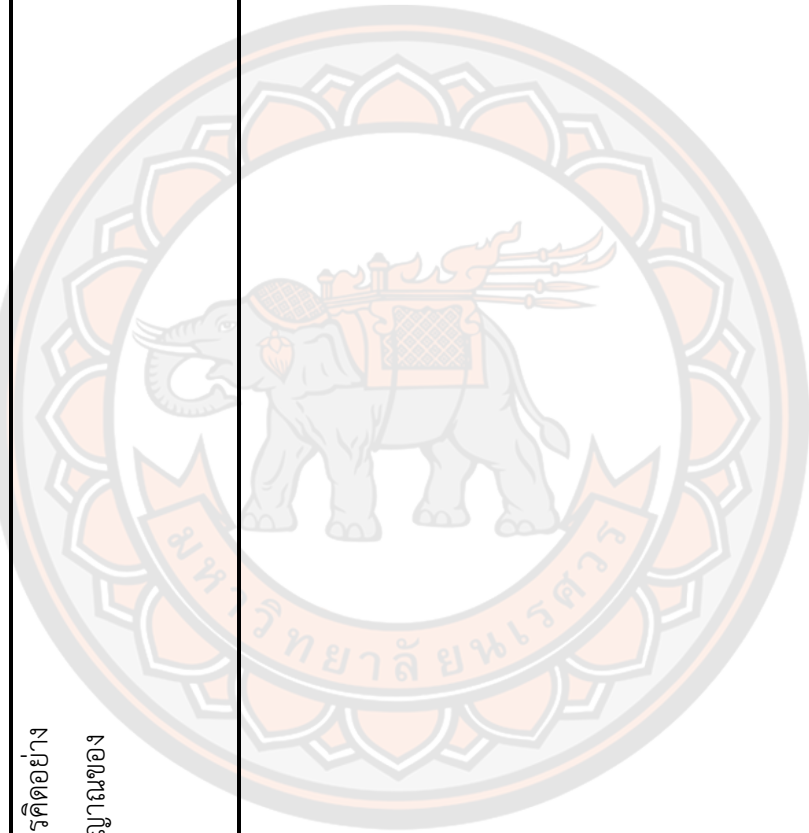
2. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

“ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ และเทคโนโลยีอวกาศเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model” ประกอบด้วย

- 2.1. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 2.2. ใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน



คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ช่วงเวลาที่เกิดรวบรวมข้อมูล	ผู้ให้ข้อมูลใน การทำวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล	ความน่าเชื่อถือ
หรือไม่อย่างไร เมื่อ ได้รับการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบ MACRO model	พัฒนาการคิดอย่าง มีวิจารณญาณของ ผู้เรียน				



ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบบันทึการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมี วิจารณญาณของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อ ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำหลักการจัดการเรียนรู้มาประยุกต์ให้เข้ากับบริบท ของห้องเรียนของผู้วิจัย

1.2. ศึกษาจุดมุ่งหมาย สมรรถนะการเรียนรู้ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุงปี 2560) รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว23102 สมรรถนะ คำอธิบายรายวิชาที่สอดคล้องต่อการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

1.3. ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

1.4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี วิจารณญาณของผู้เรียน จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	การเกิดฤดูกาล	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	เทคโนโลยีอวกาศ	4 ชั่วโมง

โดยในแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดของแผน ดังนี้

1. สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน ตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้
5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model 5 ขั้นตอน
 - ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)
 - ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)

ขั้นที่ 3 ขั้นขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)

ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

6. สื่อการจัดการเรียนรู้

7. การวัดและประเมินผล

1.4. การวัดและประเมินผล

นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนกที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน 3 คนได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ จำนวน 2 ท่าน และอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ว่า สอดคล้องกับจุดประสงค์ การใช้ภาษา ความถูกต้อง ความครอบคลุมเนื้อหาและความสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมและการประเมินผล (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) โดยเกณฑ์มีทั้งหมด 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.4. นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านด้วยสูตร ดังต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อกำหนดให้ \bar{X}	แทนค่า	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม
$\sum x$	แทนค่า	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n	แทนค่า	จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ (3 คน)

1.5. พิจารณาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านจากผลการประเมินแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121) ดังนี้

4.51 – 5.00	คะแนน	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	คะแนน	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	คะแนน	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	คะแนน	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	คะแนน	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยเกณฑ์การประเมินที่เหมาะสมต้องได้คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 จึงจะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้

1.6. นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงผลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยและสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้มีการจัดสร้างขึ้นนี้เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในระหว่างการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยบรรยายเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือไม่ และหาแนวทางเพื่อพัฒนา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป ในการสร้างแบบประเมินการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอน ดังนี้

2.1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2. กำหนดขอบเขตการสังเกตผลการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ MACRO model สามารถ พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้จริงหรือไม่ อย่างไร โดยทำการพิจารณาจากการสอนในแต่ละชั้น และในการจัดการเรียนรู้นั้นมีปัญหาอุปสรรคอย่างไร

2.3. สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีลักษณะเป็นแบบเขียนบันทึกประเด็นตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)

ขั้นที่ 3 ขั้นขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)

ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

2.4. บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาและเสนอแนะในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

2.5. นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง

2.8. จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

3. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ
ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อสร้างแบบวัด
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2. ศึกษาทฤษฎี และเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้าน
อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่น

3.3. กำหนดนิยามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้
องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ องค์การความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษ
ที่ 21 (Partnership for 21 Century skills) ผู้วิจัยจึงได้มีการปรับองค์ประกอบของการคิดอย่าง
มีวิจารณญาณได้ ดังนี้

1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

- มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับสถานการณ์

2. ใช้การคิดหลากหลายระบบ

- วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผลลัพธ์โดยรวมที่ระบบมีความ

ซับซ้อน

3. ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ

- การวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การ
อ้างอิงและความน่าเชื่อถือ

- เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่นและ
จุดที่ควรปรับปรุง

3.4. กำหนดโครงสร้างของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.5. กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้จากนิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อเป็นแนวทางของคำตอบเกี่ยวกับ
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

ตาราง 4 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นิยามศัพท์	พฤติกรรมบ่งชี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ	○ มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับสถานการณ์
2. ใช้การคิดหลากหลายระบบ	○ วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผลลัพธ์โดยรวมที่ระบบมีความซับซ้อน
3. ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ	○ การวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การอ้างอิงและความน่าเชื่อถือ ○ เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่นและจุดที่ควรปรับปรุง

3.6. สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบแบบอิสระ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้มี 2 สถานการณ์ โดยมีข้อความย่อย สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมเป็น 8 ข้อสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น

3.7. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อความในแบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวทางของ Eggert & Bogeholz (2010, หน้า 241) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคและพิจารณาให้คะแนน 3 ระดับ โดยแต่ละข้อความย่อยมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 12 คะแนน รวม 2 ข้อ คะแนนทั้งหมด 24 คะแนน

3.8. กำหนดเกณฑ์ระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.9. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด โดยการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

- +1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

สูตรการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบวัดกับจุดประสงค์ (Index of Item Object Congruence : IOC)

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

IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้อง

ΣR หมายถึง ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

นำผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คำนวณหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่า IOC ที่ได้ต้องอยู่ระหว่าง .05 ถึง 1.00 ซึ่งหมายความว่าแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2552)

3.10. นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงผลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

3.11. นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่แก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยและสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4. ใบบางประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

ใบบางประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยใบบางเป็นใบบางรายบุคคล มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างใบบางประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

4.2. ศึกษาระเบียบวิธีในแบบสร้างใบบางประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

4.3. กำหนดหัวข้อและวัตถุประสงค์ในใบบางประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน เพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการจะศึกษา

4.4. ศึกษาเนื้อหาเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

4.5. สร้างใบบางประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนให้เหมาะสมตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีทั้งหมด 5 ข้อ รวม 15 คะแนน ซึ่งสามารถประเมินผลได้ ดังนี้

11-15 คะแนน หมายถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดีเยี่ยม

6-10 คะแนน หมายถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดี

0-5 คะแนน หมายถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดีพอใช้

4.6. นำใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดซึ่งปรับปรุงจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

5	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบงานมีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบงานมีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบงานมีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบงานมีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบงานมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

4.7. นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านด้วยสูตร ดังต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อกำหนดให้	\bar{X}	แทนค่า	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม
	$\sum x$	แทนค่า	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทนค่า	จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ (3 คน)

4.8. นำผลการประเมินมาเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

4.51– 5.00 คะแนน	หมายถึง	ใบงานมีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51– 4.50 คะแนน	หมายถึง	ใบงานมีความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.51คะแนน	หมายถึง	ใบงานมีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50 คะแนน	หมายถึง	ใบงานมีความเหมาะสมน้อย
1.0 – 1.50 คะแนน	หมายถึง	ใบงานมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

4.7. นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงผลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

4.8. จัดทำใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 20 คน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ซึ่งได้ดำเนินการสร้างวงรอบปฏิบัติการ 3 วงรอบปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินกิจกรรมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายวัตถุประสงค์ของกิจกรรม ความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีความร่วมมือในการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี และดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe)

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ผู้วิจัยสังเกตบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อเก็บข้อมูลประกอบการบันทึกผลในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังวงจรที่ 1 เสร็จสิ้น

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect)

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เสร็จสิ้นแล้วผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยสรุปผลการสะท้อนที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อประเมินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยให้ได้ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

วงจรถือปฏิบัติที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเกิดฤดูกาล

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลสรุปที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรถือปฏิบัติที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถือปฏิบัติที่ 2 เรื่อง การเกิดฤดูกาล

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินกิจกรรมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายวัตถุประสงค์ของกิจกรรม ความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี และดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเกิดฤดูกาล

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe)

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ผู้วิจัยสังเกตบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อเก็บข้อมูลประกอบการบันทึกผลในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังวงจรถือปฏิบัติที่ 2 เสร็จสิ้น

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect)

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เสร็จสิ้นแล้วผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยสรุปผลการสะท้อนที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อประเมินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยให้ได้ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

วงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลสรุปที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินกิจกรรมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายวัตถุประสงค์ของกิจกรรม ความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีความร่วมมือในการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี และดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe)

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ผู้วิจัยสังเกตบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อเก็บข้อมูลประกอบการบันทึกผลในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังวงจรที่ 3 เสร็จสิ้น

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect)

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เสร็จสิ้นแล้วผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยสรุปผลการสะท้อนที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อประเมินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยให้ได้ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

เมื่อจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรแล้วผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ใบงานประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีเกณฑ์ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 3 ด้าน หลังจากนั้นนำมาตีความและวิเคราะห์ข้อมูลจัดกลุ่มแยกประเภทและสรุปผล เพื่อตรวจสอบว่าแนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ควรเป็นอย่างไร และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อ

ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model หลักจากนั้นทำการสรุปเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยเรื่อง แนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยทำการแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ 2 ส่วน มีรายละเอียด ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำการวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ การวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ ดังนี้

1.1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- 1.1.1. ผู้วิจัยต้องทำการวิเคราะห์และตีความสิ่งที่ได้จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
- 1.1.2. ผู้วิจัยจัดระเบียบเนื้อหาข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการจะวิเคราะห์ข้อมูล
- 1.1.3. ผู้วิจัยทำการสรุปข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
- 1.1.4. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) ที่ใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง (resource triangulation) คือ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์วิจัย

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- 2.1.1. เมื่อได้รับข้อมูลดิบจาก แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนแล้ว นำมาแยกข้อมูล โดยเริ่มจากการอ่านข้อมูลดิบทั้งหมด และคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามวิจัยได้

1.2.2. สรุปผลเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ และเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามแนววิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Method triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ใบงานประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยนำข้อมูลมาพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลว่าได้ผลสอดคล้องกันหรือไม่ และมีการนำข้อมูลพร้อมผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล และผู้วิจัยนำข้อมูลในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องและทิศทางของข้อมูล

สถิติที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญชุม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อกำหนดให้	\bar{X}	แทนค่า	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม
	$\sum x$	แทนค่า	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทนค่า	จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ (3 คน)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและองค์ประกอบของการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณของ (Index of Item Object Congruence : IOC) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552)

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
เห็นว่าเป็นไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

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

IOC	หมายถึง	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์และเพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 คำถาม ดังนี้

1. แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ควรเป็นอย่างไร

2. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 แนวทางการพัฒนาการพัฒนาคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบ สุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ใน วงจรปฏิบัติการ 1 2 และ 3 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการ จัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

1. ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดย ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร มีแผนการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 แผนการจัดการ เรียนรู้ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไป ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และในการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)
- ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)
- ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)
- ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)
- ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวง อาทิตย์

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาพปัญหาภายในห้องเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ปัญหา หลังจากนั้น ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การโคจรของ ดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเกิดฤดูกาล และแผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ วางแผนและออกแบบเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลอีก 3 เครื่องมือ ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และใบงานประกอบการ พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความ

ถูกต้องของเนื้อหา ทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ครูชำนาญการพิเศษ ที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน

2. ชั้นปฏิบัติ (Act) และชั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ในวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2566 เวลา 8.00-12.00 น. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)

ในขั้นการจัดกิจกรรมนี้ ผู้วิจัยได้เริ่มจากการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยให้สถานการณ์ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมเป็นทั้งหมด 8 ข้อ พบว่ามีผู้เรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนคำตอบได้ หลังจากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยภายในกลุ่มจะมีสมาชิกที่มีผลการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน เมื่อแบ่งกลุ่มแล้วให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เกี่ยวกับระบบสุริยะในเนื้อหาที่ผู้เรียนเคยเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา โดยการให้ผู้เรียนตอบคำถามในเว็บไซต์ Blooket ซึ่งเป็นเว็บไซต์ให้ผู้เรียนตอบคำถามผ่านรูปแบบเกมในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งลักษณะเกมที่ผู้วิจัยเลือกมาคือเกมวิ่งแข่ง สมาชิกแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันตอบคำถามเพื่อให้สามารถวิ่งเข้าสู่เส้นชัยได้เร็วที่สุด ซึ่งในขณะที่ทำกิจกรรมผู้เรียนภายในกลุ่มช่วยเหลือกันเป็นอย่างดีและเกิดความสนุกสนาน เมื่อผู้เรียนได้ทบทวนความรู้แล้วมีความรู้สึกร่วมในระบบสุริยะแล้ว ครูให้ผู้เรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แล้วถามคำถามว่า เพราะเหตุใดดาวเคราะห์เหล่านี้จึงโคจรรอบดวงอาทิตย์ คำตอบที่ผู้เรียนตอบมีค่อนข้างหลากหลาย เช่น ดาวอาทิตย์มีขนาดใหญ่ดึงดูดดาวดวงอื่นมาเป็นบริวาร ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเองเร็วทำให้ดึงดูดดาวรอบๆ เข้าหาตัวเอง วิธีการโคจรของดาวเคราะห์โคจรเป็นวงรีบริเวณนั้นอยู่แล้วดวงอาทิตย์แค่บังเอิญอยู่ตรงกลาง เป็นต้น ดังนั้นจากแนวคำตอบของผู้เรียนจะเห็นได้ว่าผู้เรียนยังไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงว่าเพราะเหตุใดดาวเคราะห์จึงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดังนั้นในขั้นถัดไปจึงจะให้ผู้เรียนสืบค้นหาข้อมูลและแหล่งอ้างอิงสนับสนุนที่มีความน่าเชื่อถือในการตอบคำถามที่ผู้วิจัยได้ถามไปข้างต้น

จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้จะเห็นได้ว่าเวลาที่ผู้เรียนใช้ในการทำกิจกรรมมาเกินกว่าที่ครูกำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ผู้เรียนทุกคนภายในกลุ่มให้ความร่วมมือในตอบคำถามในเว็บไซต์ Blooket เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นการแข่งขันทุกกลุ่มอยากเป็นที่ 1 ในการแข่งขันครั้งนี้ จึงมีการวางแผนและกำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน แต่ในขั้นที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนตอบคำถามที่ว่าเพราะเหตุใดดาวเคราะห์จึงโคจรรอบดวงอาทิตย์มีผู้เรียนเพียงบางคนในกลุ่มเท่านั้นที่ให้ความ

ร่วมมือในการตอบคำถาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องสุ่มถามผู้เรียนเพิ่มเติม ไม่ควรสนใจผู้เรียนเพียงเฉพาะกลุ่มที่สามารถตอบคำถามได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)

ในขั้นการเรียนรู้โดยตรงนี้ผู้เรียนต้องสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถามให้ได้ว่าเพราะเหตุใดดาวเคราะห์จึงโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยผู้เรียนสามารถหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือ (ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลประเมินจากความน่าเชื่อถือของแหล่งสารสนเทศ ผู้เขียน ผู้จัดทำ แหล่งอ้างอิงในการเขียนข้อมูล ความทันสมัยของสารสนเทศ, (วาริน, 2563) มาเพื่อสนับสนุนข้อสันนิษฐานฐานเดิมของตนเองจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 หรือนำเสนอข้อสันนิษฐานใหม่พร้อมกับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือก็ได้ โดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อมูลที่สืบค้นได้ลงในกระดาษรูปพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในการหาข้อมูลลงไปด้วย ซึ่งหลังจากที่ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม ผู้เรียนทุกกลุ่มเปลี่ยมคำตอบที่ได้ตอบไว้ในขั้นที่ 1 ให้เป็นคำตอบที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์เนื่องจากดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ทำให้มีแรงโน้มถ่วงค่อนข้างมาก จึงสามารถดึงดูดดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงให้โคจรรอบดวงอาทิตย์ได้ ในบางกลุ่มมีการเสนอข้อมูลเพิ่มเติมว่าแรงโน้มถ่วงไม่ได้มีเพียงแค่วงของดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ก็มีแรงโน้มถ่วงภายในตัวเองเช่นเดียวกัน ครูจึงสอดแทรกคำถามว่า ผู้เรียนคิดว่าแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์แต่ละดวงเท่ากันหรือไม่ ซึ่งคำตอบของผู้เรียนภายในห้องมีทั้งที่คิดว่าเท่ากันและไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงได้ให้ผู้เรียนลงสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อดูแรงโน้มถ่วงของดาวเคราะห์แต่ละดวงกับดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อหาคำตอบแล้วผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์แต่ละดวงมีความแตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยจึงนำเสนอแบบจำลองเพื่อแสดงแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลจากเว็บไซต์ PhET.colonado.edu เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและเกิดความเข้าใจที่มากขึ้นกว่าเดิม เมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลแล้วนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเลือกดาวเคราะห์ที่กลุ่มตนเองสนใจพร้อมทั้งลองคำนวณค่าแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลจากสูตร $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ ซึ่งผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถแทนค่าของตัวแปรในสมการได้ถูกต้องแต่เมื่อคำนวณแล้วกลับได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากผู้เรียนมีความสับสนในเรื่องของการคูณและหารทศนิยม

จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้พบว่าผู้เรียนมีการสืบค้นและหาข้อมูลเพื่อสนับสนุนข้อสันนิษฐานของตนเองได้ นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นการระดมความคิดเพื่อเลือกหาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่การเลือกแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือหรือความหลากหลายของแหล่งข้อมูลที่เลือกมาใช้ยังมีไม่มากนัก ผู้วิจัยต้องเดินไปแต่ละกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนเพิ่มเติมแหล่งข้อมูลที่ศึกษา ในขณะที่ผู้วิจัยเดินสำรวจแต่ละกลุ่มพบว่าสมาชิกในกลุ่มบางคนใช้งานเว็บไซต์อื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรม

ในชั้นเรียน สอดคล้องกับความเห็นของผู้สังเกตการณ์ที่นั่งอยู่ด้านหลังห้องเรียนพบว่า ผู้เรียนบางส่วนมีการแอบใช้โทรศัพท์ในการเล่นเกมนครผู้สอนจึงควรมีการกำหนดกติกาก่อนที่จะให้ผู้เรียนทำกิจกรรมให้ชัดเจน โดยอาจจะใช้การลงโทษแบบกลุ่มเพื่อให้สมาชิกภายในกลุ่มควบคุมกันเอง (ผู้สังเกตการณ์ , 24 มกราคม พ.ศ. 2566)

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้มาจากหลากหลายเว็บไซต์มาอภิปรายแลกเปลี่ยนกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เพราะเหตุใดดาวเคราะห์จึงโคจรรอบดวงอาทิตย์ เมื่อได้ข้อสรุปแล้วให้เขียนข้อสรุปลงในกระดาษปฐพีพร้อมทั้งระบุแหล่งที่มาของข้อมูล แล้วให้สมาชิกในกลุ่มตรวจสอบความหน้าเชื่อถือของเว็บไซต์ที่เลือกข้อมูลมาใช้ในการสรุปองค์ความรู้ลงในรูปแบบ infographic ผ่านเว็บไซต์ canva



รูปภาพ 3 แสดงการสรุปองค์ความรู้ลงในกระดาษปฐพีของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม



รูปภาพ 4 แสดงการสรุปองค์ความรู้ลงในกระดาษปฐพีของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม



รูปภาพ 5 แสดงการสรุปองค์ความรู้ลงในกระดาษรูปของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม



รูปภาพ 6 แสดงการสรุปองค์ความรู้ลงในกระดาษรูปของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)

ในขั้นนี้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของตนเองที่ได้เขียนไว้ในกระดาษรูปหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนกลุ่มอื่นช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง จากการสังเกตจากการนำเสนอเนื้อหาที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และจากคำตอบที่ผู้เรียนเขียนสะท้อนคิดลงใน Padlet พบว่าในจุดเด่นของผลงานคือ สามารถสรุปเนื้อหาข้อมูลได้ดี เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดก่อนที่จะเลือกเชื่อว่าแหล่งข้อมูลที่สืบค้นได้นั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ แล้วเลือกแต่แหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเองและยังได้กล่าวไว้ดีกว่าสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้เป็นอย่างดี ในระยะเวลาไม่นาน แต่จุดด้อยที่ผู้เรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นไว้คือ ยังไม่สามารถเข้าใจหลักการคำนวณเพื่อหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลได้ และผลงานที่สร้างขึ้นนั้นยังไม่ค่อยเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้อ่าน เมื่อผู้เรียนสร้างผลงานและแก้ไขผู้เรียนจะต้องนำผลงานของตนเองที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขแล้วเผยแพร่ออกสู่สื่อสังคมออนไลน์ของตนเอง

จากการจัดการเรียนรู้จะเห็นได้ว่าผู้เรียนยังไม่สามารถคำนวณเพื่อหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลได้ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการแทรกเนื้อหาในส่วนของรายวิชาคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนลอง

คำนวณจากโจทย์ทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวล เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขโจทย์เกี่ยวกับการคูณ ทหาร เลขทศนิยม และเลขยกกำลังได้แล้ว ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนลองคำนวณเพื่อหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลอีกครั้ง พบว่าผู้เรียนสามารถคำนวณเพื่อหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลของดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ได้



รูปภาพ 7 แสดงผลงานผู้เรียนประกอบการนำเสนอ



รูปภาพ 8 แสดงผลงานผู้เรียนประกอบการนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้นข้างต้นทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ในเนื้อหาการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ผู้วิจัยจึงต้องการให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจนี้มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์นอกเหนือจากการที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ นั่นก็คือการโคจรของดวงจันทร์รอบโลก ครูสุ่มให้ผู้เรียนอธิบายถึงการโคจรของโลกของดวงจันทร์แล้วลองให้ผู้เรียนหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลของโลกและดวงจันทร์ให้ถูกต้องโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่าผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกได้และผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณเพื่อหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลได้

จากการจัดกิจกรรมข้างต้นทุกขั้นการจัดกิจกรรมจะเน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งทำให้ผู้เรียนบางคนไม่ได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมจึงเกิดความเบื่อหน่ายแล้วไม่ยอมมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ดังนั้นเมื่อเป็นกิจกรรมย่อย เช่น การสร้างสรรค์ผลงาน infographic ควรลดจำนวนผู้เรียนที่จะทำชิ้นงานต่อ 1 ชิ้นลง เพื่อให้ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมได้อย่างเต็มที่

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และครูผู้ร่วมสังเกต หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลกสนปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและอุปสรรคและข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 4-1

ตาราง 5 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ	ในการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกมในเว็บไซต์ Blooket พบว่าผู้เรียนต้องการเอาชนะ จึงเกิดความวุ่นวายขึ้นภายในชั้นเรียน ส่งผลให้การได้รับความรู้ตามวัตถุประสงค์ของกิจกรรมคลาดเคลื่อนไปได้	ผู้วิจัยควรมีการกำหนดกติกาการเล่นให้ชัดเจน เพื่อเป็นส่วนช่วยในการควบคุมชั้นเรียน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง	ในขั้นนี้เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้มาซึ่งความรู้ที่ผ่านการอภิปรายร่วมกัน แต่กลับพบว่าผู้เรียนบางส่วนไม่ได้ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	ผู้วิจัยควรกำหนดกติกาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจน โดยสามารถใช้การลงโทษแบบกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนควบคุมตนเองภายในกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนทุกคนภายในกลุ่มปฏิบัติหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย
3. ขั้นสรุปองค์ความรู้	ผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่สืบค้นได้จากขั้นที่ 2 เพื่อนำองค์ความรู้มาเป็นส่วนช่วยในการสร้าง infographic แต่พบว่าผู้เรียนยังสร้าง infographic ในเว็บไซต์ canva ได้ไม่คล่องนัก และผู้เรียนบางส่วนไม่ได้นำข้อสรุปที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาสร้างผลงาน แต่หาข้อมูลใหม่ขณะทำงานทำให้เสียเวลาในการทำงานมากขึ้น และข้อมูลที่ได้ยังไม่ผ่านการตรวจสอบจากเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย	ผู้วิจัยแนะนำเทคนิคการสร้าง infographic ผ่านเว็บไซต์ canva ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานได้เร็วขึ้น และผู้วิจัยได้แนะนำให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้นได้ในขั้นที่ 2 มาสรุปเพื่อสร้างผลงาน
4. ขั้นรายงานและนำเสนอ	ผู้เรียนยังไม่สามารถเข้าใจหลักการคำนวณเพื่อหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวล ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการนำเสนอผลงาน และผู้เรียนยังคิดว่าผลงานของตนเองที่สร้างขึ้นนั้นยังไม่ค่อยเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้อ่าน	ผู้วิจัยอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาแรงโน้มถ่วงระหว่างมวล พบว่าผู้เรียนมีความสับสนในการคำนวณเรื่องทศนิยมและเลขยกกำลัง ผู้วิจัยจึงได้มีการให้ความรู้เพิ่มเติมในการคำนวณและใช้ stimulation ในเว็บไซต์ Phet ประกอบการอธิบายอีกครั้ง

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
		หนึ่ง นอกจากนี้ยังให้คำแนะนำผู้เรียนเรื่องการใช้พื้นที่หลังและตัวหนังสือว่าไม่ควรเป็นสี่ที่ใกล้เคียงกันเกินไป เพื่อให้ข้อความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น
1. ขั้นเผยแพร่ความรู้	ในขั้นนี้มีการเชื่อมโยงความรู้เพื่อให้สามารถอธิบายสถานการณ์ที่ใกล้เคียงซึ่งยังมีผู้เรียนบางกลุ่มใช้เวลาค่อนข้างมากในการอธิบาย	ผู้วิจัยให้สมาชิกภายในกลุ่มอธิบายเนื้อหาในส่วนที่ไม่เข้าใจให้เพื่อนร่วมกลุ่มฟัง หลังจากนั้นผู้วิจัยให้ผู้เรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์การโคจรรอบโลกของดวงจันทร์อีกครั้งหนึ่ง

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การเกิดฤดูกาล

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเกิดฤดูกาล ในวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2566 เวลา 8.00 – 12.00 น. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. **ขั้นวางแผน (Plan)**

ผู้วิจัยนำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเกิดฤดูกาล ตามปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

2. **ขั้นปฏิบัติ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)**

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเกิดฤดูกาล เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)

ในขั้นการสร้างแรงจูงใจนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการสะท้อนผลการดำเนินงานในวงจรที่ 1 มาเพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ให้ดีขึ้น ซึ่งผลการสะท้อนผลการดำเนินการ

จากผู้สังเกต มีดังนี้ 1) ควรมีการกล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการทำกิจกรรมให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้กิจกรรมในชั้นเรียนเป็นไปตามเป้าประสงค์เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากยิ่งขึ้น 2) ผู้วิจัยควรใช้คำถามเพื่อถามผู้เรียนให้ทั่วถึง อย่าสนใจเพียงผู้เรียนที่มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม 3) ผู้วิจัยควรสาธิตการใช้งานเกมในเว็บไซต์ Blooket ก่อน เนื่องจากบางกลุ่มสามารถตอบคำถามได้ แต่ใช้งานเว็บไซต์ยังไม่ถนัดนัก ส่งผลให้การจัดลำดับในตอนสุดท้ายอยู่ในลำดับที่ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้เกิดการประท้วงและห้องเรียนเกิดความไม่สงบ ผู้วิจัยจึงต้องเสียเวลามาควบคุมชั้นเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)

ในขั้นการเรียนรู้โดยตรงพบว่าผู้เรียนสามารถวางแผนการสืบค้นหาข้อมูลได้ดีขึ้น โดยมีการแบ่งให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มสืบค้นเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล โดยสืบค้นในเว็บไซต์ที่แตกต่างกันออกไป เพื่อนำข้อมูลจากแต่ละแหล่งมาอภิปรายร่วมกัน และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดฤดูกาล ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน สอดคล้องกับความเห็นของผู้ร่วมสังเกต ที่ได้ให้ความเห็นไว้ว่า

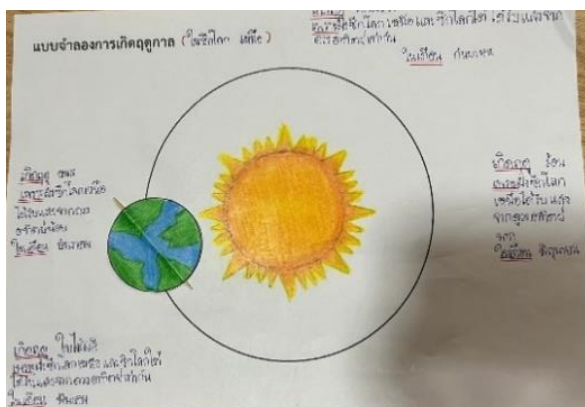
..ผู้เรียนมีการสืบค้นข้อมูลจากหลากหลายเว็บไซต์มากขึ้น เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่จะนำมาใช้สร้างแบบจำลอง

(ผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 31 มกราคม 2566)

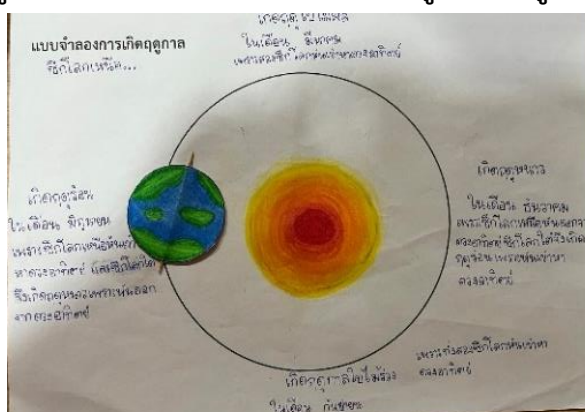
นอกจากนี้ผู้ร่วมสังเกตยังให้ข้อสังเกตไว้ว่า เนื่องจากการทำกิจกรรมให้ผู้เรียนทำงานผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนบางกลุ่มยังมีการแอบใช้งานเว็บไซต์อื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง ขณะที่ผู้วิจัยไม่ทันสังเกตเห็น ส่งผลให้ทำงานได้ล่าช้ากว่าที่ควรจะเป็น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)

ในขั้นนี้ผู้เรียนได้ช่วยกันลงข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาลในกลุ่ม ซึ่งเมื่อแต่ละคนนำแบบจำลองมาทำเสนอพบว่ารูปแบบการสร้างแบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามการจัดวางลักษณะของแกนโลก ดังนี้



รูปภาพ 9 แสดงแบบจำลองการเกิดฤดูกาลของผู้เรียน



รูปภาพ 10 แสดงแบบจำลองการเกิดฤดูกาลของผู้เรียน

จากการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนพบว่าตำแหน่งของแกนโลกจะเอียงซีกโลกเหนือเข้าหรือออกจากดวงอาทิตย์นั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่มองการเกิดฤดูกาล การเห็นซีกโลกที่แตกต่างกันนี้เกิดจากการสังเกตการเกิดฤดูกาลในด้านที่ตรงข้ามกัน แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ถึงการเกิดฤดูกาล แบบจำลองนี้สามารถทำให้สรุปการเกิดฤดูกาลไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนบางส่วนสังเกตการเกิดฤดูกาลในซีกโลกได้ ทำให้เมื่อนำมาเขียนในแบบจำลองมีฤดูที่ตรงข้ามกับเพื่อนที่สังเกตการเกิดฤดูกาลของซีกโลกเหนือ เมื่อผู้เรียนได้แสดงแบบจำลองให้เพื่อนร่วมกลุ่มเห็น ก็เกิดการอภิปรายและกล่าวถึงความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้อธิบายแบบจำลองของแต่ละคน เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแหล่งข้อมูลของทุกคนมีความน่าเชื่อถือ จึงมีการพยายามระดมความคิดเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาลในแต่ละแบบจำลอง จนได้ข้อสรุปดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น



รูปภาพ 11 แสดงผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างและอธิบายแบบจำลองเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล



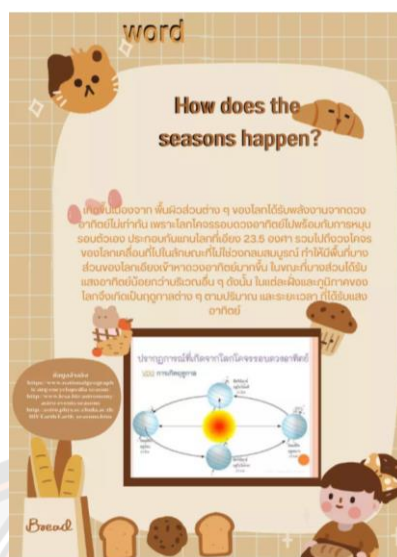
รูปภาพ 12 แสดงผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างและอธิบายแบบจำลองเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)

ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากขั้นสรุปมาสร้าง infographic โดยนำข้อเสนอแนะของตนเองที่ได้ให้ไว้ในครั้งที่แล้วมาปรับปรุง infographic ของตนเองให้มีความน่าสนใจ ตัวอย่างของข้อเสนอแนะที่ให้ไว้ใน infographic มีดังนี้ ควรปรับสีของตัวหนังสือให้อ่านได้ง่ายขึ้น ไม่ตกแต่ง infographic เยอะจนเกินไปและถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยภายใน infographic ต้องมีการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลให้ชัดเจน เมื่อทำแล้วให้นำ infographic ลงในเว็บไซต์ Padlet แล้วนำเสนอคนละ 5 นาที หลักจากนำเสนอเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนภายในห้องร่วมกันอภิปรายความแตกต่างของข้อมูลที่นำเสนออีกครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนทั้งห้องมีความเข้าใจที่ตรงกัน



รูปภาพ 13 ชิ้นงาน infographic ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น



รูปภาพ 14 ชิ้นงาน infographic ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น



รูปภาพ 15 การนำเสนอชิ้นงาน infographic เกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล

ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

ในขั้นนี้ได้รับคำแนะนำจากผู้สังเกตการณ์แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ว่าควรให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนเห็นหรือเข้าถึงได้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการได้มีการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์การเกิดฤดูกาลในประเทศอังกฤษ เนื่องจากมีฤดูกาลทั้งหมด 4 ฤดูกาล สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้เรียนในชั้นเรียน โดยในการอธิบายให้ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการอธิบายการเกิดฤดูกาลของประเทศอังกฤษ ผู้เรียนสามารถอธิบายได้ตรงตามแนวคิดของการเกิดฤดูกาล

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เรื่อง การเกิดฤดูกาล ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบ

บันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกต หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 4-2

ตาราง 6 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ	การเชื่อมโยงวีดิทัศน์ที่ให้ผู้เรียนรับชมกับบทเรียนยังไม่มีดีเท่าที่ควร เนื่องจากนำเสนอวีดิทัศน์การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งผู้เรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ชัดเจนว่าเกี่ยวข้องกับเรื่อง การเกิดฤดูกาลอย่างไร	ผู้วิจัยควรนำเสนอวีดิทัศน์เกี่ยวกับการเกิดฤดูกาลที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนก่อน เช่น วีดิทัศน์แสดงการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลใน 1 ปีของประเทศไทย เป็นต้น หลังจากนั้นนำวีดิทัศน์ที่เกี่ยวกับการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์มาให้ผู้เรียนรับชม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ได้
2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง	ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้นข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือพบว่าผู้เรียนบางส่วนมีการใช้งานเว็บไซต์อื่นที่ไม่เกี่ยวข้องอกับกิจกรรมในชั้นเรียน	ในการสังเกตผู้เรียนขณะทำกิจกรรมผู้วิจัยควรยืนที่ตำแหน่งหลังห้องเช่นเดียวกับผู้ร่วมสังเกต เพื่อให้สามารถมองเห็นกิจกรรมที่ผู้เรียนทำได้ตลอดเวลา และควบคุมผู้เรียนได้
3. ขั้นสรุปองค์ความรู้	ผู้เรียนใช้เวลาในการอภิปรายการสร้างแบบจำลอง เรื่อง การเกิดฤดูกาล ค่อนข้างนาน เนื่องจากยังมีข้อมูลบางส่วนที่ไม่ตรงกัน โดยแต่ละคนมีความ	ผู้วิจัยสามารถชี้ประเด็นในการอภิปรายให้ผู้เรียนได้ เพื่อให้ใช้เวลาในการอภิปราย กระชับมากขึ้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
	มั่นใจในข้อมูลของตนเองเป็น อย่างมาก จึงใช้เวลาในการหา หลักฐานมาสนับสนุน แหล่งข้อมูลของตนเองนาน	
4. ชั้นรายงานและนำเสนอ	ในชั้นนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วน ขาดความมั่นใจในการนำเสนอ ผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน ยังคงพบว่าผู้เรียนอ่านเนื้อหา ใน infographic ของตนเอง แทนการนำเสนอด้วยความ มั่นใจ	ผู้วิจัยควรเสริมแรงทางบวก ให้กับผู้เรียน เพื่อเสริมสร้าง ความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการ พุดนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. ชั้นเผยแพร่ความรู้	ผู้เรียนบางส่วนยังอธิบายการ เกิดฤดูกาลในประเทศอังกฤษ ได้ไม่ละเอียดนัก จึงไม่สามารถ ตรวจสอบได้ชัดเจนว่าผู้เรียนมี ความเข้าใจในเรื่อง การเกิด ฤดูกาล อย่างแท้จริงหรือไม่	ผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการอธิบาย เพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่ชัดเจน เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่อง การเกิดฤดูกาล อย่างแท้จริง

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้อีกในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 เวลา 8.00 – 12.00 น. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ชั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ ตามปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ปรับโดยใช้วิดีโอที่น่าสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียน โดยเป็นวิดีโอเกี่ยวกับการสร้างและปล่อยกระสวยอวกาศขึ้นสู่อวกาศของ Elon mask ซึ่งวิดีโอสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีอวกาศที่น่าสนใจ ในตอนท้ายมีการปล่อยรถยนต์ Tesla พร้อมคนขับออกจากกระสวยอวกาศ ผู้เรียนเกิดคำถามขึ้นว่า รถยนต์ถูกปล่อยออกสู่อวกาศจริงหรือไม่ คนที่นั่งไปเป็นนักบินอวกาศจริงหรือไม่ ซึ่งคำถามเหล่านี้เป็นคำถามที่เกิดขึ้นจากตัวผู้เรียนเอง



รูปภาพ 16 ผู้เรียนรับชมวิดีโอที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศของ Elon Mask



รูปภาพ 17 ผู้เรียนรับชมวิดีโอที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศของ Elon Mask

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้สร้างใบงานเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับผู้เรียน เช่นเดียวกับในวงจรที่ 2 เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนสามารถสรุปความเข้าใจและวิเคราะห์ถึงแหล่งข้อมูลที่ตนเองนำมาศึกษาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถตอบคำถามลงในใบงานได้ ซึ่งการทำเช่นนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้ตรงวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีการอภิปรายถึงความน่าเชื่อถือของวิดีโอที่ได้ดูไป โดยสังเกตได้จากบทสนทนาของผู้เรียนที่มีการถามรายละเอียดความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ในวิดีโอมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เห็นได้ชัดเจน 1 สถานการณ์ ดังนี้ ในวิดีโอกระสวยอวกาศมีการปล่อยถังเชื้อเพลิงออกจากกระสวยอวกาศเมื่อเชื้อเพลิงในถังเก็บเชื้อเพลิงหมดลง ผู้เรียนกลุ่มที่ 1

ผู้เรียนคนที่ 1 อภิปรายร่วมกันว่าเป็นไปไม่ได้ เพราะจากความรู้เดิมในอดีตของตนเองพบว่า ถังเชื้อเพลิงเหล่านี้จะถูกปล่อยลงสู่มหาสมุทร แล้วจะมีเจ้าหน้าที่ไปเก็บกู้ซากอีกครั้งหนึ่ง การที่ถังเชื้อเพลิงกลับลงมาอยู่ในตำแหน่งเดิม ณ จุดที่ปล่อยกระสวยอวกาศนั้นจึงเป็นไปไม่ได้

ผู้เรียนคนที่ 2 กล่าวว่าจากการสืบค้นของตนเองจากเว็บไซต์ BBC พบข่าวที่มีการปล่อยกระสวยอวกาศของ Elon mask จริง แต่ยังไม่แน่ชัดว่าถังเชื้อเพลิงได้กลับสู่แหล่งที่ปล่อยจริงหรือไม่

เมื่อผู้เรียนสืบค้นต่อ ผู้เรียนค้นพบว่า Elon mask และคณะของเขาสามารถสร้างให้ถังเชื้อเพลิงกลับมาสู่จุดปล่อยได้เป็นครั้งแรกของโลก จากการสังเกตจากครูผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ได้ข้อสรุปที่ตรงกันว่า ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อที่จะตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลมากขึ้น โดยสามารถสังเกตได้จากการอภิปรายกันภายในกลุ่มของผู้เรียน ผู้เรียนมีคำถามโต้แย้งมากขึ้น เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในวิดีโอเป็นไปได้จริงหรือไม่ มนุษย์สามารถขับรถในอวกาศได้จริงหรือไม่ ถังเชื้อเพลิงสามารถเคลื่อนที่ลงจอดบริเวณที่ปล่อยกระสวยอวกาศออกไปได้หรือไม่ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)

ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายความน่าเชื่อถือของวิดีโอโดยใช้แหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือมาประกอบการอธิบายแนวคิดของตนเอง พร้อมทั้งเขียนแนวความคิดของตนเองลงในใบงาน แล้วนำการสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาพัฒนาการสรุปความและผลงานในวงจรที่ 3 ให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)

ในขั้นรายงานและนำเสนอผู้เรียนนำความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ได้สืบค้นในขั้นที่ 2 และสรุปองค์ความรู้ในขั้นที่ 3 มาสร้างเป็น infographic เพื่อนำเสนอเทคโนโลยีอวกาศที่ตนเองสนใจ เช่น จรวด กระสวยอวกาศ ดาวเทียม เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถ ในวงจรปฏิบัติการนี้พบว่า ผู้เรียน

สามารถสร้าง infographic เพื่อนำเสนองานได้เร็วขึ้น เนื่องจากมีความชำนาญมากขึ้นจากในวงจรที่ 1 และในวงจรนี้ให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานคนละ 1 ชิ้น เนื่องจากแต่ละคนมีความสนใจในเทคโนโลยี อวกาศที่แตกต่างกัน



รูปภาพ 18 ชิ้นงาน infographic ของผู้เรียน เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ



รูปภาพ 19 ชิ้นงาน infographic ของผู้เรียน เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ



รูปภาพ 20 แสดงการนำเสนอผลงานของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนนำความรู้ในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายมากขึ้น โดยการให้ผู้เรียนวิเคราะห์ภาพที่ครูแสดงให้บนหน้าจอทีวีว่าจากภาพเป็นเทคโนโลยีอวกาศชนิดใด เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งบอกประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศชนิดนั้นด้วย ซึ่งผู้เรียนสามารถตอบถูกเป็นส่วนใหญ่ แต่คำตอบเกี่ยวกับประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศยังไม่หลากหลายมากนัก เช่น กระจายอวกาศ ผู้เรียนส่วนใหญ่บอกว่าประโยชน์ของกระจายอวกาศคือ ขนส่งสิ่งของไปยังอวกาศ ดาวเทียม ผู้เรียนตอบประโยชน์ของดาวเทียมว่า ช่วงในการสื่อสาร ซึ่งประโยชน์ด้านอื่น ๆ ของเทคโนโลยีอวกาศเหล่านี้ยังมีอีกมาก ผู้วิจัยจึงมอบหมายงานให้ผู้เรียนค้นหาความรู้เพิ่มเติมแล้วนำมาขยายความรู้ให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนในชั่วโมงถัดไป

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกต หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 4-3

ตาราง 7 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ	วิดิทัศน์มีจุดให้วิเคราะห์หลายจุด ส่งผลให้ผู้เรียนใช้เวลาในการวิเคราะห์มาก	ผู้วิจัยคอยบอกเวลาในการทำกิจกรรมให้ผู้เรียนเสมอ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง	ผู้เรียนสับสนกับข้อมูลแล้ว แหล่งข้อมูลบางแหล่งเป็นภาษาอังกฤษส่งผลให้ผู้เรียนใช้เวลาในการศึกษาค่อนข้างมาก ในการแปล	ผู้วิจัยแนะนำการแปลภาษาบนหน้าเว็บไซต์ให้ผู้เรียน เพื่อให้การแปลเร็วขึ้น แต่อาจจะต้องมีการนำมาสรุปเป็นภาษาของตนเองอีกครั้งหนึ่ง
3. ขั้นสรุปองค์ความรู้	ผู้เรียนมีการสรุปองค์ความรู้ที่หลากหลายมากขึ้น แต่ก็ยังมีผู้เรียนบางส่วนยังสร้าง infographic ให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนสนใจยังไม่ได้	ผู้วิจัยได้แนะนำจุดที่ควรแก้ไขของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อปรับแก้ เช่น ตัวหนังสือเล็กเกินไป ทำให้ผลงานอ่านอยาก ใช้การ์ตูนตกแต่งมากเกินไปทำให้เนื้อหาไม่น่าสนใจ
4. ขั้นรายงานและนำเสนอ	เนื่องจากในการนำเสนอของผู้เรียนภายในห้องมีความสนใจในเทคโนโลยีอวกาศที่แตกต่างกันออกไป จึงมีผู้เรียนบางส่วนที่มีความสงสัยว่าข้อมูลที่เพื่อนนำเสนอานั้นถูกต้องหรือไม่ และบางคนก็มีความสนใจในเทคโนโลยีอวกาศที่เพื่อนนำเสนอจึงใช้โทรศัพท์เพื่อสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมขณะที่เพื่อนนำเสนอผลงาน	ผู้วิจัยได้บอกให้ผู้เรียนเก็บโทรศัพท์ขณะที่เพื่อนนำเสนอ เมื่อเพื่อนนำเสนอแล้วจึงให้ผู้เรียนสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้
5. ขั้นเผยแพร่ความรู้	ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนนำเสนอประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศเพิ่มเติมตามความคิดของตนเอง พบว่าคำตอบของผู้เรียนยังไม่หลากหลาย	ผู้วิจัยนำเสนอประโยชน์ที่หลากหลายของเทคโนโลยีอวกาศให้กับผู้เรียน

ตาราง 8 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการศึกษามีวิจักษณ์เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในวงจรปฏิบัติการ		แนวทางการจัดการเรียนรู้	
วงจรถัด 1	วงจรถัด 2	วงจรถัด 3	ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model
<p>1. ขึ้นสร้างแรงจูงใจ</p> <p>ในการนำเสนอเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ เกมในเว็บไซต์ Blooket พบว่าผู้เรียนต้องการเอาชนะ จึงเกิดความวุ่นวายขึ้นภายในชั้นเรียน ส่งผลให้การได้รับความรู้ตามวัตถุประสงค์ของกิจกรรมคลาดเคลื่อนไปได้</p>	<p>การเชื่อมโยงวิธีคิดที่ให้ผู้เรียนรับชมกับบทเรียนยังไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากนำเสนอวิธีคิดที่สมควรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งผู้เรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ชัดเจนว่าเกี่ยวข้องกับเรื่อง การเกิดฤดูกาลอย่างไร</p>	<p>วิธีคิดที่มีจุดให้วิเคราะห์หลายจุด ส่งผลให้ผู้เรียนใช้เวลาในการวิเคราะห์มาก</p>	<p>ผู้วิจัยใช้วิธีคิดที่นำมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากขึ้น ซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี หากใช้วิธีคิดที่มีความสมจริงและเสียงที่เร้าใจ ผู้เรียนจะรู้สึกมีส่วนร่วมในบทเรียนมากยิ่งขึ้น</p>
<p>2. ขึ้นการเรียนรู้โดยตรง</p> <p>ในขั้นนี้เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้ซึ่งความรู้ที่ผ่านการอภิปรายร่วมกัน แต่กลับพบว่าผู้เรียนบางส่วนไม่ได้ให้</p>	<p>ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้นข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือ พบว่าผู้เรียนบางส่วนมีการ</p>	<p>ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลแล้ว แผลงข้อมูลบางแหล่ง เป็นภาษาอังกฤษส่งผลให้ผู้เรียนใช้เวลาใน</p>	<p>การจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้พบว่าผู้เรียนมีการสืบค้นและหาข้อมูลเพื่อสนับสนุนข้อสันนิษฐานของตัวเองได้ นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้		ปัญหาและอุปสรรคที่พบในวงจรปฏิบัติการ		แนวทางการจัดการเรียนรู้		
วงจรถัดที่ 1	วงจรถัดที่ 2	วงจรถัดที่ 3	ตัววิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model			
3. ขั้นสรุปองค์ความรู้	<p>ผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่สืบค้นได้จากขั้นที่ 2 เพื่อนำองค์ความรู้มาเป็นส่วนช่วยในการสร้าง infographic แต่พบว่าผู้เรียนยังสร้าง infographic ในเว็บไซต์ canva ได้ไม่คล่องนัก และผู้เรียนบางส่วนไม่ได้นำข้อสรุปที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาสร้างผลงาน แต่ทำข้อมูลใหม่ขณะทำงานทำให้เสียเวลาในการทำงานมากขึ้น และข้อมูลที่ดึงไม่ได้ผ่านการตรวจสอบจากเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย</p>	<p>ผู้เรียนใช้เวลาในการอภิปรายการสร้างแบบจำลอง เรื่อง การเกิดฤดูกาล ค่อนข้างนาน เนื่องจากยังมีข้อมูลบางส่วนที่ไม่ตรงกัน โดยแต่ละคนมีความมั่นใจในข้อมูลของตนเองเป็นอย่างมาก จึงใช้เวลาในการหาหลักฐานมาสนับสนุนแหล่งข้อมูลของตนเองนาน</p>	<p>ผู้เรียนมีการสรุปองค์ความรู้ที่หลากหลายมากขึ้น แต่ก็ยังมีผู้เรียนบางส่วนยังสร้าง infographic ให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนสนใจยังไม่ได้</p>	<p>ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความต่อเนื่องมาจากขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง โดยผู้เรียนต้องนำข้อมูลที่สืบค้นมาได้ มาสรุปเพื่อสร้าง infographic จากเว็บไซต์ Canva ผู้เรียนต้องมีการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ผลงานที่ตนเองสร้างขึ้นเกิดความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น และในการสร้าง infographic ผู้วิจัยต้องคำแนะนำกับผู้เรียนเพื่อให้สามารถสร้าง infographic ที่มีความน่าสนใจมากขึ้น</p>		

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบในวงจรปฏิบัติการ	แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรถัดไป	วงจรถัดไป	วงจรถัดไป
4. ขนรายงานและนำเสนอ	<p>ผู้เรียนยังไม่สามารถเข้าใจในขั้นนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนขาดความมั่นใจในการนำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน ยังคงนำเสนอผลงานของตนเองที่สร้างคิดว่าผลงานของตนเองที่สร้างขั้นนี้ยังไม่ค่อยเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้อ่าน</p>	<p>เนื่องจากในการนำเสนอของผู้เรียนภายในห้องมีความสนใจในเทคโนโลยี อวกาศที่แตกต่างกันออกไป จึงมีผู้เรียนบางส่วนที่มีความสงสัยว่าข้อมูลที่เพื่อนนำเสนอไม่น่าถูกต้องหรือไม่ และบางคนก็มีความสนใจในเทคโนโลยีอวกาศที่เพื่อนนำเสนอจึงใช้โทรศัพท์เพื่อสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมขณะที่เพื่อนนำเสนอผลงาน</p>
	<p>ผู้วิจัยต้องมีการสร้างเสริมความมั่นใจในการนำเสนอผลงานของผู้เรียน เพื่อให้สามารถนำเสนอผลงานได้อย่างชัดเจน</p>	รูปแบบ MACRO model

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบในวงจรปฏิบัติการ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรถัดไป	วงจรถัดไป	วงจรถัดไป	วงจรถัดไป	ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model
<p>5. ขั้นเผยแพร่ความรู้</p> <p>ในขั้นนี้มีการเชื่อมโยงความรู้ เพื่อให้สามารถอธิบาย สถานการณ์ที่ใกล้เคียงซึ่งยังมี ผู้เรียนบางส่วนยังอธิบาย การเกิดฤดูกาลในประเทศไทย อังกฤษาได้ละเอียดขึ้น จึง ไม่สามารถตรวจสอบได้ชัดเจนว่าผู้เรียนมีความ เข้าใจในเรื่อง การเกิด ฤดูกาล อย่างแท้จริงหรือไม่</p>	<p>ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียน นำเสนอประโยชน์ของ เทคโนโลยีอวกาศ เพิ่มเติมตามความคิด ของตนเอง พบว่า คำตอบของผู้เรียนยังไม่หลากหลาย</p>	<p>ผู้วิจัยควรเลือกใช้สถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับเนื้อหา มาให้ผู้เรียนอธิบาย เพื่อ ตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความ เข้าใจในบทเรียนอย่างแท้จริงหรือไม่</p>		

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model สามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ

ในขั้นสร้างแรงจูงใจ ผู้วิจัยได้แจ้งวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน หลังจากนั้น ดึงดูดความสนใจของนักเรียนโดยการใช้สื่อต่าง ๆ เช่น เกม วิดีทัศน์ เป็นต้น หลังจากนั้นทำการแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยภายในกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ ระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เมื่อมีการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้วิดีโอที่นักเรียนดูไม่ได้ทันทีว่าเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่ จะส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้วิจารณญาณเพื่อวิเคราะห์ว่าจากวิดีโอเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่ แหล่งที่มาของวิดีโอมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด เมื่อผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือคำถาม จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการหาคำตอบในขั้นต่อไป

2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง

ในขั้นการเรียนรู้โดยตรง เป็นขั้นที่เน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือ ดังนั้น ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อวิเคราะห์ว่าแหล่งข้อมูลที่ตนเองได้รวบรวมมานั้น มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการทำกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่ม ดังนั้นในขณะที่มีการสืบค้นข้อมูลผู้เรียนจะเกิดการอภิปรายกันเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ซึ่งแหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนใช้ในขั้นเรียนจะมาจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์ และการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนต้องมีการระบุถึงที่มาของแหล่งข้อมูลทุกครั้งที่น่าข้อมูลมาใช้

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้

ในขั้นสรุปองค์ความรู้ ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลที่ผ่านการอภิปรายมาสรุปองค์ความรู้เป็นของตนเอง ดังนั้นผู้เรียนต้องมีการทำความเข้าใจเนื้อหาให้ได้มากที่สุด และต้องระบุแหล่งที่มาของข้อมูลที่นำมาใช้สรุปได้ หลังจากได้ข้อสรุปเป็นของตนเองแล้ว ผู้เรียนจะต้องสร้าง infographic ผ่านเว็บไซต์ Canva เพื่อนำผลงานต่อไป ดังนั้นก่อนที่จะมีการนำเสนอผลงาน ผู้เรียนจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลงานตนเองเป็นอย่างมาก เพื่อให้ผลงานมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เมื่อนำผลงานไปนำเสนอผู้นำเสนอก็จะเกิดความมั่นใจในการนำเสนอ เพราะเชื่อมั่นในความถูกต้องของผลงานตนเอง

4. ขั้นรายงานและนำเสนอ

ในขั้นขั้นรายงานและนำเสนอผู้เรียนจะต้องนำผลงานของตนเองนำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงแก้ไข ก่อนจะนำผลงานลงบนเว็บไซต์ Padlet เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วผู้เรียนจะมีการสะท้อนคิดเกี่ยวกับผลงานของตนเองลงบนเว็บไซต์ Padlet เพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลเพื่อแก้ไขผลงาน infographic ในวงจรถัดไป ในขั้นนี้ผู้วิจัยควรเสนอแนะแนวทางในการจัดทำ infographic ให้มีความน่าสนใจและดึงดูดผู้อ่านได้ ให้กับผู้เรียนด้วย โดยสิ่งที่พบบ่อย

ของผู้เรียนคือการใช้สื่อตัวหนังสือและพื้นหลังมีความใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ผู้อ่านอ่านข้อความได้ยาก หรือบางครั้งมีการตกแต่งมากเกินไป ก็จะทำให้บริเวณที่เป็นตัวหนังสือไม่น่าสนใจ

5. ชั้นเผยแพร่ความรู้

ในชั้นเผยแพร่ความรู้ ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ มาอธิบายสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับบทเรียน เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนอย่างแท้จริง ซึ่งการให้ผู้เรียนได้เผยแพร่ความรู้โดยการให้ผู้เรียนได้พูดอธิบาย จะได้ผลดีมากกว่าเขียน เนื่องจากผู้เรียนมีความถนัดในการพูดเพื่ออธิบายมากกว่าการเขียน นอกจากนี้หากผู้เรียนอธิบายส่วนใดผิดหรือไม่ถูกต้องผู้วิจัยสามารถใช้คำถามเพื่อนำผู้เรียนกลับสู่คำตอบที่ถูกต้องได้อีกด้วย

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประเมินผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ผ่านใบงานประกอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังจากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ องค์กรความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21 Century skills) ได้ ดังตารางที่ 4-4

ตาราง 9 แสดงจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ
องค์การความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

องค์ประกอบการคิดอย่าง มีวิจารณญาณของ องค์การความร่วมมือ ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21	จำนวนในแต่ละระดับ								
	วงจรรปฏิบัติการที่ 1			วงจรรปฏิบัติการที่ 2			วงจรรปฏิบัติการที่ 3		
	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม
ด้านการให้เหตุผล อย่างมีประสิทธิภาพ	14	4	2	10	8	2	0	7	13
ด้านการใช้การคิด หลากหลายระบบ	7	13	0	4	8	8	0	2	18
ด้านการใช้ วิจารณญาณและการ ตัดสินใจ	8	12	0	4	13	3	3	16	1

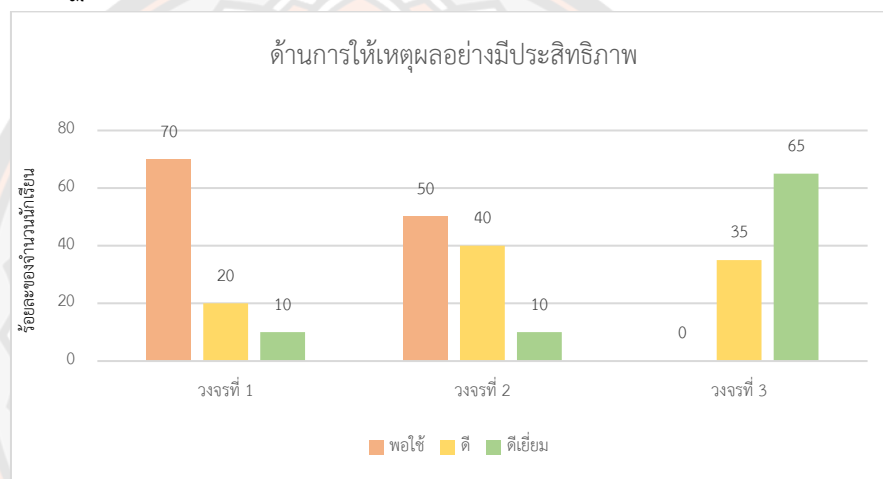
ตาราง 10 แสดงร้อยละของจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบการคิดอย่างมี
วิจารณญาณของ องค์การความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

องค์ประกอบการคิด อย่างมีวิจารณญาณของ องค์การความร่วมมือ ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21	ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ								
	วงจรรปฏิบัติการที่ 1			วงจรรปฏิบัติการที่ 2			วงจรรปฏิบัติการที่ 3		
	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดี	ดีเยี่ยม
ด้านการให้เหตุผล อย่างมีประสิทธิภาพ	70	20	10	50	40	10	0	35	65
ด้านการใช้การคิด หลากหลายระบบ	35	65	0	20	40	40	0	10	90
ด้านการใช้ วิจารณญาณและการ ตัดสินใจ	40	60	0	20	65	15	15	80	5

จากตาราง การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนแต่ละองค์ประกอบ ผ่านใบงานประกอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในวงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 พบว่า ในวงจรที่ 1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ พบผู้เรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยมมากที่สุด ในส่วนของวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการใช้การคิดหลากหลายระบบ ผู้เรียนมีผลคะแนนอยู่ในระดับดีเยี่ยมมากที่สุด

1. ด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สามารถแสดงผลได้ ดังนี้



แผนภูมิ 1 แสดงการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพในระดับที่สูงขึ้น จากในวงจรที่ 1 มีผู้เรียนอยู่ในระดับพอใช้มากที่สุดเมื่อถึงวงจรที่ 3 ผู้เรียนอยู่ในระดับพอใช้ลดลงเหลือร้อยละ 0 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน มีดังนี้

เพราะเหตุใดจึงเลือกแหล่งข้อมูลข้างต้น

เพราะมีความน่าเชื่อถือ ขอบข่ายข้อมูลที่อ้างอิงมา ชื่อผู้เขียน

รูปภาพ 21 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2

เพราะเหตุใดจึงเลือกแหล่งข้อมูลข้างต้น
 เพราะมีแหล่งอ้างอิงและเหตุผลที่ชัดเจน เวลาในการศึกษาใกล้เคียงและเป็นปัจจุบัน
 มีข้อมูลที่จริงที่ สามารถพิสูจน์ได้

รูปภาพ 22 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2

1. จากวิถิตศน์ SpaceX ของ Elon musk นักเรียนคิดว่า เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่
 ไม่ เพราะเหตุใด
 คิดว่าเป็นเรื่องไม่จริง เพราะหลังจากตอนที่ปล่อยยานแม่ให้ออกไป นอกชั้นบรรยากาศ
 ของโลก มีการ ปล่อยรถออกมาพร้อมคนขับ ซึ่งเห็นไปไม่ได้เพราะ มันไม่มีอากาศให้
 ขยายได้

รูปภาพ 23 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3

1. จากวิถิตศน์ SpaceX ของ Elon musk นักเรียนคิดว่า เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่
 ไม่ เพราะเหตุใด
 คิดว่าจะจริงครึ่งหนึ่ง ไม่จริง ครึ่งหนึ่ง ตอนขึ้นหรือตอนลงปล่อยยานขึ้นเห็นแล้วจริง
 แต่ตอนปล่อย รถแคสลา ผู้ควบคุมสามารถเห็นไปไม่ได้ ร้อย อากาศจริง

รูปภาพ 24 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3

1. จากวิถิตศน์ SpaceX ของ Elon musk นักเรียนคิดว่า เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่
 ไม่ เพราะเหตุใด
 จริง เพราะ ตอนขึ้นและตอนลงมันตาเห็นชัดและภาพเห็นไปได้จริง
 และ ภาพไม่จริงตอนอยู่บนอวกาศเพราะ ต้มไม่ชัดเห็นคือตรง สดลบนบน
 อวกาศได้

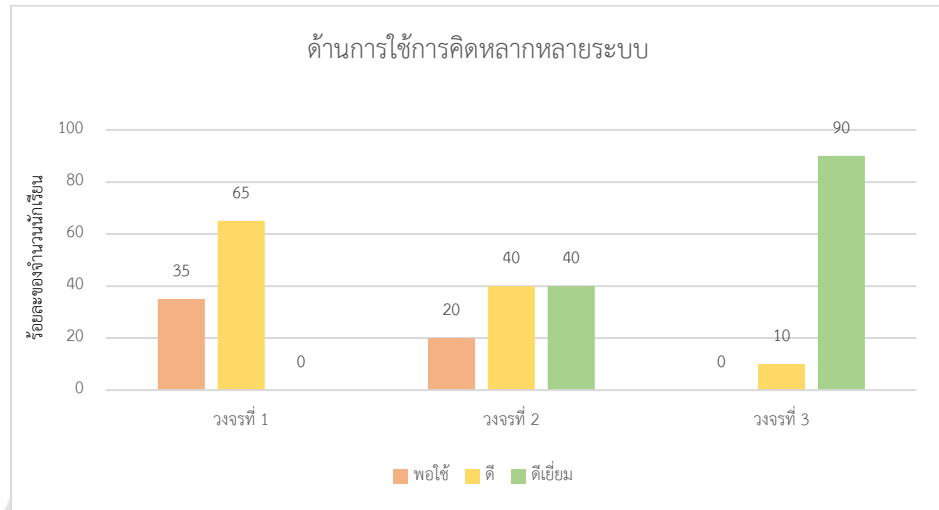
รูปภาพ 25 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3

เพราะเหตุใดจึงเลือกแหล่งข้อมูลข้างต้น
 เพราะมีการแสดงชื่อผู้แต่งคือ spacet h co และ ช่างใช้สื่อภาพ
 ดีหลายคู่ ใช้นิยาย และ อรรถาธิบาย และ ลักษณะของภาพ (สวทช.)
 ซึ่งดีของข้อมูลที่นำ คือ สื่อของไทย

รูปภาพ 26 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3

2. ด้านการใช้การคิดหลายระบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการคิดหลายระบบ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สามารถแสดงผลได้ ดังนี้



แผนภูมิ 2 แสดงการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการคิดหลายระบบ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากแผนภูมิแสดงการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการคิดหลายระบบ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดหลายระบบในระดับดีเยี่ยมจากในวงจรที่ 1 พบผู้เรียนอยู่ในระดับนี้ร้อยละ 0 เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ถึงวงจรที่ 3 ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการคิดหลายระบบอยู่ในระดับดีเยี่ยมคิดเป็น ร้อยละ 90 ตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน มีดังนี้

จากข้อมูลที่ศึกษาสามารถนำวิเคราะห์ และสรุปการเกิดฤดูกาลได้อย่างไร

เกิดขึ้นจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ มีแกนเอียงโลกเป็นมุม 23.5 องศา จึงทำให้ในแต่ละวันแต่ละบริเวณจะได้รับแสงไม่เท่ากัน ทำให้เกิดอุณหภูมิที่ต่างกัน จึงเกิดเป็นฤดูกาลต่างๆ

รูปภาพ 27 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2

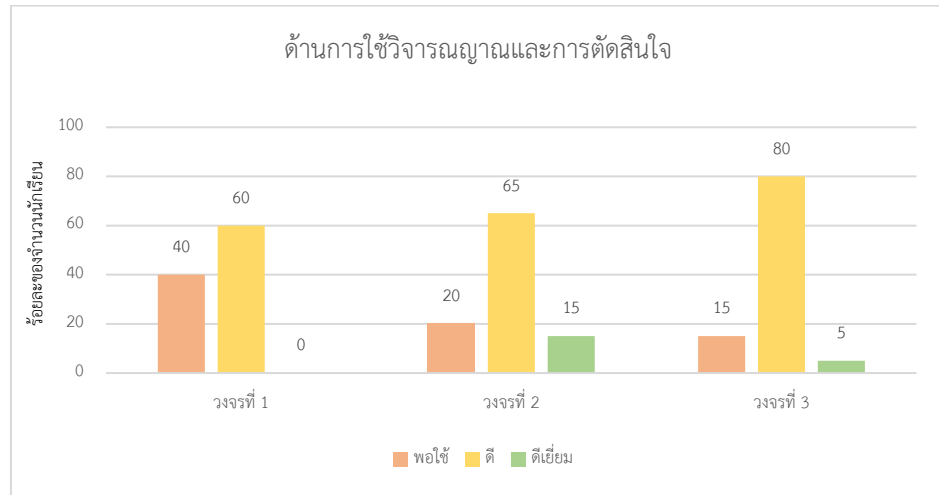
จากข้อมูลที่ศึกษาสามารถนำวิเคราะห์ และสรุปการเกิดฤดูกาลได้อย่างไร

ฤดูกาล เกิดจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ มีแกนเอียงโลกด้วย 23.5 องศาของโลกเอียงเข้าในหนึ่งองศาถึง 23 องศา ทำให้โลกหันเข้าดวงอาทิตย์ต่างกัน ทำให้กลางวันและกลางคืนต่างกัน อากาศร้อนที่โลกกลางวันเป็นฤดูร้อน และที่โลกหันเข้าดวงอาทิตย์ในฤดูหนาว

รูปภาพ 28 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 2

3. ด้านการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สามารถแสดงผลได้ ดังนี้



แผนภูมิ 3 แสดงการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการคิดหลายระบบ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากแผนภูมิ พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลการประเมินแต่ละวงจรอยู่ในระดับ ดี และในวงจรที่ 3 ร้อยละของผู้เรียนที่มีผลการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการคิดหลายระบบลดลง จากร้อยละ 15 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เหลือร้อยละ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตารางแสดงคะแนนจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน มีดังนี้

3. เมื่อนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมแล้ว นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ข้างต้นเกิดขึ้นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

คือจริง เพราะฉันได้ดูจากข่าวจริง เช่น และ บทความ และลงมือ
เพราะฉันได้ดูจาก Arxiv.org ที่ ทรัพยากรที่คล้ายๆ กัน มีอีกหลาย
ไปเรียนในโรงเรียนและดูจากสื่อโซเชียลมีเดีย และดูจากข่าวจริงที่
โดย สตีฟ จ๊อบส์ / ทรัพยากร BBC NEWS ฯลฯ

รูปภาพ 29 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3

3. เมื่อนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมแล้ว นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ข้างต้นเกิดขึ้นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

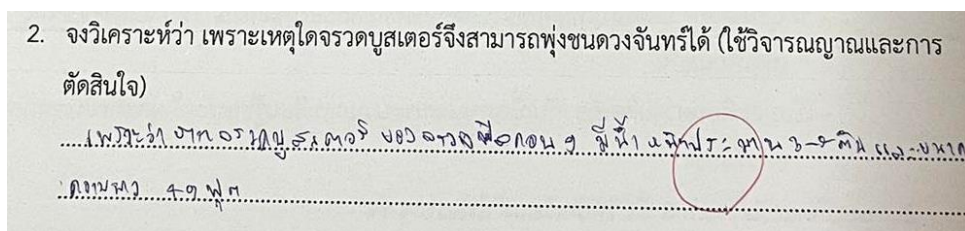
จริงเพราะจากที่ไปหาข้อมูลจากคนอื่นดูแล้ว ปรากฏว่า อยู่ในภารกิจ
USSF-44 ที่ตรวจพบเครื่องบินที่ต่อหน้าต่อตา รถยนต์ Tesla Roaster
ของ Elon Musk ขึ้นสู่อวกาศ (spaceth.co)

รูปภาพ 30 แสดงคำตอบของผู้เรียนในใบงานที่ 3

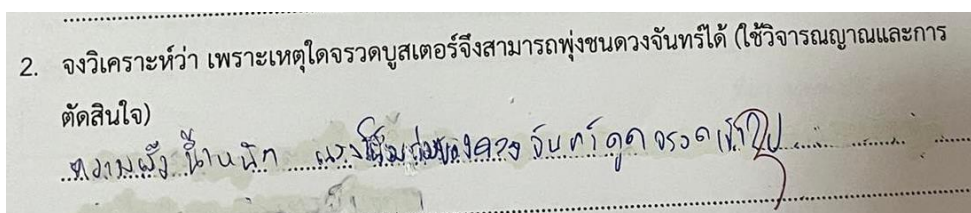
ตาราง 11 แสดงคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผู้เรียนคนที่	คะแนนเต็ม (24 คะแนน)		คะแนนที่เพิ่มขึ้น	ร้อยละของ คะแนนที่เพิ่มขึ้น
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	11	16	5	20.83
2	15	18	3	12.5
3	16	18	2	8.33
4	10	17	7	29.17
5	5	20	15	62.5
6	14	15	1	4.17
7	9	18	9	37.5
8	11	22	11	45.83
9	11	15	4	16.67
10	8	20	12	50
11	7	17	10	41.67
12	14	24	10	41.67
13	18	23	5	20.83
14	14	23	9	37.5
15	9	16	7	29.17
16	14	24	10	41.67
17	11	17	6	25
18	15	16	1	4.17
19	12	19	7	29.17
20	13	21	8	33.33
เฉลี่ย	11.85	18.95	7.1	59.91

จากตารางข้างต้น จะเห็นได้ว่าผู้เรียนคนที่ 5 10 และ 8 มีคะแนนเพิ่มขึ้นหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model สูงเป็น 3 ลำดับแรก โดยมีคะแนน 15 12 และ 11 คะแนนตามลำดับ ตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน มีดังนี้



รูปภาพ 31 แสดงคำตอบของผู้เรียนก่อนเรียน



รูปภาพ 32 แสดงคำตอบของผู้เรียนหลังเรียน

ตาราง 12 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของผู้เรียน

คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
19-24	ดีเยี่ยม	ผ่านระดับดีขึ้นไป
9-18	ดี	
0-8	พอใช้	

ตาราง 13 แสดงจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับคุณภาพ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

ระดับคุณภาพ	จำนวนผู้เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดีเยี่ยม	0	9
ดี	17	11
พอใช้	3	0

ตาราง 14 แสดงร้อยละจำนวนผู้เรียนในแต่ละระดับคุณภาพ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

ระดับคุณภาพ	จำนวนผู้เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดีเยี่ยม	0	45
ดี	85	55
พอใช้	15	0

จะเห็นได้ว่าผู้เรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ผลคะแนนที่วัดจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนอยู่ในระดับที่สูงขึ้น จากที่ก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนร้อยละ 15 อยู่ในระดับที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน แต่เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนร้อยละ 100 อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน หรือสามารถกล่าวได้ว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนทุกคนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์การประเมินทุกคน

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ซึ่งดำเนินการจัดทำวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยผู้เข้าร่วมเป็นผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 20 คน ดำเนินการจัดทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model 2) แบบบันทึกการสะท้อนผล 3)แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4) ใบงานประกอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งการสรุปอภิปรายผลตามคำถามการวิจัย ดังนี้

1. แนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ควรเป็นอย่างไร

ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยต้องนำผู้เรียนให้มีความรู้สึกร่วมกับบทเรียน ดังนั้นครูจึงต้องมีการใช้สื่อที่หลากหลายในการช่วยชักนำให้ผู้เรียนอยากเรียน ตัวอย่างสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิจัยฉบับนี้ คือ เกมจากเว็บไซต์ Blooket วิดีโอเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวง

อาทิพย์ วีดีโอเกี่ยวกับการเกิดฤดูกาล และวีดีโอเกี่ยวกับกระสวยอวกาศของ Elon mask ซึ่งจากการสังเกตวีดีโอเกี่ยวกับกระสวยอวกาศของ Elon mask ได้รับความสนใจจากผู้เรียนมากที่สุด เนื่องจากมีความน่าตื่นเต้น สถานการณ์คล้ายกับส่วนหนึ่งของภาพยนตร์แนวอวกาศ เมื่อผู้เรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับวีดีโอที่น่าเสนอ กระบวนการจัดการเรียนรู้ในลำดับต่อไปที่ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณก็สามารถพัฒนาได้ดีขึ้น ดังนั้นในขั้นตอนการสร้างแรงจูงใจ ครูต้องนำสถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้หรือเป็นเรื่องราวที่ผู้เรียนสนใจมานำเสนอ เพื่อให้เป็นการเริ่มต้นบทเรียนที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องสืบค้นเพื่อให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับองค์ความรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ดังนั้นจะต้องมีการหาความรู้จากหลากหลายแหล่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งในระหว่างสืบค้นหาผู้เรียนต้องมีการให้เหตุผลและโต้แย้งซึ่งกันและกัน ในขั้นนี้ครูสามารถนำเสนอสื่อที่ช่วยในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาได้มากขึ้น เช่น เรื่อง แรงโน้มถ่วงระหว่างมวล ครูนำเสนอแบบจำลองจากเว็บไซต์ PhET.colonado.com ให้ผู้เรียนทดลองใช้ เมื่อผู้เรียนได้ทดลองใช้แบบจำลองผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดความสนใจกิจกรรมในขั้นเรียนมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้วิจัยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่สืบค้นได้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนกันอีกครั้งหนึ่งตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้ของวงจรที่ 1 ผู้เรียนยังไม่ได้แสดงถึงการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมากนัก แต่ในวงจรที่ 2 และ 3 ผู้เรียนมีการตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอว่า ฤดูกาลเกิดเหมือนกันทั้งโลกหรือไม่ เพราะโลกโคจรไปอยู่ตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงอาทิตย์เหมือนกัน คำถามที่ 2 จากวีดีโอเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศของ Elon Mask เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรกระตุ้นการอภิปรายกันภายในชั้นเรียน เพื่อเป็นส่วนช่วยในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

4. ขั้นรายงานและนำเสนอ ในขั้นนี้เน้นให้ผู้เรียนนำผลงานที่ตนเองสร้างขึ้นออกมาแนะนำเสนอ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานทั้งในรูปแบบของการสรุปความลงในกระดาษรูปและการสร้าง infographic ผ่านเว็บไซต์ Canva ซึ่งในวงจรการปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนยังไม่สามารถนำเสนอผลงานได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากยังไม่มี ความมั่นใจในผลงานของตนเอง สิ่งที่ผู้เรียนเขียนไว้ว่ายังเป็นจุดด้อยในผลงาน เช่น สีสันไม่น่าดึงดูดคนให้เข้ามาสนใจชิ้นงาน ตัวหนังสือในชิ้นงานกับสีพื้นหลังใกล้เคียงกันเกินไปทำให้อ่านเนื้อหาได้ไม่ชัดเจน นอกจากการนำเสนอในรูปแบบของชิ้นงาน infographic แล้ว ยังให้ผู้เรียนนำเสนอการเกิดฤดูกาลผ่านแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้น ซึ่งผู้เรียนต้องสืบค้นหาความรู้ และอภิปรายเนื้อหา เพื่อนำมาสรุปและอธิบายแบบจำลองนั้น

5. ชั้นเผยแพร่ความรู้ ในขั้นนี้ต้องใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนหรือผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่ายจะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายบทเรียนได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นตรวจสอบว่าผู้เรียนความเข้าใจในเนื้อหาที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิมหรือไม่

2. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

จากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่าผลการ

1. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ สูงขึ้นในวงจรที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ในวงจรที่ 1 ผู้เรียนยังไม่มีทางเลือกใช้เหตุผลที่มีประสิทธิภาพ หรือเลือกใช้คำกล่าวอ้างเพียงคำกล่าวอ้างเดียวเพื่อนำมาใช้แปลความหมายข้อมูลเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แต่หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 และ 3 ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพได้มากขึ้น

2. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการใช้การคิดหลายระบบ ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรผู้วิจัยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประกอบเกี่ยวกับเนื้อหาในเรื่อง การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศ เพื่อให้สามารถประมวลผลแล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง เพื่อใช้ประกอบการสร้างชิ้นงาน infographic ในเว็บไซต์ Canva ได้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะสังเกตได้ชัดเจนว่าผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อหาได้ โดยผู้เรียนจะนำเอาข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ มาเขียนไว้ โดยไม่มีการวิเคราะห์หรือสรุปให้เป็นองค์ความรู้ของตนเอง แต่เมื่อได้รับการพัฒนาด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ในวงจรที่ 2 และ 3 จำนวนผู้เรียนที่มีผลการอยู่ในระดับ ดีมาก สูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีองค์ประกอบด้านการใช้การคิดหลายระบบ สูงเป็นลำดับที่ 1 จากองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 3 ด้าน โดยมีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมด

3. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวนผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15 ของผู้เรียนทั้งหมด และผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ โดยในวงจรที่ 1 มีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 40 วงจร

ปฏิบัติการที่ 2 มีผู้เรียนที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 20 และเมื่อจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีผู้เรียนที่มีผลคะแนนอยู่ในระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 15

4. เมื่อประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model โดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนทุกคนมีผลคะแนนจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 59.91 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้

อภิปรายผลการวิจัย

คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ควรเป็นอย่างไร

จากผลส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO model ควรประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสร้างแรงจูงใจ 2) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง 3) ขั้นสรุปองค์ความรู้ 4) ขั้นรายงานและนำเสนอ 5) ขั้นเผยแพร่ความรู้ โดยแต่ละขั้นตอนมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยและผู้เรียนต้องร่วมกันตั้งประเด็นความรู้เกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศ ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรใช้กิจกรรมที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดผู้เรียนให้มีส่วนร่วมหรือมีความสนใจในบทเรียน โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกม และวิดีโอเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นช่วงวัยที่ต้องการความสนุกสนานในการเรียนรู้ ซึ่งการใช้เกมในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนสอดคล้องกับการวิจัยของลดาวัลย์ แยมครวญ (2559) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เกมเพื่อการเรียนรู้เป็นส่วนช่วยในการส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติที่ดีต่อรายวิชา นอกจากนี้เกมยังเป็นสื่อกลางในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดความน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน มีความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนในแต่ละชั่วโมง นอกจากนี้การใช้วิดีโอที่ค้นบนเว็บไซต์ยูทูป (youtube) ก็สามารถช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียนได้เช่นเดียวกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรนนท์ ศรีวิทัศน์และคณะ (2563) ที่ได้ให้ความเห็นไว้ว่า สื่อวิดีโอที่ค้นบนยูทูปเป็นสิ่งที่อยู่ในความสนใจของผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มวัยรุ่นเป็นอย่างมาก การที่ครูนำสื่อเหล่านี้มาใช้จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นในขั้นนี้การที่ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจได้นั้น ต้องได้รับการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจเพื่อช่วยให้กระตุ้นความสนใจในการมีส่วนร่วมในเนื้อหาวิชา หรือกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้จัดขึ้น หากผู้วิจัยไม่สามารถดึงดูดผู้เรียนให้เกิดความสนใจได้ จะส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนรู้ในขั้นถัดไปได้

2. ขั้นการเรียนรู้โดยตรง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องเข้าใจถึงกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศ โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนสืบค้นหาความรู้เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามหรืออธิบายสิ่งที่สนใจที่ได้กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ในระหว่างที่ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลต้องมีการใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจว่าแหล่งข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือเหมาะสมที่จะนำมาใช้อ้างอิงเพื่อนำไปใช้สรุปในขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ โดยในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ซึ่งพบว่า มีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่ให้ความร่วมมือในการสืบค้นข้อมูล ดังนั้น เมื่อต้องสร้างความองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ เพราะฉะนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงได้ปรับใบงานให้ผู้เรียนแสดงถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณรายบุคคล ซึ่งแหล่งอ้างอิงข้อมูลส่วนใหญ่ที่ผู้เรียนเลือกใช้เป็นแหล่งข้อมูลจากทางอินเทอร์เน็ต เนื่องจากสะดวกในการค้นหา มีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีรูปแบบสื่อที่น่าสนใจมากกว่าในแบบเรียน ไม่ว่าจะเป็น รูปภาพ วิดีทัศน์ แบบจำลอง ฯลฯ สอดคล้องกับงานวิจัยของภิญโญ วงษ์ทอง (2564) ที่ได้ให้ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีสื่อออนไลน์เข้ามาเกี่ยวข้อง ไว้ว่า สื่อออนไลน์เป็นช่องทางที่ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีสื่อให้เลือกใช้ได้หลากหลายรูปแบบและน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่อยากจะเรียน

ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติในการสืบค้นหาความรู้ เพื่อให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้สอนยังควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้สร้างองค์ความรู้ เมื่อถึงขั้นการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ จะส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการสรุปองค์ความรู้น้อยลง

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำองค์ความรู้ที่ได้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน หากมีข้อมูลส่วนใดที่แตกต่างกันผู้เรียนต้องอภิปรายร่วมกันว่าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากัน โดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ในรูปแบบ infographic ในเว็บไซต์ canva ซึ่งพบว่าในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแหล่งอ้างอิงที่ผู้เรียนนำมาใช้มีความใกล้เคียงกัน ยกเว้นแหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาใช้ประกอบการอธิบายแบบจำลองการเกิดฤดูกาลที่แบบจำลองของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อมีการอภิปรายถึงแหล่งที่มาของข้อมูลร่วมกันในขั้นเรียนพบว่า แหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือทั้ง 2 แหล่ง แหล่งที่ 1 คือ คลังความรู้ SciMath ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่เป็นความร่วมมือกันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกระทรวงศึกษาธิการ และอีกเว็บไซต์หนึ่งคือ NARIT ซึ่งเป็นเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ดังนั้นผู้เรียนจึงมีการอภิปรายกันภายในชั้นเรียนอีกครั้งเพื่ออธิบายแบบจำลองของทั้ง 2 กลุ่มนี้ ซึ่งในตอนท้ายผู้เรียนก็สามารถสรุปองค์ความรู้เพื่ออธิบายแบบจำลองทั้ง 2 ลักษณะได้ การที่ผู้เรียนได้อภิปรายถึงปัญหาหรือความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน เนื่องจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดถึงเหตุผล และความถูกต้องของเนื้อหา เพื่อให้ชิ้นงาน infographic มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับบทความวิจัยของธูปทอง กว่างสวัสดิ์ (2561) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการโต้แย้ง ให้เหตุผล นอกจากนี้วีจรรย์ พานิช (2556) ยังได้ให้การสนับสนุนเกี่ยวกับการยอมรับข้อเสนอหรือมุมมองใหม่ ๆ จากเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อปรับปรุงแก้ไขผลงานของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้วิจัยผู้วิจัยควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถาม และเกิดการโต้แย้งขึ้นในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของตนเองให้ดีขึ้น ส่งผลให้เนื้อหาชิ้นงานมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

4. ชิ้นรายงานและนำเสนอ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานที่ตนเองสร้างขึ้นให้ผู้อื่นได้รับรู้ ซึ่งเป็นส่วนช่วยในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือผลงานของตนเองนอกห้องเรียน ซึ่งการที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองลงในสื่อสังคมออนไลน์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักถึงความถูกต้องของผลงานตนเองมากยิ่งขึ้น เนื่องจากหากมีการลงชิ้นงานลงในสื่อสังคมออนไลน์แล้ว ความเร็วในการกระจายของข้อมูลค่อนข้างรวดเร็วและมีผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเนื้อหาที่ใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ค่อนข้างมาก ดังนั้นสิ่งที่จะนำเข้าสู่ระบบออนไลน์ควรเป็นสิ่งที่ผ่านการตรวจสอบมาอย่างถี่ถ้วนแล้ว และผู้สร้างชิ้นงานต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหานั้น ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของอภิญา ตังประสิทธิ์ศิลป์ (2562) ที่ได้กล่าวถึงการความน่าเชื่อถือของข้อมูลในโลกออนไลน์ไว้ว่า ผู้ที่จะนำเสนอข้อมูลลงสู่สังคมออนไลน์ต้องมีความเชี่ยวชาญและน่าเชื่อถือ โดยต้องมีการให้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ตรงประเด็นและผู้อ่านสามารถตรวจสอบถึงแหล่งที่มาของข้อมูลได้

ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องมีความตระหนักในการตรวจสอบความถูกต้องของผลงานตัวเอง ก่อนที่จะนำผลงานของตนเองก่อนที่จะเผยแพร่ผลงานลงสู่สังคมออนไลน์ ซึ่งผู้วิจัยต้องมีส่วนช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของผลงานอย่างใกล้ชิด

5. ขั้นการเผยแพร่ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้หรืออธิบายสถานการณ์ที่ใกล้เคียงเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล และเทคโนโลยีอวกาศให้ได้ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ ความเข้าใจ และเพิ่มความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ ให้มากขึ้น ซึ่งในวิจัยฉบับนี้ใช้วิธีขยายความรู้โดยการใส่สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเนื้อหา เช่น การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้อง

กับแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนอธิบายสถานการณ์ ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ซึ่งมีความเกี่ยวข้องการแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลเช่นเดียวกัน เป็นต้น การที่ผู้วิจัยใช้สถานการณ์จริงที่ใกล้เคียงกับเนื้อหาจะช่วยพัฒนา ผู้เรียนให้เกิดความรู้และความเข้าใจที่มากขึ้น เนื่องจากสถานการณ์แบบปลายเปิดจะช่วยให้ผู้เรียน วิเคราะห์ความรู้ที่เรียนมีแล้ว แล้วนำมาเพิ่มเติมความรู้ใหม่เพื่อใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือแก้ไข ปัญหาได้ (สุดคะนิง นฤพนธ์จิรกุล, (2561)) และเรียนทำให้ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบได้ว่าผู้เรียนคน ใดที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาหรือไม่ หากผู้เรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัย จะมีการอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อปรับความเข้าใจของผู้เรียนให้ถูกต้องได้

ดังนั้น ในขั้นการเผยแพร่ความรู้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเนื้อหาใน บทเรียนมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายสถานการณ์นั้นให้ได้ หากผู้เรียนสามารถอธิบายได้ ผู้วิจัยจะ สามารถประเมินได้ทันทีว่าผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี แต่หากผู้เรียนไม่ สามารถอธิบายได้ ผู้วิจัยต้องมีการสอนซ่อมเสริมหรือปรับกิจกรรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มากขึ้น

คำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

จากผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อ ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่าผู้เรียนมีผลการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณแต่ ละด้านสูงขึ้น ดังนี้

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ พบว่า ผู้เรียนมี พัฒนาการด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่มีผู้เรียนที่มีผล การประเมินอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 10 เมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีผู้เรียนที่มีผลการ ประเมินอยู่ในระดับ ดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 65 การที่ผู้เรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม นั้น เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO model ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง และ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ ซึ่งผู้เรียนต้องมีการให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดถึงเลือกเชื่อถือแหล่งข้อมูลที่เลือก มา หากผู้เรียนไม่สามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมได้ จะส่งผลให้ผลงานหรือข้อมูลที่สรุปได้นั้น ทำให้ขาด ความน่าเชื่อถือ

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการคิดหลายระบบ ในขั้นนี้เน้นให้ผู้เรียนใช้การคิด หลากหลายระบบเพื่อให้สรุปประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่ได้มาจากหลายแหล่งให้เป็นองค์ความรู้ของ ตนเองเอง ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model นี้ช่วยส่งเสริมการคิดหลายระบบให้

ผู้เรียนได้เป็นอย่างดีมา โดยสังเกตได้จากจำนวนผู้เรียนที่มีผลการประเมินระดับ ดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 0 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่เมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนมีผลการประเมินระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 90 ขึ้นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดหลายระบบมากที่สุด คือขึ้นการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ขึ้นสรุปองค์ความรู้ ที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อประมวลผลการจัดการเรียนรู้ และต้องมีการสรุปองค์ความรู้เพื่อสร้างชิ้นงานออกมาในรูปแบบของ infographic ซึ่งในการที่จะสร้างสรรค์ผลงานออกมานั้นผู้เรียนต้องผ่านกระบวนการคิดที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ ในด้านนี้ผู้เรียนต้องมีการโต้แย้งกันขึ้น โดยในการโต้แย้งนั้นจะต้องมีการอ้างอิงหลักฐานและแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาประกอบการโต้แย้ง และเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนต้องมีการประเมินตนเองทั้งในด้านจุดเด่น และจุดที่ควรปรับปรุงของตนเอง ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ทั้ง 5 ชั้นมีส่วนร่วมช่วยในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านนี้ ทั้งหมด โดยในชั้นที่ 1 ผู้เรียนต้องมีการคิดถึงสิ่งที่น่าสนใจสถานการณ์หรือสิ่งที่ครูผู้สอนนำเสนอ เพื่อกำหนดประเด็นในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูผู้สอน ในชั้นที่ 2 และ 3 เป็นชั้นที่ผู้เรียนต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจมากที่สุด เนื่องจากผู้เรียนต้องสืบค้นหาความรู้ เพื่อนำมาใช้สรุปความและสร้าง infographic ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ติความ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของข้อมูลที่สืบค้นได้ และเมื่อมีการนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มแล้วพบประเด็นที่สามารถโต้แย้งได้ ผู้เรียนต้องมีการโต้แย้งเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ในชั้นที่ 4 ชั้นการนำเสนอ ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานของตนเองก่อนที่จะเผยแพร่ชิ้นงานลงสู่สื่อสังคมออนไลน์ และต้องมีการอ้างอิงถึงหลักฐานในชิ้นงาน เพื่อให้ผู้ที่พบเห็นชิ้นงานสามารถนำแหล่งอ้างอิงไปศึกษาต่อได้ และในชั้นที่ 5 ชั้นการเผยแพร่ความรู้ ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดมาวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพเพื่ออธิบายสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ซึ่งการอธิบายต้องมีความถูกต้องและมีความเป็นเหตุเป็นผลสอดคล้องกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. สถานการณ์ที่มาดึงดูดความสนใจของผู้เรียนในชั้นที่ 1 ขึ้นสร้างแรงจูงใจ หากผู้วิจัยเลือกใช้วิธีทัศนในการสร้างความสนใจของผู้เรียน ต้องเลือกวิธีทัศนที่มีเสียงตื่นเต้นเร้าใจ เพราะสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้มากกว่าวิธีทัศนเดียวกันแต่มีเสียงประกอบเบาหรือไม่น่าสนใจ

2. ใช้คำถามกระตุ้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในช่วงเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวคิดในการทำกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

นอกจากศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้และผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว ควรมีการพัฒนาการคิดขั้นสูงด้านอื่นควบคู่ไปด้วย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในด้านอื่นด้วย



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1)*, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
- จรัสพร บัวเรือง. (2562). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการเรียนรู้แบบนำตนเอง วิชา คอมพิวเตอร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. วิทยาลัยธุรกิจ บัณฑิตย์
- ณัฐธิดา กองเกิด และเอกนรินทร์ สีฝั้น. (2564). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค MACRO model เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านจับใจความ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วารสารอักษราพิบูล, 2(2), 100-104
- ดารารัตน์ มากมีทรัพย์. *การศึกษามผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา วิชา การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนของนักศึกษาปริญญาตรี*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ดิเรก วรรณเศียร. (2559). *MACRO model: รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21*. [เอกสารไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- ดลชัย อินทรโกสม. *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดี เรื่อง กลอนดอกสร้อยรำพึงในป่าช้า ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับกระบวนการกลุ่มสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ดวงรัตน์ สบายยิ่ง. *การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวโยนิโสมนสิการ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ดำรงศักดิ์ สุดแสนท์. (2561). *กระบวนการสร้างเสริมศักยภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ตามธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์*. [โครงการวิจัยพัฒนานวัตกรรม แลกเป้า]. สพฐ.
- ไทยรัฐออนไลน์. (2560). *แกะรอยวีรกรรม 'โซกุน' คับบริษัทลวงโลก เจอคนแก่ 2 คน ไร้สินค้าในสต็อก*. <https://www.thairath.co.th/scoop/912300>
- ธนพร เลิศโพธาวัฒนา. (2561). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 MACRO Model ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยรังสิต
- ธีรนนท์ ศรีวิทัศน์. (2563). *การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้วิดีโอบนยูทูปร่วมกับแนวคิดการสอน*

- ภาษา เพื่อการสื่อสาร เพื่อพัฒนาทักษะการฟัง และพูดภาษาอังกฤษ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *หลักการวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). สุวีริยาสาส์น.
- ปริศนา มัชฌิมา และณัฏฐา ฝิวมา. การเรียนรู้เชิงรุกในห้องเรียนขนาดใหญ่ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน. *วารสารอาชีววะและเทคโนโลยีศึกษา*, 7(13), 49-60
- พัชรพร จามรี. (2564). ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 5(1), 28-42
- พิชิต ฤทธิจรรณู. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์
- พิกรี กีโร. (2561). การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO model ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิดของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ภิญญา วงษ์ทอง. (2564). การจัดการเรียนรู้ออนไลน์บนฐานวิถีชีวิตใหม่ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. *วารสารรัชต์ภาคย์*, 15(43), 101 - 115
- ลดาวัลย์ แยมครณู. (2559). การออกแบบและพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ วิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). สุวีริยาสาส์น.
- วาริน โพนันธุ์. (2563). การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล. <https://kru-it.com/computing-science-p5/credibility/>
- วิจารณ์ พาณิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). ส.เจริญการพิมพ์.
- ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์. (2557). วิธีสอนแบบบรรยายร่วมมกับเทคนิคกราฟิก และสารสนเทศร่วมสมัย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัย Princess of Naradhiwas*, 1(1), 12 - 19
- สรัญญา มารศรี. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในศตวรรษที่ 21. *วารสาร มจร นครน่านปริทรรศน์*, 3(2), 105 - 121
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. การคิดขั้นสูง. <http://legacy.orst.go.th/?knowledges=การคิดขั้นสูง-๒๓-เมษายน>
- สุดคะนิง นฤพนธ์จิรกุล. (2561). การออกแบบการเรียนรู้ภาษาอังกฤษโดยใช้ฉากสถานการณ์เป็นฐาน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 5(1), 16 - 28

- อภิญา ตั้งประสิทธิ์ศิลป์. (2562). *ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลข่าวสารบนเฟซบุ๊กที่มีผลต่อพฤติกรรมการส่งต่อข้อมูลข่าวสารของผู้ใช้สื่อสังคม ในเขตกรุงเทพมหานคร*. [การค้นคว้าอิสระปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- อัญชลี พรหมลังกา. (2558) *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Trip RIP ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เรื่องข้อมูลสารสนเทศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อรพิน พัฒนาผล. (2551). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์เขต 1*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- CBE Thailand. *หลักสูตรฐานสมรรถนะ*. <https://cbethailand.com/หลักสูตร-2/กรอบหลักสูตร/บพนำ/>
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. McGraw – Hill, Book Company Partnership for 21s Century skills. (2011). *Framework for 21st century learning*. Teacherrambo. https://www.teacherrambo.com/file.php/1/21st_century_skills.pdf
- Rovinelli, R.J. (1976). *Methods for Validating Criterion-Referenced Test Items*. Unplblisded Doctoral Dissertation. University of Massachusetts Amherst. Scholarworks. <https://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.Co.th/&httpsredir=1&article=4661&context=dissertations>
- Skinner (1973), *B.F. Science and Human Behavior*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรูตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. นางอรุณวรรณ ปัญญาบุญ
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนบ้านโป่งนาคำ จังหวัดเชียงราย
3. นางหฤทัย นวลศรี
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนบ้านแยง จังหวัดพิษณุโลก



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๑๖๐๓.๐๒/ว ๐๐๕๖

วันที่ ๖ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิตติยา บงกชเพชร

ด้วย นางสาวภาณุชนารถ ชัยวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๐๖๖ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนา
การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓”
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.สุริยา ชาญ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ๘๖ ๐๖๐๓.๐๒/๖ ๐๐๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๖ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณอรุณวรรณ ปัญญาบุญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๓ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๓ ฉบับ

ด้วย นางสาวภาณุชนารถ ชัยวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๔๐๔๑๐๖๖ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนา
การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓"
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.สุรียา ชาญ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๐๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวภาณุชนารถ ชัยวงศ์

โทร. ๐๘-๓๑๕๒-๒๓๕๙

ที่ ฮว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๐๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๖ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุมัติคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ
เรียน คุณหญิง นวลศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวภาณุชนารถ ชัยวงศ์ รหัสประจำตัว ๖๕๐๙๑๐๖๖ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนา
การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓"
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.สุรียา ชาญ เป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามย์ นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นางสาวภาณุชนารถ ชัยวงศ์
โทร. ๐๘-๓๑๕๒-๒๓๕๙

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ	
เวลา 17 ชั่วโมง	เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ	เวลา 4 ชั่วโมง
ครูผู้สอน นางสาวภาณุชนารถ ชัยวงศ์	โรงเรียนวิทย์สัมพันธ์	รหัสวิชา ว22102
		สังกัด สพ.พ.ล.3

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการคิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

3. จุดประสงค์

3.1 ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศได้

- นักเรียนการให้เหตุผลในการเลือกแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ตนเองชอบได้

- นักเรียนใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดวิเคราะห์ในการเลือกเชื่อถือข้อมูลได้

- นักเรียนมีการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจเลือกใช้อ้างอิงข้อมูล เพื่อนำมาสรุปทำชิ้นงานของตนเองได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

4. สมรรถนะที่สำคัญ

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 4.1 ความสามารถในการสื่อสาร | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4.2 ความสามารถในการคิด | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต | <input type="checkbox"/> |
| 4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | <input checked="" type="checkbox"/> |

5. สารการเรียนรู้

ความหมายของเทคโนโลยีอวกาศ

อวกาศ หมายถึง อาณาบริเวณอันกว้างใหญ่ที่อยู่เลยชั้นบรรยากาศของโลกออกไป ไม่สามารถระบุถึงขอบเขตได้อย่างชัดเจน โดยปกติอวกาศเป็นที่ว่างเปล่า มีความหนาแน่นน้อย การศึกษาความรู้เกี่ยวกับอวกาศจำเป็นต้องใช้ความรู้เครื่องมือและกลวิธีทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ปรับใช้ให้เกิดประโยชน์

ดังนั้น เทคโนโลยีอวกาศ จึงหมายถึง ระเบียบการนำความรู้ เครื่องและวิธีการต่าง ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ และอวกาศ ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับทรัพยากรธรรมชาติ และการดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วย เช่น การนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้สำรวจและตรวจสอบสภาพอากาศของโลก เป็นต้น

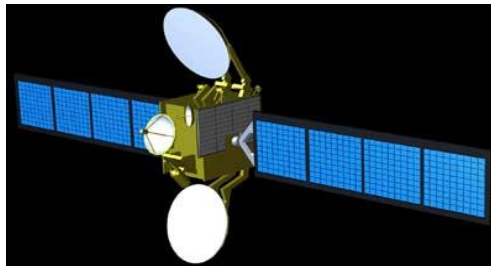
ตัวอย่างเทคโนโลยีอวกาศ

จรวด เป็นเครื่องยนต์พลังสูงที่สามารถเพิ่มความเร็วจนสามารถส่งดาวเทียมหรือยานอวกาศออกไปโคจร รอบโลก ได้ ถ้าความเร็วของจรวดไม่สูงมากพอหัวจรวดจะตกกลับมายังผิวโลกคล้าย ๆ การเคลื่อนที่ของ ลูกกระสุนปืน

ดาวเทียม หมายถึงวัตถุที่มนุษย์ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก แปลมาจากคำว่า Satellite ซึ่งปกติแปลว่าดาวบริวาร ดาวเทียมดวงแรกที่ขึ้นไปโคจรรอบโลกคือสปุตนิก 1 ซึ่งเป็นดาวเทียมของประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซีย ส่งขึ้นไปเมื่อ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2500 และดาวเทียมดวงแรกของสหรัฐอเมริกา คือเอ็กพลอเรอร์ 1 ซึ่งขึ้นไปเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2501 ปัจจุบันมีดาวเทียมหลายประเภทและทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ดาวเทียมที่ใช้ประโยชน์ ในการติดต่อสื่อสารเรียกว่า ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมที่ใช้สำรวจทรัพยากรโลกเรียกว่า ดาวเทียมสำรวจพิภพ ดาวเทียมที่ถ่ายภาพและส่งข้อมูลเกี่ยวกับเมฆ ตลอดลมฟ้าอากาศ เรียกว่า ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา นอกจากนี้ยังมี ดาวเทียมดาราศาสตร์ ที่ใช้สำรวจศึกษาดวงดาวอีกมากมาย



PALAPAของอินโดนีเซีย



THAICOMของประเทศไทย



COMSTARของอเมริกา

ยานอวกาศ หมายถึงยานที่ออกไปนอกโลก โดยมีมนุษย์ขึ้นไปด้วยพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับการสำรวจหรือไม่มีมนุษย์อวกาศขึ้นไป แต่มีอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น จึงอาจแยกยานอวกาศออกเป็น 2 พวกคือ ยานอวกาศที่มีมนุษย์ขับคุม และยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ขับคุม

ยานอวกาศของสหรัฐอเมริกาที่มีมนุษย์อวกาศขึ้นไปด้วยได้แก่ ยานอวกาศเมอร์คิวรี ส่งมนุษย์อวกาศขึ้นไปครั้งละ 1 คน ยานอวกาศเจมินีส่งมนุษย์อวกาศขึ้นไปครั้งละ 2 คน ยานอวกาศอะพอลโลส่งมนุษย์อวกาศขึ้นไปคราวละ 3 คน ยานอวกาศอะพอลโล 11 เป็นยานอวกาศที่นำมนุษย์ไปลงบนดวงจันทร์เป็นครั้งแรกเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2512 ยานขนส่งอวกาศสามารถนำมนุษย์อวกาศหลายคนและสัมภาระต่าง ๆ รวมทั้งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศ แล้วนำนักบินอวกาศกลับสู่พื้นโลกได้คล้ายเครื่องร่อน

ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์อวกาศขับคุมได้แก่ยานอวกาศที่ส่งไปสำรวจดาวดวงอื่น เช่น ยานเซอร์เวเยอร์ ซึ่งไปลงดวงจันทร์ ยานไวกิงไปลงดาวอังคาร ยานกาลิเลโอไปสำรวจดาวพฤหัสบดี ยานแมกเจลแลนสำรวจดาวศุกร์ ฯลฯ



ภาพแสดงปฏิบัติการของระบบขนส่งอวกาศ

สถานีอวกาศ หมายถึงสถานีหรือสิ่งก่อสร้างซึ่งเคลื่อนรอบโลก เช่น สถานีอวกาศเมียร์ของรัสเซีย สถานีอวกาศฟริดอมของสหรัฐอเมริกา โดยความร่วมมือขององค์การอวกาศยุโรป ญี่ปุ่น แคนาดาและรัสเซียการออกไปนอกโลก ความเร็วต่ำสุดที่จะพาดาวเทียมหรือยานอวกาศออกไปนอก

โลกได้ต้องไม่ต่ำกว่า 7.91 กิโลเมตรต่อวินาที หรือ 28,476 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าออกไปเร็วมากกว่านี้ยานจะออกไปไกลจากผิวโลกมากขึ้น เช่น ถ้าไปเร็วถึง 38,880 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะไปอยู่สูงถึง 35,880 กิโลเมตร และเคลื่อนรอบโลกรอบละ 24 ชั่วโมง เร็วเท่ากับการหมุนรอบตัวเองของโลก ดาวเทียมที่อยู่ในวงจรเช่นนี้จะอยู่ค้างฟ้า ณ ที่เดิมตลอด 24 ชั่วโมง



สถานีอวกาศนานาชาติ



สถานีอวกาศเมียร์



สถานีอวกาศสกายแล็บ

ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์ที่อาศัยความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมีมากมายหลายชิ้น โดยเฉพาะการสร้างดาวเทียมประเภทต่าง ๆ ขึ้นมาช่วยอำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน ที่สำคัญ ได้แก่

การสื่อสาร ดาวเทียมสื่อสาร เป็นดาวเทียมที่ทำหน้าที่เป็นสถานีรับส่งคลื่นวิทยุเพื่อการสื่อสารและโทรคมนาคม ทั้งที่เป็นการสื่อสารภายในประเทศและระหว่างประเทศ ส่วนใหญ่ใช้สำหรับกิจการโทรศัพท์ โทรเลข โทรสาร รวมทั้งการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณวิทยุ

การพยากรณ์อากาศ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพถ่ายทางอากาศที่ประกอบด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น จำนวนและชนิดของเมฆ ความแปรปรวนของอากาศ ความเร็วลม ความชื้น อุณหภูมิ ทำให้สามารถเตือนภัยที่เกิดจากธรรมชาติต่าง ๆ ได้โดยเฉพาะการเกิดลาพายุ

การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เป็นดาวเทียมที่ถูกใช้เป็นที่สถานีเคลื่อนที่สำรวจจุดพื้นที่ผิวโลกและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้ทราบข้อมูลทั้งทางด้านธรณีวิทยา นิเวศวิทยา เป็นประโยชน์ด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

6. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เทคโนโลยีอวกาศ หมายถึง ระเบียบการนำความรู้ เครื่องและวิธีการต่าง ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการศึกษาทางด้านดาราศาสตร์ และอวกาศ ตลอดจนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับทรัพยากรธรรมชาติ และการดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วย เช่น การนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้สำรวจและตรวจสอบสภาพอากาศของโลก เป็นต้น

ตัวอย่างเทคโนโลยีอวกาศ

จรวด เป็นเครื่องยนต์พลังสูงที่สามารถเพิ่มความเร็วจนสามารถส่งดาวเทียมหรือยานอวกาศออกไปโคจร รอบโลก ได้ ถ้าความเร็วของจรวดไม่สูงมากพอหัวจรวดจะตกกลับมายังผิวโลกคล้าย ๆ การเคลื่อนที่ของ ลูกกระสุนปืน

ดาวเทียม หมายถึงวัตถุที่มนุษย์ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก ดาวเทียมดวงแรกที่ขึ้นไปโคจรรอบโลกคือสปุตนิก 1 ซึ่งเป็นดาวเทียมของประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซีย ปัจจุบันมีดาวเทียมหลายประเภทและทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ดาวเทียมที่ใช้ประโยชน์ ในการติดต่อสื่อสารเรียกว่า ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมที่ใช้สำรวจทรัพยากรโลกเรียกว่า ดาวเทียมสำรวจพิภพ ดาวเทียมที่ถ่ายภาพและส่งข้อมูลเกี่ยวกับเมฆ ตลอดลมฟ้าอากาศ เรียกว่า ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา นอกจากนี้ยังมี ดาวเทียมดาราศาสตร์ ที่ใช้สำรวจศึกษาดวงดาวอีกมากมาย

ยานอวกาศ หมายถึงยานที่ออกไปนอกโลก โดยมีมนุษย์ขึ้นไปด้วยพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับการสำรวจหรือไม่มีมนุษย์อวกาศขึ้นไป แต่มีอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น จึงอาจแยกยานอวกาศออกเป็น 2 พวกคือ ยานอวกาศที่มีมนุษย์ขับคุม และยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ขับคุม

สถานีอวกาศ หมายถึงสถานีหรือสิ่งก่อสร้างซึ่งเคลื่อนรอบโลก เช่น สถานีอวกาศเมียร์ของรัสเซีย

ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์ที่อาศัยความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมีมากมายหลายชิ้น โดยเฉพาะการสร้างดาวเทียมประเภทต่าง ๆ ขึ้นมาช่วยอำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน ที่สำคัญ ได้แก่

การสื่อสาร ดาวเทียมสื่อสาร เป็นดาวเทียมที่ทำหน้าที่เป็นสถานีรับส่งคลื่นวิทยุเพื่อการสื่อสารและโทรคมนาคม ทั้งที่เป็นการสื่อสารภายในประเทศและระหว่างประเทศ ส่วนใหญ่ใช้สำหรับกิจการโทรศัพท์ โทรเลข โทรสาร รวมทั้งการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณวิทยุ

การพยากรณ์อากาศ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพถ่ายทางอากาศที่ประกอบด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น จำนวนและชนิดของเมฆ ความแปรปรวนของอากาศ ความเร็วลม ความชื้น อุณหภูมิ ทำให้สามารถเตือนภัยที่เกิดจากธรรมชาติต่าง ๆ ได้โดยเฉพาะการ

เกิดลาป่วย

การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เป็นดาวเทียมที่ถูกใช้เป็นที่สถานีเคลื่อนที่สำรวจดูพื้นที่ผิวโลกและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้ทราบข้อมูลทั้งทางด้านธรณีวิทยา นิเวศวิทยา เป็นประโยชน์ด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน
2. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่แสดงการสร้างเทคโนโลยีเพื่อเดินทางไปสู่อวกาศตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน



เว็บไซต์ : <https://www.youtube.com/watch?v=PLcE3AI9wwE>

ครูถาม : จากวิดีโอที่นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ขึ้นไปศึกษาในอวกาศอย่างไร (แนวคำตอบ : มีเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยมากขึ้น มีคนให้การศึกษามากขึ้นทำให้วิวัฒนาการเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว)

3. ครูถาม : นักเรียนคิดว่าคนที่มนุษย์สามารถศึกษาความรู้เกี่ยวกับอวกาศมากขึ้นนั้นมีประโยชน์อย่างไร (แนวคำตอบ : นำมาใช้สร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น ดาวเทียมคมนาคม ดาวเทียมสื่อสาร เป็นต้น)
4. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวกับการส่งยานอวกาศขึ้นสู่อวกาศของ Elon mask



5. ครูถาม : นักเรียนคิดว่าเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในวิดีโอที่ดูข้างต้น เกิดขึ้นจริงหรือไม่ (แนวคำตอบ : นักเรียนตอบตามความคิดเห็น)

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)

6. ครูให้เขียนคำตอบว่าเทคโนโลยีที่ได้กล่าวถึงนั้นเกิดขึ้นจริงหรือไม่ พร้อมทั้งบอกเหตุผลลงในใบงาน
7. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม พร้อมทั้งใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการสรุปว่าเรื่องราวในวิดีโอที่ดูนั้นเกิดขึ้นจริงหรือไม่ มีความน่าเชื่อถือมากหรือน้อยเพียงใด
8. เมื่อนักเรียนสืบค้นข้อมูลแล้ว ให้ตอบคำถามลงในใบงานอีกครั้งว่าวิดีโอที่มีเกิดขึ้นจริงหรือไม่ (แนวคำตอบ : เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยเป็นโครงการที่ Elon mask เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยดูแล โดยการส่งยานอวกาศที่พาราดยนต์ Tesla ขึ้นไปในอวกาศ แต่คนที่ขับรถยนต์นั้นเป็นเพียงแค่นักเล่นที่ไม่ใช่คนจริง ๆ นอกจากนี้โครงการที่ Elon mask ดูแลนี้ยังทำให้ถึงเชื่อเพลิงที่ใช้แล้ว นำกลับมาใช้ใหม่ได้เป็นครั้งแรกของโลกอีกด้วย)
9. ครูถาม : นักเรียนคิดว่านอกจากยานอวกาศข้างต้น ยังมีเทคโนโลยีอวกาศอื่น ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์อีกหรือไม่ (แนวคำตอบ : มี)
10. ให้นักเรียนลองศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศ แล้วให้เลือกเทคโนโลยีอวกาศที่ตนเองชอบมากที่สุดมา 1 เทคโนโลยี
11. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเป็นเวลา 15 นาที โดยเหตุผลที่ชอบ พร้อมกับบอกข้อมูลของเทคโนโลยีนั้นพอสังเขป
12. หลังจากนั้นให้จับกลุ่มที่มีความสนใจเหมือนกันแล้วแลกเปลี่ยนข้อมูลที่แต่ละคนหามาได้ซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)

13. ครูให้นักเรียนแต่ละคนสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ตนเองเลือกลงในเว็บไซต์ Canva โดยให้มีข้อมูลพอสังเขป ดังนี้
 - **จรวด** เป็นเครื่องยนต์พลังสูงที่สามารถเพิ่มความเร็วจนสามารถส่งดาวเทียมหรือยานอวกาศออกไปโคจร รอบโลก ได้ ถ้าความเร็วของจรวดไม่สูงมากพอหัวจรวดจะตกกลับมายังผิวโลกคล้าย ๆ การเคลื่อนที่ของ ลูกกระสุนปืน
 - **ดาวเทียม** หมายถึงวัตถุที่มนุษย์ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก แผลมาจากคำว่า Satellite ซึ่งปกติแปลว่าดาวบริวาร ดาวเทียมดวงแรกที่ขึ้นไปโคจรรอบโลกคือสปุตนิก 1 ซึ่งเป็นดาวเทียมของประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซีย ส่งขึ้นไปเมื่อ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2500 และดาวเทียมดวงแรกของสหรัฐอเมริกาคือเอ็กพลอเรอร์ 1 ซึ่งขึ้นไปเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2501 ปัจจุบันมีดาวเทียมหลายประเภทและทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ดาวเทียมที่ใช้ประโยชน์ ในการติดต่อสื่อสารเรียกว่า ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมที่ใช้สำรวจทรัพยากรโลกเรียกว่า ดาวเทียมสำรวจพิภพ ดาวเทียมที่ถ่ายภาพและส่งข้อมูลเกี่ยวกับเมฆ ตลอดลมฟ้าอากาศ เรียกว่า ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา นอกจากนี้ยังมี ดาวเทียมดาราศาสตร์ ที่ใช้สำรวจศึกษาดวงดาวอีกมากมาย
 - **ยานอวกาศ** หมายถึงยานที่ออกไปนอกโลก โดยมีมนุษย์ขึ้นไปด้วยพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับการสำรวจหรือไม่มีมนุษย์อวกาศขึ้นไป แต่มีอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น จึงอาจแยกยานอวกาศออกเป็น 2 พวกคือ ยานอวกาศที่มีมนุษย์ขับคุม และยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ขับคุม
 - **สถานีอวกาศ** หมายถึงสถานีหรือสิ่งก่อสร้างซึ่งเคลื่อนรอบโลก เช่น สถานีอวกาศเมียร์ของรัสเซีย สถานีอวกาศฟริดอมของสหรัฐอเมริกา โดยความร่วมมือขององค์การอวกาศยุโรป ญี่ปุ่น แคนาดาและรัสเซียการออกไปนอกโลก ความเร็วต่ำสุดที่จะพาดาวเทียมหรือยานอวกาศออกไปนอกโลกได้ต้องไม่ต่ำกว่า 7.91 กิโลเมตรต่อวินาที หรือ 28,476 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าออกไปเร็วมากกว่านี้ยานจะออกไปไกลจากผิวโลกมากขึ้น เช่น ถ้าไปเร็วถึง 38,880 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะไปอยู่สูงถึง 35,880 กิโลเมตร และเคลื่อนรอบโลกรอบละ 24 ชั่วโมง เร็วเท่ากับการหมุนรอบตัวเองของโลก ดาวเทียมที่อยู่ในวงจรเช่นนี้จะอยู่ค้างฟ้า ณ ที่เดิมตลอด 24 ชั่วโมง
14. ครูคอยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและคอยตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อขยายความรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)

15. ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนองานของตนเองโดยให้เวลาในการนำเสนอคนละ 2 นาที

16. ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายความถูกต้องของเนื้อหาพร้อมกัน และดูว่าข้อมูลที่นำมานำเสนอมีความน่าเชื่อถือหรือไม่
17. ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับผลงานของตนเองว่ามีจุดเด่นหรือจุดด้อยอย่างไรบ้าง เพื่อให้เป็นการสะท้อนผลงานของตนเอง
18. ให้แต่ละคนปรับแก้ข้อมูลให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นเผยแพร่ความรู้ (Obtion)

19. ครูให้ใช้องค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่ออธิบายประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและโครงการสำรวจอวกาศที่มีต่อโลก

8. สื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้

1. วิดีทัศน์แสดงการสร้างเทคโนโลยีเพื่อเดินทางไปสู่อวกาศตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน
2. เว็บไซต์ Padlet
3. เว็บไซต์ Canva

9. การวัดผลและประเมินผล

วิธีการวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (K)	-ประเมินการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	-แบบประเมินการนำเสนอ	-ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศได้ (P)	-ประเมินผลงานนักเรียนสร้างขึ้น	-แบบประเมินผลงานนักเรียน	-ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
- นักเรียนการให้เหตุผลในการเลือกแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ตนเองชอบได้			
- นักเรียนใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดวิเคราะห์ในการเลือกเชื่อถือข้อมูลได้	ตรวจใบงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	-ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
- นักเรียนมีการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูล เพื่อนำมาสรุปทำชิ้นงานของตนเองได้			
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน (A)	-สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน	-แบบสังเกตความกระตือรือร้นในชั้นเรียน	-ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

9.1 เกณฑ์และเครื่องมือการประเมินผล

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K) : แบบประเมินการนำเสนอ

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	4	3	2	1
1.เนื้อหาในการนำเสนอ	เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	เนื้อหามีความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 ของผลงานทั้งหมด	เนื้อหามีความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 ของผลงานทั้งหมด	เนื้อหาไม่มีความถูกต้องและตอบไม่ครบถ้วน
2.ความน่าสนใจของการนำเสนอ	นำเสนอได้ น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจของเพื่อนร่วมชั้น	นำเสนอได้ น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจของเพื่อนร่วมชั้น	เพื่อนร่วมชั้นเรียนให้ความสนใจน้อยกว่าร้อยละ 50	เพื่อนร่วมชั้นเรียนให้ความสนใจเพียงเล็กน้อย

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	4	3	2	1
	เรียนได้มากกว่า ร้อยละ 80	เรียนได้มากกว่า ร้อยละ 50		
3. เวลาในการนำเสนอ	ตรงตามเวลาที่กำหนด	เกินเวลาที่กำหนด 1-2 นาที	เกินเวลาที่กำหนด 3-4 นาที	มากกว่า 5 นาที

ระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ประเมินผล
10-12	4	ดีมาก
7-9	3	ดี
4-6	2	พอใช้
1-3	1	ปรับปรุง

หมายเหตุ นักเรียนจะสามารถผ่านเกณฑ์ได้เมื่อคะแนนอยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปในทุกรายการการประเมิน

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ (P)

แบบประเมินผลงานนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน	
	1	0
1. การเผยแพร่ข้อมูล	นักเรียนสามารถเผยแพร่ข้อมูลตามช่องทางที่ครูกำหนดไว้ได้	นักเรียนไม่สามารถเผยแพร่ข้อมูลตามช่องทางที่ครูกำหนดไว้ได้
2. ความครบถ้วนของเนื้อหา	นักเรียนเผยแพร่ข้อมูลครบถ้วนตามที่ครูกำหนด	นักเรียนเผยแพร่ข้อมูลไม่ครบถ้วนตามที่ครูกำหนด
3. เวลาในการเผยแพร่	เผยแพร่ในเวลาที่กำหนด	เผยแพร่นอกช่วงเวลาที่กำหนด

ระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ประเมินผล
3	3	ดีมาก
2	2	ดี
1	1	พอใช้

แบบประเมินชิ้นงานการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	2	1	0
การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ			
1.การเลือกใช้เหตุผล	มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับทุกสถานการณ์	มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับบางสถานการณ์	ไม่มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลาย
การคิดหลากหลายระบบ			
2.การวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ	มีการวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ โดยใช้การคิดมากกว่า 1 ระบบ	มีการวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ โดยใช้การคิด 1 ระบบ	ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์คะแนนในระดับ 1 และ 2
การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ			
3. การประเมิน	มีการวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การอ้างอิง และความน่าเชื่อถือตลอดเวลา	มีการวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การอ้างอิง และความน่าเชื่อถือเป็นบางครั้ง	ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์คะแนนในระดับ 1 และ 2

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	2	1	0
4.การเขียนสะท้อนคิด	มีการเขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่นและจุดที่ควรจะปรับปรุง	มีการเขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่นหรือจุดที่ควรจะปรับปรุง	ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์คะแนนในระดับ 1 และ 2

ระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ประเมินผล
7-8	3	ดีมาก
5-6	2	ดี
3-4	1	พอใช้
0-2	0	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์(A)

แบบสังเกตความกระตือรือร้นในการเรียน

กลุ่มที่สังเกต.....

ชื่อผู้สังเกต..... () ครูผู้สอน () ผู้ช่วยสังเกต

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย /ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริง

ข้อที่	รายการ	การปฏิบัติ		ข้อสังเกต
		ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	
1	ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถามในห้องเรียน			
3	มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม			

4	ทุกคนตั้งใจทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
5	ทุกคนส่งงานตรงเวลา			

เกณฑ์การประเมิน ได้ 2-5 ข้อ ระดับคุณภาพ ผ่าน
 ได้น้อยกว่า 5 ข้อ ระดับคุณภาพ ไม่ผ่าน



ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและ เทคโนโลยีอวกาศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ข้อละ 1 ระดับ โดยมีเกณฑ์การพิจารณา 5 ระดับ ดังนี้

- | | | |
|---|---------|---|
| 5 | หมายถึง | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย |
| 1 | หมายถึง | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กัน					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้					
3. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
การจัดการเรียนรู้					
4. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 <u>ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)</u> ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนในการกำหนดหรือตั้งประเด็นความรู้เกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ โดยสามารถเลือกใช้กิจกรรมที่หลากหลายในการนำเข้าสู่การจัดการเรียนรู้					
5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 <u>ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)</u> ผู้สอนให้ความรู้พื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แนวทางการ สืบค้นความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ ส่วนที่ 2 ศาสตร์ สาขา แขนงความรู้ และแหล่งความรู้ ที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 การเรียบเรียงข้อมูล ข้อค้นพบ ความคิด ความคิดเห็น การให้เหตุผล โต้แย้ง และสนับสนุน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการกระบวนการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศ					
6. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 <u>ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)</u> ผู้เรียนนำผลการอภิปราย ที่มาจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันโดยใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาเป็นส่วนประกอบในการเลือกข้อมูลที่น่าเชื่อถือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ โดยใช้วิธีการ เขียนด้วยแผนผังความคิดหรือวิธีอื่น ๆ ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ประกอบการสร้างองค์ความรู้เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ					
7. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 <u>ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)</u> ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้าง					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ความรู้ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ต่อย้ำหรือตรวจสอบ ความเข้าใจและความน่าเชื่อถือของเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศ					
8. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) เป็นขั้นของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน การนำความรู้ ความเข้าใจของตนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ ในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ โดยการนำข้อมูลเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้วเผยแพร่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เช่น นิทรรศการออนไลน์ Line Facebook เป็นต้น					
9. การออกแบบการจัดการเรียนรู้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ในแต่ละขั้นตอนมีความเหมาะสมของเวลาที่ใช้					
10.การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
การวัดและประเมินผล					
11. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
12. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
13. เครื่องมือวัดและประเมินผลสามารถวัดการคิดอย่างมี วิจารณญาณของผู้เรียนได้จริง					
สื่อการเรียนรู้					
14. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model					
15. แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model					
16. สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย เหมาะสมกับผู้เรียน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
17. ภาพรวมของการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3					

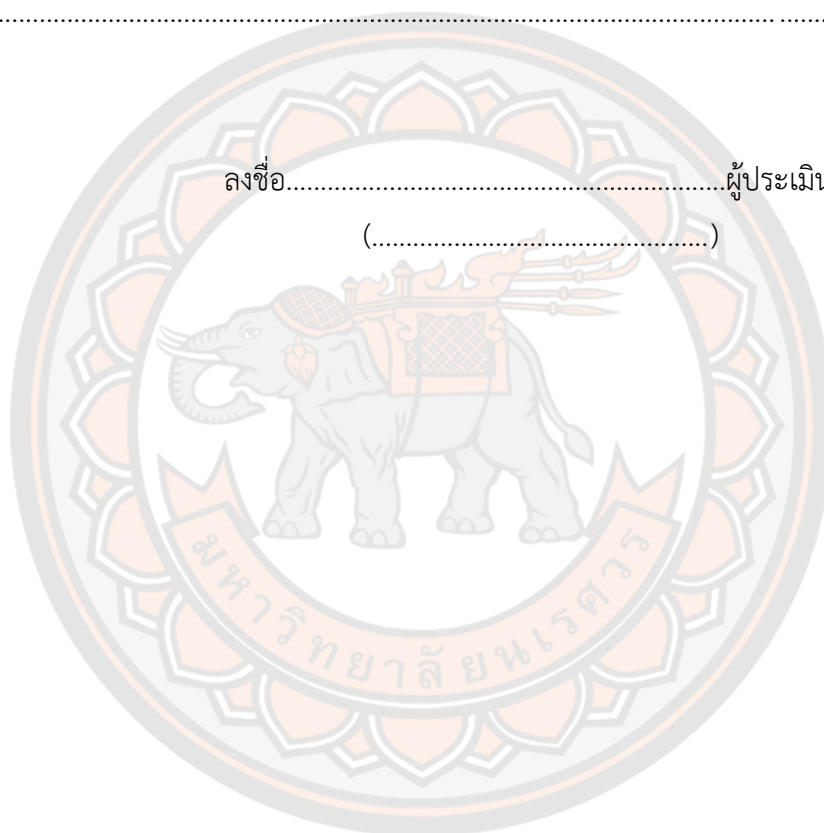
ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)



ภาคผนวก ง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้
ตามรูปแบบ MACRO model เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง
ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กัน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับตัวชี้วัด	3	4	4	3.67	0.58	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
การจัดการเรียนรู้						
4. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)	3	5	5	4.33	1.15	มาก
5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active learning)	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
7. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting)	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)	3	4	4	3.67	0.58	มาก
9. การออกแบบการจัดการเรียนรู้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ในแต่ละขั้นตอนมีความเหมาะสมของเวลาที่ใช้	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
10.การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
การวัดและประเมินผล						
11. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	0	มาก
12. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	มาก
13. เครื่องมือวัดและประเมินผลสามารถวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้จริง	4	4	4	4	0	มาก
สื่อการเรียนรู้						
14. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
15. แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model	5	5	5	5	0	มากที่สุด
16. สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลายเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
17. ภาพรวมของการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4	4	5	4.33	0.58	มาก
ผลเฉลี่ยรวม				4.55	0.54	มากที่สุด

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

ผู้สังเกตการสอน

ผู้บันทึก.....ตำแหน่ง.....

วัน/เดือน/ปี ที่บันทึก..... เวลาเริ่มต้น.....เวลาสิ้นสุด.....

หน่วยการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

คำชี้แจง ให้ผู้บันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model

1. ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้

1.1. นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

.....

1.2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

.....

1.3. ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model
 การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model เป็นการจัดการเรียนรู้โรตทวารัชที่ 21 โดยมี
 องค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วนที่สรุปออกมาเป็นขั้นตอนการสอนได้ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation)

จุดเด่นของการสอนในขั้นนี้

.....

จุดด้อยของการสอนในขั้นนี้

.....

พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้สอนครั้งถัดไป

ขั้นที่ 2 ชั้นเรียนรู้โดยตรง (Active learning)

จุดเด่นของการสอนในขั้นนี้

จุดด้อยของการสอนในขั้นนี้

พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้สอนครั้งถัดไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion)

1.3.1. จุดเด่นของการสอนในขั้นนี้

.....

.....

.....

จุดด้อยของการสอนในขั้นนี้

.....

.....

.....

พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้สอนครั้งถัดไป

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (reporting)

1.3.2. จุดเด่นของการสอนในขั้นนี้

.....

.....

.....

จุดด้อยของการสอนในขั้นนี้

.....

.....

.....

พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้สอนครั้งถัดไป

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

1.3.3. จุดเด่นของการสอนในขั้นนี้

.....

.....

.....

จุดดีของการสอนในขั้นนี้

.....

.....

.....

พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้สอนครั้งถัดไป

.....

.....

.....

1.4. สื่อการเรียนรู้ที่ใช้เหมาะสมกับรูปแบบกิจกรรมและมีส่วนช่วยพัฒนาการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....




ลงชื่อ.....ผู้สังเกต
(.....)

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

ใบงานประกอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง การเกิดฤดูกาล

ของ..... ชั้น ม.3 เลขที่.....

1. แหล่งข้อมูลที่เลือกมาใช้ประกอบการสร้างแบบจำลองการเกิดฤดูกาล
.....
.....
.....
2. เพราะเหตุใดจึงเลือกแหล่งข้อมูลข้างต้น
.....
.....
.....
3. จากข้อมูลที่ศึกษาสามารถนำมาวิเคราะห์ และสรุปการเกิดฤดูกาลได้อย่างไร
.....
.....
.....
4. จากการนำเสนอข้อมูลของแต่ละกลุ่มมีข้อมูลส่วนใดที่แตกต่างกันหรือไม่ ถ้ามีจะเลือกเชื่อข้อมูลแบบใด เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
5. แสแกน QR code เพื่อประเมินจุดเด่นและจุดด้อยในการเรียนรู้ของตนเอง



เกณฑ์การประเมินใบงานประกอบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน (คะแนน)		
	3	2	1
1. แหล่งข้อมูลที่เลือกมาใช้ประกอบการสร้างแบบจำลองการเกิดฤดูกาล (ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ)	ผู้เรียนสามารถเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ประกอบการอธิบายเรื่องการเกิดฤดูกาล ได้อย่างน้อย 3 แหล่ง	ผู้เรียนสามารถเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ประกอบการอธิบายเรื่องการเกิดฤดูกาล ได้ 2 แหล่ง	ผู้เรียนสามารถเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ประกอบการอธิบายเรื่องการเกิดฤดูกาล ได้น้อยกว่า 2 แหล่ง
2. เพราะเหตุใดจึงเลือกแหล่งข้อมูลข้างต้น (การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ)	ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลในการเลือกข้อมูลในข้อ 1 ได้มากกว่า 3 เหตุผล	ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลในการเลือกข้อมูลในข้อ 1 ได้ 2 เหตุผล	ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลในการเลือกข้อมูลในข้อ 1 ได้น้อยกว่า 2 เหตุผล
3. จากข้อมูลที่ศึกษาสามารถนำมาวิเคราะห์และสรุปการเกิดฤดูกาลได้อย่างไร (ใช้การคิดหลายระบบ)	ผู้เรียนสามารถสรุปการเกิดฤดูกาลได้ถูกต้องในประเด็นดังต่อไปนี้ ครบทุกประเด็น - แกนโลกเอียง - การโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ - ปริมาณแสงที่โลกได้รับเมื่อโคจรไปอยู่ตำแหน่งต่าง ๆ - ฤดูกาลที่เกิดในซีกโลกเหนือและใต้	ผู้เรียนสามารถสรุปการเกิดฤดูกาลได้ถูกต้องในประเด็นดังต่อไปนี้ 2-3 ประเด็น - แกนโลกเอียง - การโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ - ปริมาณแสงที่โลกได้รับเมื่อโคจรไปอยู่ตำแหน่งต่าง ๆ - ฤดูกาลที่เกิดในซีกโลกเหนือและใต้	ผู้เรียนสามารถสรุปการเกิดฤดูกาลได้ถูกต้องในประเด็นดังต่อไปนี้ 1 ประเด็น - แกนโลกเอียง - การโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ - ปริมาณแสงที่โลกได้รับเมื่อโคจรไปอยู่ตำแหน่งต่าง ๆ - ฤดูกาลที่เกิดในซีกโลกเหนือและใต้
4. จากการนำเสนอข้อมูลของแต่ละกลุ่มมีข้อมูลส่วนใดที่แตกต่าง	ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่าข้อมูลที่เพื่อนนำมานำเสนอ	ผู้เรียนตอบคำถามย่อยถูกย่อยถูกต้องเพียง 1 คำถาม	ผู้เรียนตอบคำถามไม่ตรงประเด็น

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน (คะแนน)		
	3	2	1
กันหรือไม่ ถ้ามีจะเลือก เชื้อข้อมูลแบบใด เพราะ เหตุใด (การให้เหตุผล อย่างมีประสิทธิภาพ , การให้เหตุผลอย่างมี ประสิทธิภาพ)	แตกต่างกับของ ตนเองหรือไม่ (1.5 คะแนน) ผู้เรียน สามารถระบุเหตุผล ที่น่าเชื่อถือได้ ชัดเจน (1.5 คะแนน)		
5. ประเมินจุดเด่นและ จุดด้อยในการเรียนรู้ของ ตนเอง (ใช้วิจารณ์ญาณ และการตัดสินใจ)	ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์ ประเมินผลงานและ การเรียนรู้ของ ตนเองแล้วบอก จุดเด่นจุดด้อยได้ อย่างชัดเจนและ ตรงกับสภาพจริงที่ เกิดขึ้น	ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์ประเมินผล งานและการเรียนรู้ ของตนเองแล้วบอก จุดเด่นจุดด้อยได้ แต่ ตรงกับความเป็นจริง บางส่วน	ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์ ประเมินผลงานและ การเรียนรู้ของ ตนเองแล้วบอก จุดเด่นจุดด้อยได้

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คำแนะนำ ในการทำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมทั้งหมด 24 คะแนน โดยมีการปรับองค์ประกอบตามองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณขององค์การความร่วมมือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21 Century skills) และได้ระบุพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบ ได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ
 - มีการเลือกใช้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับสถานการณ์
2. การใช้การคิดหลากหลายระบบ
 - วิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผลลัพธ์โดยรวมที่ระบบมีความซับซ้อน
3. การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ
 - การวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินจากหลักฐาน การโต้แย้ง การอ้างอิงและความน่าเชื่อถือ
 - เขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ของตนทั้งจุดเด่น และจุดที่ควรปรับปรุง

แบบทดสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ ให้นักเรียนทำให้ครบทุกข้อตามเวลาที่กำหนด

คำสั่ง : ให้นักเขียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

จากบทความต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 1-4

นักดาราศาสตร์จับตา ขยะอวกาศ ซากจรวดบูสเตอร์ของจรวดฟัลคอน 9 อาจพุ่งชนดวงจันทร์ ในอีกไม่กี่สัปดาห์ข้างหน้า

เมื่อ 28 ม.ค.65 ซีเอ็นเอ็นรายงาน บรรดาผู้เชี่ยวชาญด้านอวกาศและนักดาราศาสตร์กำลังติดตาม ขยะอวกาศซากจรวดบูสเตอร์ ของจรวดฟัลคอน 9 ที่สร้างโดยบริษัทสเปซเอ็กซ์ ซึ่งถูกปล่อยขึ้นสู่อวกาศจากศูนย์อวกาศเคนเนดีในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี 2558 อาจพุ่งชนด้านมืดของดวงจันทร์ที่มองไม่เห็นจากโลก ในอีก 2-3 สัปดาห์หน้าด้วยความเร็ว จนทำให้เกิดหลุมบนพื้นผิวของดวงจันทร์

บิล เกรย์ นักวิจัยอิสระด้านอวกาศซึ่งมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับพลวัตของวงโคจร นับเป็นคนแรกที่พบว่าซากจรวดบูสเตอร์ของจรวดฟัลคอน 9 อาจพุ่งชนบริเวณด้านเหนือของเส้นศูนย์สูตรดวงจันทร์ ในเวลา 07.26 น. ตามเวลาเขตตะวันออก ในวันที่ 4 มี.ค.65 โดยซากจรวดบูสเตอร์นี้มีน้ำหนักประมาณ 3-4 ตัน และขนาดความยาว 49 ฟุต อย่างไรก็ตาม บิล เกรย์ บอกว่า วิธีซากจรวดบูสเตอร์ของจรวดฟัลคอน 9 กำลังเคลื่อนที่ซึ่งยากต่อการชี้จุดจุดที่จะพุ่งชนดวงจันทร์ที่แน่นอน และอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากบริเวณที่คาดการณ์ไว้ประมาณ 2-3 กิโลเมตร

ที่มา : www.thairath.com

1. จากบทความข้างต้น ขยะอวกาศเกิดจากสาเหตุใด พร้อมทั้งบอกเหตุผล (การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ)

.....

.....

.....

2. จงวิเคราะห์ว่า เพราะเหตุใดจรวดบูสเตอร์จึงสามารถพุ่งชนดวงจันทร์ได้ (ใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ)

.....

.....

.....

3. จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่าชาวนี้นับเป็นชาวที่มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้การคิดหลายระบบ)

.....

.....

.....

4. หากนักเรียนต้องนำข่าวนี้ไปเผยแพร่ต่อ นักเรียนสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้อย่างไรบ้าง (ใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ)

.....

.....

.....

จากบทความต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 5-8

นักบินอวกาศญี่ปุ่นว้าว! อยู่บน ISS แค่ 3 สัปดาห์ ตัวสูงขึ้น 9 ซม.

นักบินอวกาศญี่ปุ่น ซึ่งใช้ชีวิตอยู่บนสถานีอวกาศนานาชาติมานานราว 3 สัปดาห์ เซอร์ไพรส์สุดๆ หลังวัดความสูงพบว่า ตัวเองสูงขึ้นถึง 9 ซม. สำนักข่าวต่างประเทศรายงาน เมื่อวันอังคารที่ 9 ม.ค. ว่า ร้อยโทโนริชิเกะ คานาอิ นักบินอวกาศสังกัดสำนักงานสำรวจอวกาศญี่ปุ่น หรือ จาซา (JAXA) วัย 41 ปี ทวิตข้อความบนโลกออนไลน์ เพื่อแสดงความประหลาดใจที่ตัวเองสูงขึ้นอย่างมากภายในระยะเวลาเพียง 3 สัปดาห์ หลังถูกส่งขึ้นมาปฏิบัติภารกิจ และอยู่อาศัยบนสถานีอวกาศนานาชาติ (ISS) เมื่อเดือน ธ.ค. 2560

“อรุณสวัสดิ์ทุกคน วันนี้ผมมีเรื่องใหญ่จะประกาศ เราวัดขนาดร่างกายของพวกเราหลังจากเดินทางถึงอวกาศ และ ว้าว ว้าว ว้าว ผมตัวโตขึ้นตั้ง 9 ซม.แน่ะ!” นายคานาอิ ระบุบนทวิตเตอร์ “ผมโตขึ้นเหมือนต้นไม้เลยในเวลาแค่ 3 สัปดาห์ ไม่ได้เป็นอย่างนี้มาตั้งแต่สมัย ม.ปลายแล้ว ผมกังวลนิดหน่อยว่าผมจะนั่งเก้าอี้โซยุชได้มั้ย ในตอนที่ผมจะกลับโลก” ทั้งนี้ นักบินอวกาศต้องตรวจวัดขนาดร่างกายอย่างละเอียด เพื่อนั่งในแคปซูลโซยุช สำหรับเดินทางกลับโลก โดยตามปกติแล้ว นักบินฯ ที่อยู่ในสภาวะแรงโน้มถ่วงน้อยบน ISS จะตัวสูงขึ้นเพราะกระดูกสันหลังขยายตัว แต่เมื่อกลับมาบนโลก ความสูงของพวกเขาจะกลับเป็นปกติ เพราะมีแรงดึงดูดจากโลก อย่างไรก็ตามข้อมูลการวิจัยขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ หรือ นาซา (NASA) ระบุว่า มีบางกรณีที่มีการเดินทางไปอวกาศ ส่งผลให้เกิดการเสื่อมของกล้ามเนื้อที่ช่วยพยุงกระดูกสันหลัง และมักไม่กลับเป็นปกติแม้จะกลับมาถึงโลกหลายสัปดาห์แล้วก็ตาม

ที่มา : www.BBC.com

5. เพราะเหตุใดนายคานาอิจึงตัวสูงขึ้นถึง 9 เซนติเมตร (การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ)

.....

.....

.....

6. “การเดินทางขึ้นสู่อวกาศเป็นเทคโนโลยีใหม่ทางการแพทย์เพื่อเพิ่มความสูงให้กับมนุษย์” จากข้อความนี้ สามารถเป็นจริงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ)

.....

.....

.....

7. หากนักเรียนเจอข้อความของร้อยโทโนริชิเกะ คานาอิ บนทวีตเตอร์ของนักเรียน นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อความนั้นได้อย่างไร (ใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ)

.....

.....

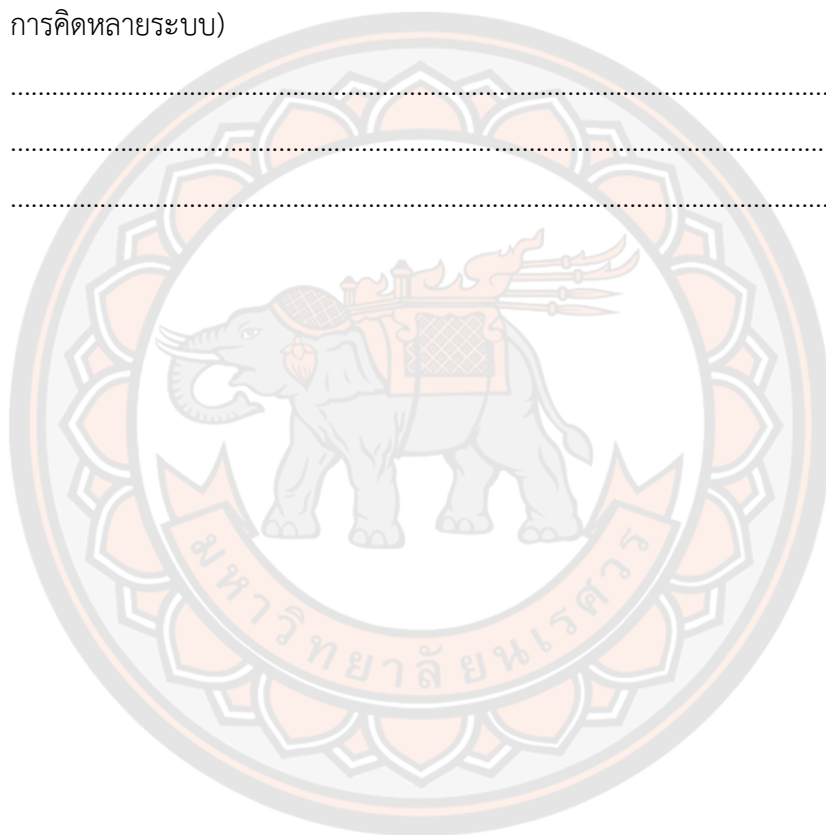
.....

8. จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่าข่าวนี้เป็นข่าวที่มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้การคิดหลายระบบ)

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน (คะแนน)		
	3	2	1
1. จากบทความข้างต้น ชยะ อวภาคเกิดจากสาเหตุใด พร้อมทั้งบอกเหตุผล (การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ)	นักเรียนมีการบอกสาเหตุของการเกิดชยะอวภาคและอธิบายเหตุผลของแนวคิดของตนเองโดยมีการอ้างอิงข้อมูลจากบทความ	นักเรียนมีการบอกสาเหตุของการเกิดชยะอวภาคและอธิบายเหตุผลของแนวคิดของตนเอง	นักเรียนมีการบอกสาเหตุของการเกิดชยะอวภาค
2. จงวิเคราะห์ว่า เพราะเหตุใดจรวดบυσเตอร์จึงสามารถพุ่งชนดวงจันทร์ได้ (ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ)	- นักเรียนสามารถวิเคราะห์บทความและบอกเหตุผลที่จรวดบυσเตอร์พุ่งชนดวงจันทร์ได้ - นักเรียนมีการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดของดวงจันทร์	- นักเรียนสามารถวิเคราะห์บทความและบอกเหตุผลที่จรวดบυσเตอร์พุ่งชนดวงจันทร์ได้	นักเรียนเขียนตอบได้ไม่ตรงประเด็น
3. จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่าชาวนี้น่าเชื่อหรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้การคิดหลายระบบ)	นักเรียนระบุว่าชาวนี้น่าเชื่อหรือไม่ พร้อมทั้งระบุเหตุผล	นักเรียนระบุว่าชาวนี้น่าเชื่อหรือไม่ แต่ไม่ระบุเหตุผล	นักเรียนเขียนตอบได้ไม่ตรงประเด็น
4. หากนักเรียนต้องนำชาวนี้นี้ไปเผยแพร่ต่อ นักเรียนสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้อย่างไรบ้าง (ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ)	นักเรียนสามารถระบุความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้มากกว่าหรือเท่ากับ 3 แหล่ง เช่น บอกวิธีการได้มาของข้อมูลที่ใช้เสนอ	นักเรียนสามารถระบุความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้ 2 แหล่ง	นักเรียนสามารถระบุความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้ 1 แหล่ง

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน (คะแนน)		
	3	2	1
	ข่าว บกประวัติ ของนักดาราศาสตร์ ที่ให้ข้อมูล ระบุ แหล่งข้อมูลเพื่อให้ สามารถติดตาม ข่าวสารต่อได้		
5. เพราะเหตุใดนายคานาอิ จึงตัวสูงขึ้นไป 9 เซนติเมตร (การให้เหตุผลอย่างมี ประสิทธิภาพ)	นักเรียนสามารถ บอกเหตุผลที่นาย คานาอิสูงขึ้นได้ โดยมีการอ้างอิง ข้อมูลภายใน บทความ	นักเรียนสามารถบอก เหตุผลที่นายคานาอิ สูงขึ้นได้ แต่ไม่ได้ อ้างอิงข้อมูลใน บทความ	นักเรียนเขียน ตอบได้ไม่ตรง ประเด็น
6. “การเดินทางขึ้นสู่อวกาศ เป็นเทคโนโลยีใหม่ทาง การแพทย์เพื่อเพิ่มความสูง ให้กับมนุษย์” จากข้อความ นี้ สามารถเป็นจริงได้ หรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้ วิจารณ์ญาณและการ ตัดสินใจ)	นักเรียนตอบ คำถามว่าจริง หรือไม่ พร้อมทั้ง ระบุเหตุผลที่มี ความน่าเชื่อถือ	นักเรียนตอบคำถาม ว่าจริงหรือไม่ แต่ เหตุผลไม่น่าเชื่อถือ	นักเรียนตอบ คำถามว่าจริง หรือไม่
7. หากนักเรียนเจอข้อความ ของร้อยโทโนริชิเกะ คานาอิ บนทวีเตอร์ของนักเรียน นักเรียนจะมีวิธีการ ตรวจสอบความน่าเชื่อถือ ของข้อความนั้นได้อย่างไร (ใช้วิจารณ์ญาณและการ ตัดสินใจ)	นักเรียนบอกวิธีการ ตรวจสอบความ น่าเชื่อถือของ ข้อความในทวีต เตอร์ได้มากกว่า หรือเท่ากับ 3 ข้อ เช่น ตรวจสอบ บัญชีของบุคคลที่ โพสต์ข้อมูล ศึกษา	นักเรียนบอกวิธีการ ตรวจสอบความ น่าเชื่อถือของ ข้อความในทวีตเตอร์ ได้ 2 ข้อ	นักเรียนบอก วิธีการตรวจสอบ ความน่าเชื่อถือ ของข้อความใน ทวีตเตอร์ได้ 1 ข้อ

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน (คะแนน)		
	3	2	1
	ข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ ดูระยะเวลาที่โพสต์ นั้นเผยแพร่ ออกสู่ สาธารณะ		
8. จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่าข่าวนี้ เป็นข่าวที่มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้การคิดหลายระบบ)	นักเรียนระบุว่าข่าว มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ พร้อมทั้ง ระบุเหตุผล	นักเรียนระบุว่าข่าวมี ความน่าเชื่อถือหรือไม่ แต่ไม่ระบุ เหตุผล	นักเรียนเขียน ตอบได้ไม่ตรง ประเด็น

เกณฑ์การประเมิน

- 17-24 คะแนน มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดีเยี่ยม
- 9-16 คะแนน มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดี
- 1-8 คะแนน มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับพอใช้

ภาคผนวก ฉ แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ

ตาราง แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 กับแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบของการคิดอย่างมี วิจารณญาณและข้อคำถาม	ระดับคะแนน			รวม	ioc	แปลผล
	จากผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
1. จากบทความข้างต้น ขยะอวกาศเกิดจาก สาเหตุใด พร้อมทั้งบอกเหตุผล (การให้ เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. จงวิเคราะห์ว่า เพราะเหตุใดจรวดบอลลูน เตอร์จึงสามารถพุ่งชนดวงจันทร์ได้ (ใช้ วิจารณญาณและการตัดสินใจ)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่าชาวนี้นี้ เป็นข่าวที่มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะ เหตุใด (ใช้การคิดหลายระบบ)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
4. หากนักเรียนต้องนำชาวนี้นี้ไปเผยแพร่ต่อ นักเรียนสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูลได้อย่างไรบ้าง (ใช้วิจารณญาณ และการตัดสินใจ)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. เพราะเหตุใดนายคานาอิจิ็งตัวสูงขึ้นถึง 9 เซนติเมตร (การให้เหตุผลอย่างมี ประสิทธิภาพ)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

องค์ประกอบของการคิดอย่างมี วิจารณญาณและข้อคำถาม	ระดับคะแนน			รวม	ioc	แปลผล
	จากผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
6. “การเดินทางขึ้นสู่อวกาศเป็นเทคโนโลยีใหม่ทางการแพทย์เพื่อเพิ่มความสูงให้กับมนุษย์” จากข้อความนี้ สามารถเป็นจริงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. หากนักเรียนเจอข้อความของร้อยโทโนริ ชิเกะ คานาอิ บนทวิตเตอร์ของนักเรียน นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อความนั้นได้อย่างไร (ใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่าข่าวนี้เป็นข่าวที่มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช้การคิดหลายระบบ)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง