การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่องระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สุวรรณี โลมกลาง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

THE STUDY OF MENTAL MODEL THROUGH DRAWING ABOUT SOLAR SYSTEM FOR GRADE 4 STUDENTS

SUWANNEE LOMKLANG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCES
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2020

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่อง ระบบสุริยะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย นางสาวสุวรรณี โลมกลาง

คณะกรรมการสอบ

ดร.ธนิดา สุจริตธรรม	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

……..……..……

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม)

…….....	…….....
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร จึงสุทธิวงษ์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2563

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วยดีเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านคำบากที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องวิจัยในโอกาสนี้

โอกาสท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอน้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ผู้ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษา และทำวิจัยในครั้งนี้ และพระคุณของครูอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดีจากการศึกษาวิจัย คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศเพื่อบูชาพระคุณของบิดามารดาและบูรพาจารย์ที่ให้การอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้ให้ความปรารถนาดีเสมอมา

สุวรรณี โลมกลาง
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง	:	การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่องระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	:	สุวรรณี โลมกลาง
ชื่อปริญญา	:	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	:	วิทยาศาสตร์ศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม
คำสำคัญ	:	แบบจำลองทางความคิด, วาดภาพ, ระบบสุริยะ, การ์ดเกม, เทคโนโลยีเสมือนจริง

แบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่แฝงอยู่ในตัวผู้เรียนออกมาให้เห็น แบบจำลองทางความคิดจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้เข้าใจผู้เรียน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดประเภทแบบจำลองภาพของนักเรียน เรื่อง ระบบสุริยะก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลาย ได้แก่ การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนวาดภาพระบบสุริยะ ร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างของนักเรียนเป็นรายบุคคล แบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะ ผลวิจัยแบ่งความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับระบบสุริยะออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวหาง และดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องการจำลองระบบสุริยะเพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลายเป็นวิธีการสอนที่ดี

ABSTRACT

TITLE : THE STUDY OF MENTAL MODEL THROUGH DRAWING ABOUT SOLAR SYSTEM FOR GRADE 4 STUDENTS
AUTHOR : SUWANNEE LOMKLANG
DEGREE : MASTER OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
ADVISOR : ASST. PROF. SURA WUTTIPROM, Ph.D
KEYWORDS : MENTAL MODEL, DRAWING, SOLAR SYSTEM, GAME CARD, AUGMENTED REALITY

A mental model is a reflection of students' implicit knowledge. Mental modeling is thus a useful tool for analyzing learner comprehension. The goal of this study was to examine students' mental models of the solar system, also known as "visual models". This involved an inquiry-based learning strategy integrating diverse media, such as game cards and augmented reality 3D pop-up books, analyzed before and after the study. The sample consisted of 23 fourth-graders in the second semester of the 2020 school year. The tools used to collect information included a mental model in which students sketch a picture of the solar system along with a semi-structured interview. The assessment checklist checks their understanding of solar system simulation concepts. The research results divided students' understanding of the solar system into two groups: those with correct ideas and those with misconceptions such as that some students think that the Earth is the center of the solar system, that comets and moons are planets, et al. Students acquire correct conceptions of the solar system after learning management. Therefore, an inquiry-based learning approach combined with multiple media is an effective teaching method.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญภาพ	**ฌ**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แบบจำลองทางความคิด	5
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) บูรณาการร่วมกับ GPAS 5 STEP	7
2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบ Game Based Learning	12
2.4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์	15
2.5 เทคโนโลยีมิติเสมือนจริง และ Application Galactic Explorer for Merge Cube	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	25
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	26
3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	33
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ 37

4.2 ประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์ของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เกณฑ์ 80/80 51

4.3 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง 54

บทที่ 5 อภิปราย สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย 60

5.2 สรุปผลการวิจัย 65

5.3 ข้อเสนอแนะ 67

เอกสารอ้างอิง **70**

ภาคผนวก

ก เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล 76

ข คะแนนและผลการคำนวณทางสถิติ 100

ค ตัวอย่างใบงาน 113

ง ภาพการดำเนินกิจกรรม 121

ประวัติผู้วิจัย **124**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้น	11
3.1	เกณฑ์การให้คะแนนแบบตรวจสอบรายการ (Check list) การจำลองทางความคิด การจำลองระบบสุริยะ	26
3.2	การกำหนดเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการเรียนรู้	28
3.3	การจำแนกวัตถุประสงค์ จำนวนข้อแบบทดสอบวัดพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละด้าน	32
4.1	กลุ่มแนวคิดที่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ก่อนเรียน	38
4.2	กลุ่มแนวคิดที่ไม่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ก่อนเรียนและหลังเรียน	40
4.3	จำนวนนักเรียนและค่าร้อยละของนักเรียนที่มีต่อแนวคิดในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางของระบบสุริยะ	42
4.4	การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางของระบบสุริยะ	43
4.5	การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ดาวเคราะห์บริวาร	44
4.6	การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ดาวเคราะห์บริวาร	45
4.7	การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง การโคจร	46
4.8	การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง การโคจร	47
4.9	การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ลักษณะอื่น ๆ	48
4.10	การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ลักษณะอื่น ๆ	49
4.11	สรุปค่าเฉลี่ยการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของประเด็นที่ศึกษา ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนผ่านสื่อการสอนที่หลากหลายโดยใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.12	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำใบงานกิจกรรมกลุ่ม และแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียนเป็นรายบุคคล	51
4.13	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่วาดภาพการจำลองระบบสุริยะ และการตอบคำถามจากเกมการ์ดหลังเรียน ของผู้เรียนทุกคน	52
4.14	จำนวนนักเรียนและค่าร้อยละที่พึงพอใจสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง	52
4.15	การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียน การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ และการตอบคำถามในการ์ดเกม	54
4.16	วิเคราะห์ผลเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง	55
4.17	ผลรายการประเมินตามองค์ประกอบย่อยการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง	58
ข.1	ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ (E1) ตามเกณฑ์ 80/80	101
ข.2	ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ (E2) ตามเกณฑ์ 80/80	102
ข.3	สรุปผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ (E2) ตามเกณฑ์ 80/80	103
ข.4	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ	103
ข.5	ผลสรุปการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ จากการวาดภาพแบบจำลองทางความคิด	104
ข.6	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ แบบ t-test dependent samples ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดย อาจารย์ปกรณ์ ประจัญบาน	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ข.7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ 105

ข.8 ผลสรุปการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ จากการตอบคำถามในการ์ดเกม 107

ข.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน การตอบคำถามในการ์ดเกม แบบ t-test dependent samples ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดย อาจารย์ปกรณ์ ประจัญบาน 107

ข.10 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง รายข้อ (ก่อนเรียน) 108

ข.11 แบบสรุปเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอน โดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง รายข้อ (หลังเรียน) 109

ข.12 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง 110

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	Application Galactic Explorer for Merge Cube	18
2.2	ลูกบาศก์ที่มีคิวอาร์โค้ดที่ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน	19
2.3	การเลือกโหมดที่จะใช้ใน Application Galactic Explorer for Merge Cube	19
2.4	ระบบสุริยะที่แสดงใน Application Galactic Explorer for Merge Cube	20
3.1	แผนภาพการทดลองแบบ One-group pretest-posttest design	25
3.2	ขั้นตอนการศึกษาแนวทางการออกแบบการสร้างการ์ดเกมและหนังสือสามมิติ	29
3.3	การ์ดเกม	30
3.4	หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง	31
4.1	กลุ่มแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน ที่มีประเด็นย่อยที่ถูกต้องบางส่วน คือ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง และดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด	39
4.2	กลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่มีประเด็นย่อยที่ถูกต้องทุกประเด็น หลังเรียน	40
4.3	แนวคิดที่ไม่ถูกต้องในประเด็นโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดวงจันทร์ และดาวหางเป็นดาวเคราะห์	41
ค.1	ใบงานกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน	114
ค.2	การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนก่อนเรียน	117
ค.3	การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนหลังเรียน	119
ง.1	กิจกรรมเล่นเกมการ์ดพิทอัพ	122
ง.2	กิจกรรมศึกษาสื่อสมุดสามมิติร่วมกับแอปพลิเคชัน	123

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ (Science as inquiry) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ได้กำหนดสาระแกนกลาง สำหรับการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องระบบสุริยะ นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง จากหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่านักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในโลกปัจจุบันได้ก้าวหน้ามากขึ้น ก่อให้เกิดเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์เว็บแคม กล้องในโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์ ร่วมกับการใช้ซอฟท์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็นวัตถุ (Object) อาทิเช่น คน สัตว์ สิ่งของ เป็นลักษณะ 3 มิติ ซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา ฉะนั้นเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถทำให้ผู้ใช้เห็นภาพเสมือนจริงได้รอบด้าน 360 องศา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปยังสถานที่จริง แต่เทคโนโลยีไม่ได้หยุดเพียงเท่านี้ เทคโนโลยีเสมือนจริงได้พัฒนาจนมีแอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่เพียงแค่โหลดแอปพลิเคชันลงในสมาร์ตโฟน เมื่อใช้กล้องหลังส่องไปที่คิวอาร์โค้ดที่มีให้พร้อมในแอปพลิเคชัน คิวอาร์โค้ดประกอบด้วยจุดสี่เหลี่ยมสีดำ จัดอยู่ในตารางสี่เหลี่ยมบนพื้นสีขาวซึ่งสามารถอ่านได้โดยอุปกรณ์การถ่ายภาพ ก็จะสามารถเห็นระบบสุริยะในรูปแบบ 3 มิติ ชัดเจนและสวยงาม

ในการจัดการเรียนรู้ปีการศึกษาที่ผ่านมา ครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ใช้สื่อการสอน คือ วิดีโอ หรือภาพประกอบจากแบบเรียน และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ครูขาดการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสอนในเนื้อหาเรื่องระบบสุริยะ กอรปกับครูสังเกตเห็นว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาชอบเล่นการ์ดเกม อีกประการหนึ่งที่สำคัญคือการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมา

ครูใช้แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย และอัตนัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมาในเรื่องระบบสุริยะ นักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็นร้อยละ 25 ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อช่วยกระตุ้นการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ความสนใจในการเรียนรู้ รวมถึงการส่งเสริมจินตนาการของนักเรียน โดยศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากการวาดภาพร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2.2 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ 80/80

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ช่วยให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิด เรื่องระบบสุริยะที่ถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพทางการศึกษาตามเกณฑ์ 80/80

1.3.3 นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านคำบาก อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 23 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

1.4.2.2 ตัวแปรตามได้แก่

1) แบบจำลองทางความคิดเรื่องระบบสุริยะที่ถูกต้อง

2) ประสิทธิภาพของการ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

3) เจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

1.4.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ระบบสุริยะ โดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ภายใต้แผนการจัดการเรียนรู้แบบมีการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps โดยปรับแผนการสอนตามแบบเรียนของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) ซึ่งเป็นแบบเรียนที่โรงเรียนดำเนินการทำวิจัยใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่องระบบสุริยะ ซึ่งเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วยดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2563) โดยใช้เวลาการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใต้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 คาบ ระยะเวลาในการดำเนินการ 1 สัปดาห์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

1.5.2 ได้สื่อการสอนเรื่อง ระบบสุริยะ ที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.3 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 หนังสือสามมิติ หมายถึง รูปเล่มของสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนอกจากจะมีภาพ มีตัวหนังสือแล้วยังมีคิวอาร์โค้ดที่ได้จากแอปพลิเคชัน Galactic Explorer for Merge Cube โผล่ออกมาจากพื้นของหนังสือเมื่อหนังสือถูกเปิดขึ้น และภาพจะถูกพับเก็บลงไป เมื่อปิดหนังสือลง

1.6.2 การ์ดเกม หมายถึง ชุดการ์ดเกมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการ์ดเกมถามตอบเกี่ยวกับระบบสุริยะ มีทั้งหมด 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ชุดคำถามเกี่ยวกับการจำลองและการโคจรของระบบสุริยะ ชุดที่ 2 คือชุดคำตอบที่ให้นักเรียนได้เลือกตอบ

1.6.3 เทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์เว็บแคม กล้องในโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์

ร่วมกับการใช้ซอฟท์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็นระบบสุริยะ ลักษณะ 3 มิติ ซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา ได้จากแอปพลิเคชัน Galactic Explorer for Merge Cube

1.6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยแบบทดสอบที่ผู้เรียนได้ทำการทดสอบหลังเรียนเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากคำถามในการ์ดเกม

1.6.5 เจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบสอบถามที่เป็นแบบวัดความรู้สึกพึงพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านการเรียนการสอน เนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับ

1.6.6 ประสิทธิภาพของสื่อ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติ ร่วมกับ เทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง ระดับคุณภาพของสื่อ ที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

1.6.6.1 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ทำใบงานกิจกรรมกลุ่มและแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

1.6.6.2 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่วาดภาพการจำลองระบบสุริยะ และการตอบคำถามจากเกมการ์ดหลังเรียน ของผู้เรียนทุกคน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้ Card game picked up ร่วมกับ Application Galactic Explorer for Merge Cube เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดังนี้

2.1 แบบจำลองทางความคิด

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) บูรณาการร่วมกับ GPAS 5 STEP

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบ Game Based Learning

2.4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.5 เทคโนโลยีมิติเสมือนจริง และ Application Galactic Explorer for Merge Cube

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองทางความคิด

แบบจำลองทางความคิดช่วยให้เราเข้าใจผู้เรียน เพราะแบบจำลองทางความคิดอธิบายคือสิ่งที่สะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนออกมาให้เห็นภาพชัดเจน สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นนามธรรมมาอธิบายความรู้ให้เป็นภาพธรรมได้ และการสร้างแบบจำลองทางความคิดในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงออกมาได้ในรูปแบบที่หลากหลาย (multiple representations) ใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ของข้อเท็จจริงให้เข้าใจได้ง่าย ดังนั้นแบบจำลองทางความคิดจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้สอนเข้าถึงความเข้าใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้ (Harrison and Treagust, 1996; Acher et al., 2007)

Gilbert (2005) จำแนกแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภท คือ

2.1.1 แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) คือ สิ่งที่เป็นตัวแทนสะท้อนถึงแนวคิดของแต่ละบุคคล ที่สร้างขึ้นโดยใช้เหตุและผลเฉพาะตัวของบุคคลนั้น เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้

แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) เป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิดของตนเอง เพื่อแสดงหรือสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ แบบจำลองที่นำมาใช้แสดงออกเพื่อสื่อสารนำเสนอสิ่งต่าง ๆ ให้เข้าใจง่ายขึ้น สามารถจำแนกเป็น 5 ลักษณะ ดังนี้

2.1.1.1 แบบจำลองที่เป็นแบบจำลองภาพธรรม (concrete model) ที่เป็นแบบจำลองของวัตถุ 3 มิติ ใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ

2.1.1.2 แบบจำลองที่เป็นคำพูด (verbal model) เป็นคำพูด คำอธิบาย เกี่ยวกับข้อความรู้ เช่น การอธิบายแบบจำลองระบบสุริยะ

2.1.1.3 แบบจำลองสัญลักษณ์ (symbolic model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์ในการแทนสิ่งต่าง ๆ ที่ตกลงร่วมกันเพื่อให้เข้าใจตรงกัน เช่น สัญลักษณ์ในตารางธาตุ

2.1.1.4 แบบจำลองภาพ (visual model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ภาพในการอธิบาย เช่น การวาดภาพ กราฟ แผนผัง หรือไดอะแกรม เช่น การวาดภาพอธิบายการจำลองระบบสุริยะ

2.1.1.5 แบบจำลองที่เป็นลักษณะท่าทาง (gestural model) คือ แบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่ออธิบายสิ่งต่าง ๆ เช่น การจำลองของดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์

2.1.2 การจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 กลุ่ม

Simpson, W.D., & Marek, EA (พิมพ์พิไล จันทรัตน์กุล, 2563; อ้างอิงจาก Simpson, W.D., & Marek, EA., 1998) กล่าวถึงเกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

2.1.2.1 กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (Sound Understanding, SU) หมายถึง ผู้เรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

2.1.2.2 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding, PU) หมายถึง ผู้เรียนเลือกคำตอบถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบสมบูรณ์ตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

2.1.2.3 กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with a Specific Misconception, PU&SM) หมายถึง ผู้เรียนเลือกคำตอบถูกต้อง อธิบายเหตุผลบางส่วนถูกต้อง และมีบางส่วนไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

2.1.2.4 กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Specific Misconception, SM) หมายถึง ผู้เรียนเลือกคำตอบถูกหรือผิด แต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

2.1.2.5 กลุ่มที่ 5 กลุ่มไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU) หมายถึง ผู้เรียนเลือกคำตอบถูก หรือผิด และไม่มีการอธิบายเหตุผลที่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายไม่ตรงคำถาม หรือไม่ตอบคำถาม

2.1.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลอง

พรรณวิไล ชมชิด (2552) การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างนักวิทยาศาสตร์ และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องสอนให้นักเรียนรู้จักการสร้างแบบจำลองและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองนั้น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียน

ได้พัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากแบบจำลอง ครูมีบทบาทสำคัญในฐานะผู้อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ดังนี้

(1) การสร้างบรรยากาศให้เกิดการคิด เพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละบุคคล และการแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อให้เกิดแบบจำลองทางความคิดของกลุ่ม

(2) แนะนำเกี่ยวกับทักษะการใช้แบบจำลองต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนรู้จักแบบจำลองที่หลากหลาย และเลือกใช้แบบจำลองที่สามารถอธิบายความคิดได้ชัดเจนที่สุด รวมทั้งชี้แนะให้นักเรียนได้นำเสนออภิปราย เปรียบเทียบ และวิพากษ์แบบจำลองนั้น ๆ

(3) ชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงธรรมชาติของแบบจำลองว่ามีข้อจำกัด เนื่องจากแบบจำลองไม่ใช่ของจริง และไม่สามรถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ทั้งหมด ดังนั้นครูต้องให้นักเรียนหาข้อสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น และให้นักเรียนหาข้อจำกัดที่แบบจำลองนั้น ไม่สามารถอธิบายได้

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) บูรณาการร่วมกับ GPAS 5 STEP

2.2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) งานวิจัยมากมายได้ยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างรอบคอบ มีลำดับขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือสืบเสาะและค้นหาสิ่งต่าง ๆ แล้วทำ ความเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้อย่างราบรื่น เหมาะสม จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและมั่นคง นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และช่วยให้ผู้เรียนสนใจเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้นด้วย วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E Learning Cycle Model) มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

2.2.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.2.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำเสนอข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

2.2.1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

2.2.1.5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

2.2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 STEP

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) (2563) ได้ให้ความหมาย และข้อมูล เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 STEP ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.2.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 STEP หมายถึง กระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบ GPAS 5 STEP เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายโดยการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ในการนี้ผู้สอนต้องลดบทบทในการสอนและการให้ความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรงลง แต่เพิ่มกระบวนการและกิจกรรมหลากหลายที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการพูด การเขียน การอภิปรายกับเพื่อน ซึ่งหลักการนี้จะสอดคล้องกับหลักการ Learning Pyramid คือ ถ้าผู้เรียนเรียนรู้จากการอ่านเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนจะจำได้เพียง ร้อยละ 10 ได้ฟังและมองเห็นจากสื่อจะเพิ่มเป็น ร้อยละ 20 แต่เห็นตัวอย่างและการสาธิตจะเพิ่มเป็น ร้อยละ 30 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจะเป็น ร้อยละ 50 ลงมือปฏิบัติเองจะจำได้ถึง ร้อยละ 75 และได้เรียนรู้จากกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่หลากหลายก็จะเพิ่มโอกาสการจดจำความรู้ถึง ร้อยละ 90

2.2.2.2 ความหมายของทักษะการคิดในโครงสร้าง GPAS

1) ทักษะการคิดระดับการรวบรวมข้อมูล (Gathering: G) ได้แก่ การกำหนดประเด็นในการรวบรวมข้อมูล (Focusing Skill) คือ การกำหนดขอบเขตการศึกษาและมุ่งความสนใจไปในทิศทางตามจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน เพื่อที่จะได้คัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การสังเกตด้วยประสาทสัมผัส (Observing) คือ การรับรู้และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ไม่มีการใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูล ข้อมูลจากการสังเกตมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ การบันทึกข้อมูล (Encoding & Recording) คือ กระบวนการประมวลข้อมูลของสมอง เมื่อรับสิ่งเร้าจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 จะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น หากต้องการเก็บข้อมูลไว้ใช้ต่อ ๆ ไป ข้อมูลนั้นจะต้องเปลี่ยนรูปโดยการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งจะสามารถเรียกข้อมูลมาใช้ได้ภายหลังโดยการถอดรหัส (Decoding) การดึงข้อมูลเดิมมาใช้และย่อความ (Retrieving & Summarizing) คือ การนำข้อมูลที่มี

อยู่นำกลับมาใช้ใหม่ และการจับใจความสำคัญของเรื่องที่ต้องการสรุปแล้วเรียบเรียงให้กระชับครอบคลุมสาระสำคัญ

2) ทักษะการคิดระดับการจัดกระทำข้อมูล (Processing: P) ได้แก่ การจำแนก (Discriminating) คือ การแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ตามมิติที่กำหนด การเปรียบเทียบ (Comparing) คือ การค้นหาความเหมือนและหรือความแตกต่างขององค์ประกอบตั้งแต่ 2 องค์ประกอบขึ้นไป เพื่อใช้ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งในเกณฑ์เดียวกัน การจัดกลุ่ม (Classifying) คือ การนำสิ่งต่าง ๆ มาแยกเป็นกลุ่มตามเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับทางวิชาการ หรือการยอมรับโดยทั่วไป การจัดลำดับ (Sequencing) คือ การนำข้อมูลหรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นมาจัดเรียงให้เป็นลำดับว่าอะไรมาก่อน อะไรมาทีหลัง การสรุปเชื่อมโยง (Connecting) คือ การบอกความสัมพันธ์เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันของข้อมูลอย่างมีความหมาย การไตร่ตรองด้วยเหตุผล (Reasoning) คือ ความสามารถในการบอกที่มาของสิ่งใด ๆ หรือเหตุการณ์ใด ๆ หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุของพฤติกรรมนั้นได้ การวิจารณ์ (Criticizing) คือ การท้าทายและโต้แย้งข้อสมมุติฐานที่อยู่เบื้องหลังเหตุผลที่โยงความคิดเหล่านั้น เพื่อเปิดทางสู่แนวความคิดอื่น ๆ ที่อาจเป็นไปได้ การตรวจสอบ (Verifying) คือ การยืนยันหรือพิสูจน์ข้อมูลที่สังเกตรวบรวมมาตามความถูกต้องเป็นจริง

3) ทักษะการคิดระดับการประยุกต์ใช้ (Applying: A) ได้แก่ การใช้ความรู้อย่างสร้างสรรค์ (Creative) คือ การนำความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจไปใช้ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น การวิเคราะห์ (Analysis) คือ ความสามารถในการแยกแยะหลักการองค์ประกอบสำคัญหรือส่วนย่อย ตลอดจนหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การสังเคราะห์ (Synthesis) คือ การนำความรู้ที่ผ่านการวิเคราะห์มาผสมผสานสร้างสิ่งใหม่ที่มีลักษณะต่างจากเดิม การตัดสินใจ (Decision Making) คือ การพิจารณาเลือกทางเลือกตั้งแต่ 2 ทางเลือกขึ้นไป ทางเลือกหรือตัวเลือกนั้นอาจเป็นวัตถุสิ่งของหรือแนวปฏิบัติต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือดำเนินการเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การนำความรู้ไปปรับใช้ (Transferring) คือ การถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่ไปปรับใช้ในสถานการณ์อื่น การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ การวิเคราะห์สถานการณ์ที่ยากเพื่อจุดประสงค์ในการแก้ไขสถานการณ์หรือขจัดให้ปัญหานั้นหมดไป นำไปสู่สภาวะที่ดีกว่าหรือมีทางออก การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ ความสามารถในการพิจารณา ประเมินและตัดสินสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นที่มีข้อสงสัยหรือข้อโต้แย้ง โดยการพยายามแสวงหาคำตอบที่มีความสมเหตุสมผล การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ ความสามารถในการคิดได้อย่างกว้างไกลหลายทิศทางอย่างเป็นกระบวนการ โดยใช้จินตนาการที่หลากหลายเพื่อก่อให้เกิดความแปลกใหม่ในการสร้าง ผลิต ดัดแปลงงานต่าง ๆ ซึ่งจะต้องเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้คิดมีอิสระทางความคิด

4) ทักษะการคิดระดับการกำกับตนเอง (Self-Regulatings: S) ได้แก่ การตรวจสอบและควบคุมการคิด (Meta-Cognition) คือ การที่บุคคลรู้และเข้าใจถึงความคิดของตนเอง ไตร่ตรองก่อนกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นการประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมถึงการวางแผนการควบคุมกำกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและการประเมินผล การสร้างค่านิยมการคิด (Thinking Value) คือ การคิดเพื่อประโยชน์ในระดับต่าง ๆ ได้แก่ เพื่อประโยชน์ตน กลุ่มตน เพื่อสังคมและเพื่อประโยชน์ของกลุ่ม และเพื่อประโยชน์ของประเทศชาติ โลก ทุกองค์ประกอบ การสร้างนิสัยการคิด (Thinking Disposition) คือ ลักษณะเฉพาะของการกระทำของคนที่มีสติปัญญา เมื่อเผชิญหน้ากับปัญหาการตัดสินใจที่จะแก้ปัญหา จะไม่กระทำทันทีทันใดก่อนที่จะมีข้อมูลหลักฐานชัดเจนเพียงพอ

2.2.2.3 การจัดกระบวนการเรียนรู้เป็น “บันได 5 ขั้น (5 STEPS) ได้แก่

1) ขั้นที่ 1 การตั้งประเด็นคำถามหรือการตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis Formulation) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด สังเกต ตั้งคำถามอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการตั้งคำถาม (Learning to Question)

2) ขั้นที่ 2 การสืบค้นความรู้จากแหล่งเรียนรู้และสารสนเทศ (Searching for Information) เป็นการฝึกแสวงหาความรู้ ข้อมูล และสารสนเทศจากแหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลาย เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต หรือจากการปฏิบัติทดลอง ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการแสวงหาความรู้ (Learning to Search)

3) ขั้นที่ 3 การสร้างองค์ความรู้ (Knowledge Formulation) เป็นการฝึกให้นำความรู้ ข้อมูล และสารสนเทศที่ได้จากการแสวงหาความรู้มาอภิปราย เพื่อนำไปสู่การสรุปและสร้างสรรค์องค์ความรู้ (Learning to Construct)

4) ขั้นที่ 4 การสื่อสารและการนำเสนออย่างมีประสิทธิภาพ (Effective Communication) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะในการสื่อสาร (Learning to Communicate)

5) ขั้นที่ 5 การบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Public Service) เป็นการนำความรู้สู่การปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนจะต้องเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การทำประโยชน์ให้กับสังคมและชุมชนรอบตัวตามวุฒิภาวะของผู้เรียน ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตสาธารณะและบริการสังคม (Learning to Service)

2.2.2.4 การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 STEP การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิด เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ ใช้ความรู้ผลิตผลงาน เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps มีดังนี้

1) Step 1 Gathering (ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล)

2) Step 2 Processing (ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้)

3) Step 3 Applying and Constructing the Knowledge (ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ)

4) Step 4 Applying the Communication Skill (ขั้นสื่อสารและนำเสนอ)

5) Step 5 Self-Regulating (ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ)

2.2.2.5 การนำกระบวนการเรียนรู้ GPAS 5 Steps ไปใช้ในการออกแบบการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget) และของวีก๊อทสกี้ (Semyonovich Vygotsky) เป็นรากฐานสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนคิดลงมือทำและสรุปความรู้ด้วยตนเอง โดยการปะทะสัมพันธ์กับประสบการณ์ต่าง ๆ และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มุมมองหลากหลายจึงทำให้ผู้เรียนมีข้อมูล นำไปสู่การปรับโครงสร้างความรู้ ความคิดรวบยอด หรือหลักการสำคัญที่ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Independent Study) จึงเป็นแนวทางที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งในแง่ความสนใจ ประสบการณ์ วิธีการเรียนรู้ และการให้คุณค่าความรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนสร้างขึ้นอย่างมีความหมาย เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชน และสังคมโลก การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการ “Acting on” ไม่ใช่ “Taking in” กล่าวคือ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง (Internal Mental Interaction) แล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป การเรียนการสอนต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ใช้ความรู้ผลิตผลงาน”

2.2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) บูรณาการร่วมกับ GPAS 5 STEP สามารถนำมาจัดตารางเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry)	การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 STEP
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	Step 1 Gathering ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล
ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	Step 2 Processing ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้น (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry)	การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 STEP
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	Step 3 Applying and Constructing the Knowledge ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ
ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	Step 4 Applying the Communication Skill ขั้นสื่อสารและนำเสนอ
ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)	Step 5 Self-Regulating ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบ Game Based Learning

คือ แนวการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นสื่อ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยผสมผสานความสนุกสนานจากการเล่นเกมไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยมีจุดเริ่มต้นเมื่อประมาณ ค.ศ. 2002 ซึ่งนักวิจัยด้านการศึกษาหลายท่าน ไม่ว่าจะเป็น Randal W. Kindley Jennifer Jenson และ Maja Pivec ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการปรับปรุงการเรียนการสอนใหม่ โดยนำเอาความบันเทิงเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบการเรียนรู้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้น จนเป็นที่มาของคำว่า Edutainment ซึ่งหมายถึงการศึกษาที่มาพร้อมกับความบันเทิง กับคำว่า Plearn ที่หมายถึง เล่นและเรียน โดยมาจากคำว่า Play รวมกับ Learn นั่นเอง (นรรัชต์ ฝันเชียร, 2563)

วรัตต์ อินทสระ (2559) กล่าวว่า Game Based Learning เป็นส่วนหนึ่งของ Active Learning Active Learning คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ และได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้กระทำลงไป เป็นการจัดกิจกรรมเรียนรู้ภายใต้สมมติฐาน 2 ประการ คือ 1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์ 2) แต่ละคนมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันความรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงมีโอกาสลงมือกระทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียวการเรียนรู้จึงเกิดจากการอ่าน การเขียน การโต้ตอบ และการวิเคราะห์ปัญหา รวมทั้งผู้เรียนยังได้ใช้กระบวนการขั้นสูงได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2.3.1 วิธีการสอนโดยใช้เกม โดย ทิศนา แขมมณี (2552) ได้ให้รายละเอียดและข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลการสอนไว้ดังนี้

2.3.1.1 ความหมายวิธีสอนโดยใช้เกม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูล

ของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของผู้เรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้

2.3.1.2 องค์ประกอบของวิธีสอนโดยใช้เกมมีดังนี้

1) มีผู้สอนและผู้เรียน

2) มีเกม และกติกาการเล่น

3) มีการเล่นเกมตามกติกา

4) มีการอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น วิธีการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของผู้เล่นหลังการเล่น

5) มีผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3.1.3 ขั้นตอนสำคัญของการสอนโดยใช้เกมมีดังนี้

1) ผู้สอนนำเสนอเกม ชี้แจงวิธีการเล่น และกติกาการเล่น เนื่องจากเกมแต่ละเกมมีวิธีการเล่น และกติกาการเล่นที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกัน ในกรณีที่เกมนั้นเป็นเกมง่าย ๆ มีวิธีเล่นและกติกาไม่ซับซ้อน การชี้แจงก็ย่อมทำได้ง่าย แต่ถ้าเกมนั้นมีความซับซ้อนมากการชี้แจงก็จะทำได้ยากขึ้นผู้สอนควรจัดลำดับขั้นตอนและให้รายละเอียดที่ชัดเจนโดยอาจต้องใช้สื่อเข้าช่วย หรืออาจให้ผู้เรียนซ้อมเล่นก่อนการเล่นจริง กติกาการเล่น เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเล่นเกมเพราะกติกานี้จะตั้งขึ้นเพื่อควบคุมให้การเล่นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้สอนควรศึกษากติกาการเล่นและวิเคราะห์ (หากเกมไม่ได้ให้รายละเอียดไว้) กติกาว่า กติกาแต่ละข้อมีขึ้นด้วยวัตถุประสงค์อะไรและควรดูแลให้ผู้แล่นปฏิบัติตามกติกาของการเล่นอย่างเคร่งครัด

2) ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา ก่อนการเล่น ผู้สอนควรจัดสถานที่ของการเล่นให้อยู่ในสภาพที่เอื้อต่อการเล่น ไม่เช่นนั้น อาจจะทำให้การเล่นเป็นไปอย่างติดขัดและเสียเวลา เสียอารมณ์ของผู้เล่นด้วย การเล่นควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอน และในบางกรณีต้องควบคุมเวลาในการเล่นด้วยในขณะที่ผู้เรียนกำลังเล่นเกม ผู้สอนควรติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่นหากเป็นไปได้ผู้สอนควรมอบหมายผู้เรียนบางคนให้ทำหน้าที่สังเกตการณ์การเล่น และควบคุมกติกาการเล่นด้วย

3) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นและวิธีการหรือพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่สำคัญมาก หากขาดขั้นตอนนี้ การเล่นเกมก็คงไม่ใช่วิธีสอนแต่เป็นเพียงการเล่นเกมธรรมดา ๆ จุดเน้นของเกมอยู่ที่การเรียนรู้ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่จะเอาชนะอุปสรรคเพื่อจะไปให้ถึงเป้าหมาย ผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจว่าจุดเน้นของการใช้เกมในการสอนนั้น ก็เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ดังนั้นการอภิปราย จึงควรมุ่งประเด็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสอนนั้น ๆ กล่าวคือ ถ้าการใช้เกมนั้นมุ่งเพียงเป็นเครื่องมือฝึกทักษะให้ผู้เรียน การอภิปราย

ก็ควรมุ่งไปที่ทักษะนั้น ๆ ว่าผู้เรียนได้พัฒนาทักษะนั้นเพียงใด ประสบความสำเร็จตามต้องการหรือไม่ และจะมีวิธีใดที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จมากขึ้น แต่ถ้ามุ่งเนื้อหาสาระจากเกม ก็ควรอภิปรายในประเด็นที่ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระอะไรจากเกมบ้าง รู้ได้อย่างไร ด้วยวิธีใด มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างไร ได้ความเข้าใจนั้นมาจากการเล่นเกมตรงส่วนใด เป็นต้น ถ้ามุ่งการเรียนรู้ความเป็นจริงของสถานการณ์ ก็ควรอภิปรายในประเด็นที่ว่า ผู้เรียนได้เรียนรู้ความจริงอะไรบ้างการเรียนรู้นั้นได้มาจากไหน และอย่างไร ผู้เรียนได้มาจากไหน และอย่างไร ผู้เรียนได้ตัดสินใจอะไรบ้าง ทำไมจึงตัดสินใจเช่นนั้น และการตัดสินใจให้ผลอย่างไร ผลนั้นบอกความจริงอะไร ผู้เรียนมีข้อสรุปอย่างไร เพราะอะไรจึงสรุปอย่างนั้น เป็นต้น

4) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3.1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้เกม

1) ข้อดีคือ เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูง ผู้เรียนได้รับความสนุกสนาน และเกิดการเรียนรู้จากการเล่น เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการเห็นประจักษ์แจ้งด้วยตนเองทำให้การเรียนรู้นั้นมีความหมายและอยู่คงทน เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนไม่เหนื่อยแรงมากขณะสอนและผู้เรียนชอบ

2) ข้อจำกัดคือ เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากเกมบางเกมต้องซื้อหามาโดยเฉพาะเกมจำลองสถานการณ์บางเกมมีราคาสูงมาก เนื่องจากการเล่นเกมส่วนใหญ่ ผู้เรียนทุกคนต้องมีวัสดุอุปกรณ์ในการเล่นเฉพาะตน เป็นวิธีสอนที่ขึ้นกับความสามารถของผู้สอน ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างเกม จึงจะสามารถสร้างได้ เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยการเตรียมการมาก เกมเพื่อการฝึกทักษะ แม้จะไม่ยุ่งยากซับซ้อนนัก แต่ผู้สอนจำเป็นต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการเล่นให้ผู้เรียนจำนวนมาก เกมการศึกษา และเกมจำลองสถานการณ์ ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาและทดลองใช้จนเข้าใจ ซึ่งต้องอาศัยเวลามาก โดยเฉพาะเกมที่มีความซับซ้อนมาก และผู้เล่นจำนวนมากยิ่งต้องใช้เวลามากขึ้นอีก เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีทักษะในการนำการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพจึงจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนประมวลและสรุปการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

2.3.2 บทบาทของครูในการพัฒนาการเรียนรู้แบบ GBL วรัตต์ อินทสระ (2559) กล่าวว่า บทบาทของวิทยากรในการเรียนรู้แบบ GBL จะเปลี่ยนจากครู อาจารย์ ไปเป็นหลาย ๆ บทบาทตลอดการสอนดังนี้

2.3.2.1 Motivator ต้องรับบทบาทเป็นคนที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทดลองทำได้ฝึกฝนและชมเชยเมื่อผู้เรียนทำถูกต้อง เพื่อเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจ

2.3.2.2 Content Structurer ต้องเป็นผู้ควบคุมให้การเรียนนั้นได้เนื้อหาตามที่วางหัวข้อเอาไว้ และไปถึงจุด Learning Point ตามที่ตั้งใจ

2.3.2.3 Debriefed ต้องเป็นผู้ให้ความรู้ สรุปประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญและถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น

2.3.2.4 Facilitator ต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ สามารถแนะนำบอกกฎกติกาต่าง ๆ และให้ข้อคิดต่าง ๆ ได้ เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ผ่านไปอย่างราบรื่น แต่จะต้องไม่บอกวิธีการเล่นทั้งหมด ต้องเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตัวเอง

2.4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

2.4.1.1 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes Towards Sciences) เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือของบุคคล ในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็น ผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์

2.4.1.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการคิดแบบวิทยาศาสตร์ความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือการแสดงออกถึงการมีจิตใจที่เป็นวิทยาศาสตร์

2.4.2 องค์ประกอบเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ, 2562) มีดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง ความตั้งใจ สนใจในบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ครูสอน ตลอดจนมีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายภายในชั่วโมงเรียน อีกทั้งมีการค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องที่ตนเองไม่เข้าใจ

องค์ประกอบที่ 2 ความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความตื่นตัวและขวนขวายของนักเรียนที่จะเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ และมุ่งมั่นที่จะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ประสบความสำเร็จ

องค์ประกอบที่ 3 การให้ความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การให้ความสนใจเป็นพิเศษต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชอบและมีความสุขในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 4 ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญพร้อมทั้งอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้

องค์ประกอบที่ 5 ความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชอบในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความเพลิดเพลินในการเรียนและไม่รู้สึกเบื่อ

องค์ประกอบที่ 6 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสิ่งอื่นๆ ในชีวิตประจำวันอย่างมีเหตุผลได้

องค์ประกอบที่ 7 การจัดสรรเวลาสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทำงานของนักเรียน เช่น การทำการบ้าน การทบทวนบทเรียน อย่างมีระบบโดยมีการวางแผนและควบคุมการให้บรรลุผลตามเวลา และวัตถุประสงค์การเรียนวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้

องค์ประกอบที่ 8 ความเอาใจใส่ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความตั้งใจในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ มีการซักถามทันทีที่พบปัญหาหรือไม่เข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์

2.4.3 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2554) ได้ให้รายละเอียดเครื่องมือที่นำมาใช้วัดความรู้สึก หรือเครื่องมือวัดด้านจิตพิสัย นิยมใช้กันอยู่ 3 แบบ คือ มาตรประเมินค่า (Rating Scale) แบบทดสอบใช้สถานการณ์ (Situational Test) แบบบันทึกการสังเกต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.3.1 มาตรประเมินค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในการวัดความรู้สึกได้อย่างกว้างขวาง โดยทั่ว ๆ ไปแล้วจะมีมาตรวัดที่นำมาใช้กันมากอยู่ 2 แบบ คือ

1) แบบประเมินเจตคติ ใช้วัดระดับความชอบ-ไม่ชอบ และเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย โดยใช้ค่าคะแนน แบบชั่วคราว อาจกำหนดเป็นดังนี้

5 = เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 = เห็นด้วย เห็นด้วยมาก

3 = ไม่แน่ใจ เห็นด้วยปานกลาง

2 = ไม่เห็นด้วย เห็นด้วยน้อย

1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยน้อยที่สุด

2) แบบประเมินค่าความหมาย เป็นแบบที่วัดได้ละเอียดกว่าแบบแรก มีองค์ประกอบที่จะประเมิน ได้หลายทิศทางตามที่ผู้สอบวัดต้องการ มุ่งวัดความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในหลาย ๆ ด้าน ลักษณะของแบบประเมินค่าความหมายนี้ประกอบด้วยความคิดรวบยอดที่ใช้เป็นเป้ารองรับวางไว้ข้างบน แล้วมีมาตรที่ประกอบไปด้วยคำคุณศัพท์ในทิศทางต่าง ๆ มาให้ผู้ถูกประเมินตัดสินว่าจะเป็นระดับใด มีความเข้มข้นมากน้อยไปในทิศทางใด

2.4.3.2 แบบทดสอบใช้สถานการณ์ (Situational Test) เป็นการนำเอาเรื่องราวมาเสนอ เรื่องราวต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็น ปัญหาทางจริยธรรมหรือคุณธรรม แล้วให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกต่อเรื่องราวนั้น ๆ โดยส่วนใหญ่แล้ว เป็นการนำเอาเรื่องมาเป็นเงื่อนไขในการสะท้อนภาพความรู้สึกต่าง ๆ เอาภาพเอาเรื่องมากระตุ้นให้ผู้ตอบ แสดงความรู้สึกต่าง ๆ ออกมา อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของข้อทดสอบแบบนี้ก็เหมือนกับข้อจำกัดของ ข้อทดสอบโดยทั่ว ๆ ไป ก็คือ ผู้ตอบอาจคิดอย่างหนึ่งและ

ตอบออกมาอีกอย่างหนึ่งก็ได้ เพื่อที่จะไม่ให้ เกิดเงื่อนไขเหล่านี้ขึ้น การทดสอบโดยใช้สถานการณ์จำเป็นต้องมีคำอธิบายที่เน้นย้ำว่า การทดสอบ แบบนี้จะไม่มีคำตอบถูกคำตอบผิด เพียงแต่เราต้องการจะวัดว่าผู้ตอบมีความชอบไม่ชอบในเรื่องใด ซึ่งถือว่ามิใช่สิ่งที่ผิดหรือถูก และนอกจากนี้การใช้ภาพก็จะช่วยให้เกิดการสอบวัดที่ตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น

2.4.3.3 แบบบันทึกการสังเกต ลักษณะของแบบบันทึกการสังเกต การสอบวัดความรู้สึก ไม่ว่าจะวัดด้วยมาตรประเมินค่า หรือแบบทดสอบใช้สถานการณ์ก็ตาม เป็นการวัดที่มีข้อจำกัด เพราะยังไม่ใช่เป็นการแสดงที่แท้จริง และขึ้นอยู่กับการตอบของนักเรียน บุคคล อาจมีความรู้สึกอย่างหนึ่งแต่เวลาแสดงจริง ๆ ก็อาจแสดงอีกอย่างหนึ่ง บอกอีกอย่างหนึ่ง ดังนั้น การวัดโดยการสังเกตจะเป็นข้อมูลที่ดี ตรงกับสภาพความเป็นจริง และเป็นข้อมูลที่ปรากฏออกมา อันจะเป็นการสอบวัดพฤติกรรมที่แท้จริงได้ แต่อย่างไรก็ตาม การสังเกตที่ดีนั้นก็ต้องเป็นการสังเกต ในสภาวะปกติ ไม่ใช่ในสถานการณ์เฉพาะหรือเหตุการณ์ที่มีข้อกำหนดมาแล้ว

2.5 เทคโนโลยีมิติเสมือนจริง และApplication Galactic Explorer for Merge Cube

2.5.1 เทคโนโลยีมิติเสมือนจริง (Augmented Reality)

เทคโนโลยีมิติเสมือนจริง (Augmented Reality) AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็นวัตถุ (Object) แสดงผลในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง มีการแสดงผลที่แสดงวัตถุมีการเคลื่อนไหว ดูมีมิติมีความตื่นเต้นเร้าใจ โดยสามารถนำรูปแบบใหม่ของการนำเสนอสินค้าลอยออกมานอกจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการนำเสนอรูปแบบใหม่ในโลกสังคมออนไลน์หรือการตลาดออนไลน์อีกทางหนึ่ง ว่ากันว่านี่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าสื่อยุคใหม่ พอ ๆ กับเมื่อครั้งเกิดอินเทอร์เน็ตขึ้นในโลกก็ว่าได้ หากเปรียบสื่อต่าง ๆ เสมือน “กล่อง” แล้ว AR คือการเด้งออกมาสู่โลกใหม่ภายนอกกล่องที่สร้างความตื่นเต้นเร้าใจ ในรูปแบบ Interactive Media โดยแท้จริง (จิราภรณ์ ปกรณ์, 2561)

2.5.1.1 ส่วนประกอบของเทคโนโลยีเสมือนจริงนี้ มีหลักการทำงานโดยสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR) หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย

1) Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)
2) กล้องวิดีโอ เว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือ ตัวจับ Sensor อื่น ๆ
3) ส่วนการแสดงผลภาพ เช่นจอภาพจากอุปกรณ์แสดงผล

4) ซอฟต์แวร์ส่วนประมวลผลเพื่อวัตถุแบบสามมิติ object 3D

2.5.1.2 พื้นฐานหลักของ AR ใช้หลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อนั้น ต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR และในส่วนของการประมวลผลภาพนั้น เป็นส่วนเสริม เพราะเน้นไปที่การทำงานของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI) ในการสื่ออารมณ์กับผู้ใช้บริการผ่านสีและรูปภาพ เทคโนโลยี AR นี้จะสามารถทำให้ผู้ใช้เห็นภาพเสมือนจริงได้รอบ โดยไม่จำเป็นจะต้องเดินทางไปสถานที่จริง

2.5.2 รายละเอียดของ Application Galactic Explorer for Merge Cube เป็นแอปพลิเคชันสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่มองเห็นภาพระบบสุริยะดาวเคราะห์แต่ละดวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ศึกษาพื้นผิวและสีของดาวเคราะห์ รวมถึงความจริงที่น่าสนใจเกี่ยวกับดาวบริวารของดาวเคราะห์แต่ละดวงที่สามารถสังเกตได้ผ่านสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงใน Application Galactic Explorer for Merge Cube ที่เกี่ยวกับการศึกษาระบบสุริยะในรูปแบบ 3 มิติดังภาพที่ 1 ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่ออีกต่อไป

ภาพที่ 2.1 Application Galactic Explorer for Merge Cube

ที่มา: Merge (2561)

2.5.2.1 ข้อมูลเพิ่มเติมของ Application Galactic Explorer for Merge Cube อัปเดตเมื่อ Sep 10, 2018 ขนาดของแอป 74M รุ่น 1.08 ผู้พัฒนา MERGE ต้องใช้ Android ระบบปฏิบัติการ 6.0 ขึ้นไปและสูงกว่า ชื่อแพคเกจ com.MergeCube.TheSolarSystem ผสานกับลูกบาศก์ที่มีคิวอาร์โค้ด ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยสามารถใช้ได้ร่วมกับสมาร์ทโฟน และแว่น VR

ภาพที่ 2.2 ลูกบาศก์ที่มีคิวอาร์โค้ดที่ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน

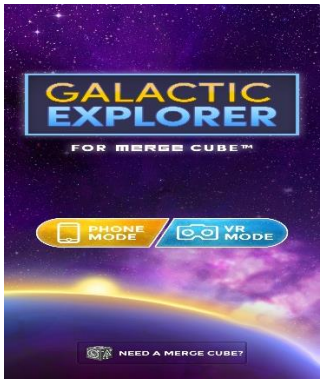
2.5.2.2 วิธีการติดตั้ง Application Galactic Explorer for Merge Cube มีวิธีการดังนี้

1) ดาวโหลดของ Application Galactic Explorer for Merge Cube จาก https://apkgk.com/com.MergeCube.TheSolarSystem?fbclid=IwAR15kYszgJ6QTGRLQwS59FGJPn40kbykKXD7ZoY6glNuiXkAgF4simbKb00

2) อนุญาตให้แอปพลิเคชันเข้าถึงกล้องและรูปภาพในโทรศัพท์

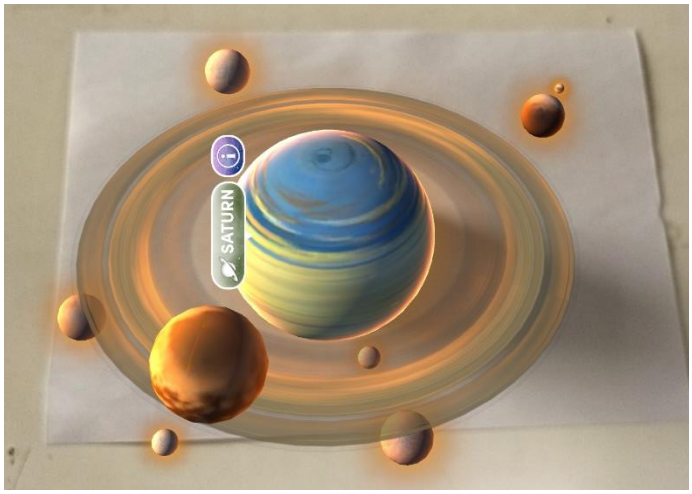
3) กรอกข้อมูลพื้นฐานผู้ใช้ (สามารถข้ามขั้นตอนนี้ได้)

4) เลือกโหมดที่ต้องการใช้งาน สามารถเลือกได้ว่าจะใช้โทรศัพท์มือถือหรือแว่น VR (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2.3 การเลือกโหมดที่จะใช้ใน Application Galactic Explorer for Merge Cube

5) เริ่มใช้กล้องในแอปพลิเคชันส่องไปที่ลูกบาศก์ที่มีคิวอาร์โค้ด จะแสดงภาพ 3 มิติ ของระบบสุริยะ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 2.4 ระบบสุริยะที่แสดงใน Application Galactic Explorer for Merge Cube

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาติชวลิต วรรณขาว, สุภาณี เส็งศรี และบุหงา วชิระศักดิ์มงคล (2563) ได้ศึกษาเรื่องผลการใช้สื่อความจริงเสริมที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 พบว่า 1) สื่อความจริงเสริม รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.40/80.00 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อความจริงเสริม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.79, SD = 0.43) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับดีขึ้นไป เนื่องจากสื่อความจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีมิติใหม่ทางด้านสื่อการศึกษา โดยแสดงภาพระบบสุริยะเป็นภาพสามมิติ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมีแรงจูงใจในการเรียนเป็นรู้มากยิ่งขึ้น

Calderón-Canales et al. (2013) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง ระบบสุริยะของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ได้ใช้รูปแบบการจำลองทางความคิดที่เป็นคำพูด เน้นการวิเคราะห์และตีความจากการสัมภาษณ์จากคำตอบของนักเรียน รวมถึงใช้ลูกบอลเป็นตัวแทนการจำลองระบบสุริยะ ของดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ระยะห่างของดาวเคราะห์แต่ละดวงที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ และการเคลื่อนที่ตามวงโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวง จากนั้นนำคำตอบของผู้เรียนมาจัดเป็นกลุ่มพบว่า จากการสัมภาษณ์ และตีความสามารถนำเสนอคำตอบของนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่1 ไม่มีตัวแทนของลูกบอลเพราะนักเรียนไม่รู้ว่าระบบสุริยะคืออะไร กลุ่มที่ 2 ดวงอาทิตย์ตั้งอยู่ปลายด้านหนึ่ง มีดวงจันทร์ และโลกเป็นเพียงองค์ประกอบเดียวที่เพิ่มเข้ามา กลุ่มที่ 3 ดวงอาทิตย์ตั้งอยู่ตรงกลาง เพิ่มโลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์บางดวง กลุ่มที่ 4 ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลางและที่ปลายด้านหนึ่งนักเรียนวางดาวเคราะห์โดยไม่มีการกำหนดเส้นหรือวงโคจร กลุ่มที่ 5

ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง และดาวเคราะห์ตั้งอยู่รอบ ๆ เป็นวงกลม กลุ่มที่ 6 ดวงอาทิตย์ตั้งอยู่ปลายด้านหนึ่ง จากนั้นดาวเคราะห์จะกระจายไปตามเส้นตรง และกลุ่มที่ 7 ดวงอาทิตย์ตั้งอยู่ปลายด้านหนึ่ง วางดาวเคราะห์เพื่อกำหนดวงโคจรที่เฉพาะเจาะจง มีดวงจันทร์อยู่ติดกับโลก จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ลึกลงไปอีกของคำตอบนักเรียนเพื่อให้ทราบถึงความเข้าใจของเด็กนักเรียนอย่างแท้จริง แสดงให้เห็นว่าการศึกษาแบบจำลองทางความคิด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องระบบสุริยะได้ดียิ่งขึ้น

ลลิตา จำนงสุข และคณะ (2562) ได้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้เชิงรุก ที่มีผลต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ 4 แนวคิด คือ แนวคิดด้านปรากฏการณ์ที่โลกหมุนรอบตัวเอง แนวคิดด้านปรากฏการณ์ของโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ แนวคิดด้านปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ แนวคิดด้านสุดท้าย คือ แนวคิดด้านดาวเคราะห์ และพัฒนาการของแบบจำลองระบบสุริยะ ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบ และนำคำตอบของนักเรียนมาจัดเป็นกลุ่ม 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน+คลาดเคลื่อน กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และกลุ่มไม่มีแนวคิด พบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้เชิงรุกแล้ว นักเรียนถูกจัดอยู่ในกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องหรือไปในทิศทางเดียวกัน ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่ตอบ “ดาวกฤกษ์เป็นดาวเคราะห์ที่มีแสงสว่างในตัวเอง แต่ดาวเคราะห์ไม่มี นอกจากนี้ดาวเคราะห์ยังเป็นบริวารของดาวกฤกษ์ ซึ่งก็คือ ดวงอาทิตย์ มีดาวเคราะห์เรียงตามลำดับใกล้ ไกล คือ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัส ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน”สาเหตุที่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้เชิงรุกประสบผลสำเร็จ คือ นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น เรียนอย่างมีความสุขสนุกสนาน

ลฎาภา สุทธกูล และลือชา ลดาชาติ (2556) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนโดยใช้แบบจำลองทางความคิดที่เป็นคำพูด ในเรื่องแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยเน้นการสัมภาษณ์และตีความหมาย จากคำอธิบายของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแท่งแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยไม่มีการอธิบายหรือให้เหตุผลใดๆ เกี่ยวกับสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นนั้น กลุ่มที่ 2 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยระบุถึง การมีอยู่ของ “บางสิ่งบางอย่าง” ในแท่งแม่เหล็ก ว่าเป็นสาเหตุของการเกิดแรงแม่เหล็ก แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่า สิ่งเหล่านั้นทำให้เกิดแรงแม่เหล็กอย่างไร กลุ่มที่ 3 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยระบุถึงการมีอยู่ของ “อำนาจแม่เหล็ก” ในแท่งแม่เหล็ก โดยแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นเมื่อแท่งแม่เหล็กส่งอำนาจ

แม่เหล็กไปยังวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก กลุ่มที่ 4 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยระบุถึงการมีอยู่ของ “อำนาจแม่เหล็ก” ในบริเวณโดยรอบแท่งแม่เหล็ก โดยแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นเมื่อวัตถุที่มีสารแม่เหล็กอยู่ในบริเวณที่มีอำนาจแม่เหล็ก จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ Erickson (1994) ซึ่งพบว่ามีความสอดคล้องกัน

ณัฐนรี คณะเมือง และร่มเกล้า จันทราษี (2561) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิด เรื่องการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่องการระเหยที่มีต่อกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองทางความคิด 2 ประเภท ในการศึกษา คือ แบบจำลองทางความคิดที่เป็นคำพูด และแบบจำลองทางความคิดจากการวาดภาพ โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีเกณฑ์การประเมินอยู่ 4 ด้าน คือ การสร้าง การประเมิน การปรับปรุง และการนำไปใช้ ระดับคุณภาพการแปลผลแบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง (Model-Centered Instruction Sequence: MCIS) ส่งเสริมกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แม้นักเรียนจะมีกระบวนการสร้างและประเมินแบบจำลองอยู่ในระดับปานกลาง แต่ในส่วนกระบวนการปรับปรุง และนำแบบจำลองไปใช้นั้นจัดอยู่ในระดับดีมากและดี ตามลำดับ ถือเป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง

รังสินันท์ แก้วประสงค์ (2559) ได้พัฒนาหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเรื่องระบบสุริยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในด้านต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าโดยรวมแล้วนักเรียนมีความพึงพอใจมาก ประสิทธิภาพของสื่อเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน สาเหตุเพราะนักเรียนสนุกสนานกับการเรียนรู้ด้วยหนังสือที่แตกต่างไปจากหนังสือเรียนทั่วไปทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมีภาพภาพประกอบสวยงามมีวีดีทัศน์ประกอบเพิ่มความเข้าใจและดึงดูดความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนสนใจไม่เบื่อหน่าย และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีความสุข ความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมาก

พจนา ศรีกระจ่าง และลัดดา ศุขปรีดี (2556) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.54/86.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์คะแนน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียน

มีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องระบบสุริยะ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ระดับความพึงพอใจมาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยกระดับผลสัมฤทธิ์ และเจตคติในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากขึ้นไปพบว่า มีการจัดการเรียนรู้แบบใช้ชุดการสอน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (กนกวรรณ หาญกาย และฉัตริยะ ศิริสัมพันธ์วงษ์, 2561; สุนันทา เอี่ยมอนันต์ และบัณฑิตา อินสมบัติ, 2561; สุระพงษ์ คำผง และสุระ วุฒิพรหม, 2553) สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) หรือการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถสร้างความสนใจในการศึกษาเรียนรู้ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีรูปแบบการเรียนการสอนที่มีกำหนดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีบทบาทมากขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) ช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะด้านทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงนั้น พบว่า ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มีการช่วยเหลือกันและกันเป็นอย่างดี ทักษะในการใช้งานสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ก และโปรแกรมประยุกต์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และทักษะการร่วมมือกับผู้อื่น (เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง, 2562; วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง, 2562) การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมและสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) สามารถสร้างบรรยากาศในการเรียนช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีความสุข (เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง, 2562; วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง, 2562; Muntean et al., 2017) สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาดึงดูดความสนใจของผู้เรียนที่มีความสนใจศึกษาดาวเคราะห์ในระบบสุริยะได้ดี ผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์กับสื่อ ผู้เรียนได้เห็นภาพที่ชัดเจนในเรื่องระบบสุริยะจักรวาลเพราะแสดงออกมาเป็นภาพ 3D และมีเสียงบรรยายที่ชัดเจน (เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง, 2562; วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง, 2562) การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนรู้เป็นอย่างสูง (Muntean et al., 2017) การเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อทั้งสองด้านอยู่ในระดับมากและระดับดี (เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง, 2562; วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง, 2562)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) และใช้เกม สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะในศตวรรษที่ 21 เพราะสื่อและเกมช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีในการเรียน ช่วยส่งเสริมความสนใจในการเรียน มีเนื้อหาดึงดูดความสนใจ ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ได้เห็นภาพที่ชัดเจน ได้ลงมือปฏิบัติจริง สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งพัฒนาทักษะ

ในศตวรรษที่ 21 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการใช้เทคโนโลยี และทักษะการทำงานร่วมกัน เพราะ ผู้เรียนต้องมีการทำงานร่วมกันเป็นทีม มีการสื่อสารระหว่างกลุ่ม มีการใช้สมาร์ตโฟนฯ ในการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความพึงพอใจในสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) อยู่ในระดับดีและมาก นอกจากการใช้สื่อและวิธีการสอนที่กล่าวมาแล้ว ยังมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบใช้ชุดการสอน ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากขึ้นไปอีกด้วย (เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง, 2562; วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง, 2562; Muntean et al., 2017; กนกวรรณ หาญกาย และฉัตริยะ ศิริสัมพันธ์วงษ์, 2561; สุนันทา เอี่ยมอนันต์ และบัณฑิตา อินสมบัติ, 2561; สุระพงษ์ คำผง และสุระ วุฒิพรหม, 2553)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบนวัตกรรม การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ใช้รูปแบบการวิจัย แบบแผนการวิจัยแบบ One-group pretest-posttest design ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านคำบาก อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 5 ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.1.1 แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-group pretest-posttest design (ไพศาล วรคำ, 2558) ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงแผนภาพการทดลอง ภาพที่ 3.1

Pretest	Independent variable	Posttest
O_1 →	X →	O_2

ภาพที่ 3.1 แผนภาพการทดลองแบบ One-group pretest-posttest design

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านคำบาก อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 24 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านคำบาก อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 23 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 สำหรับการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องระบบสุริยะ นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง โดยมีกระบวนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ GPAS 5 Steps เวลาที่ใช้ในการสอน 2 ชั่วโมง ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านคำบาก ตำบลห้วยข่า อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา วิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชา วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้และบริบทโรงเรียน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.1.2 ศึกษาวิธีการวิเคราะห์แนวทางแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใน 4 ประเด็นหลักคือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจร และลักษณะอื่น ๆ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ในตารางที่ 3.1 จากนั้นนำมาจัดกลุ่มการจำลองทางความคิดโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบตรวจสอบรายการ (Check list) การจำลองทางความคิด การจำลองระบบสุริยะ

ประเด็นการประเมิน	แนวคิดหลัก	จำนวนคะแนน
ศูนย์กลางของระบบสุริยะ	☑ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง	1
	☑ ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด	1
ดาวเคราะห์บริวาร	☑ ดาวเคราะห์มี 8 ดวง	1
	☑ ขนาดของดาวเคราะห์	1
	☑ ลำดับของดาวเคราะห์	1
	☑ ระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากัน	1
การโคจร	☑ ดวงอาทิตย์ไม่โคจร	1
	☑ ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์	1
	☑ ดาวเคราะห์ใช้เวลาการโคจรไม่เท่ากัน	1
ลักษณะอื่น ๆ	☑ มีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัส	1
	☑ มีดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ	1

3.3.1.3 กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาวิเคราะห์แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยเรื่องที่จะนำมาทำวิจัยเพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิด คือ เรื่องระบบสุริยะ จำนวน 1 แผน 2 ชั่วโมง เชื่อมโยงกับเนื้อหา นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง ระบบสุริยะ ซึ่งเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วย ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การกำหนดเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการเรียนรู้

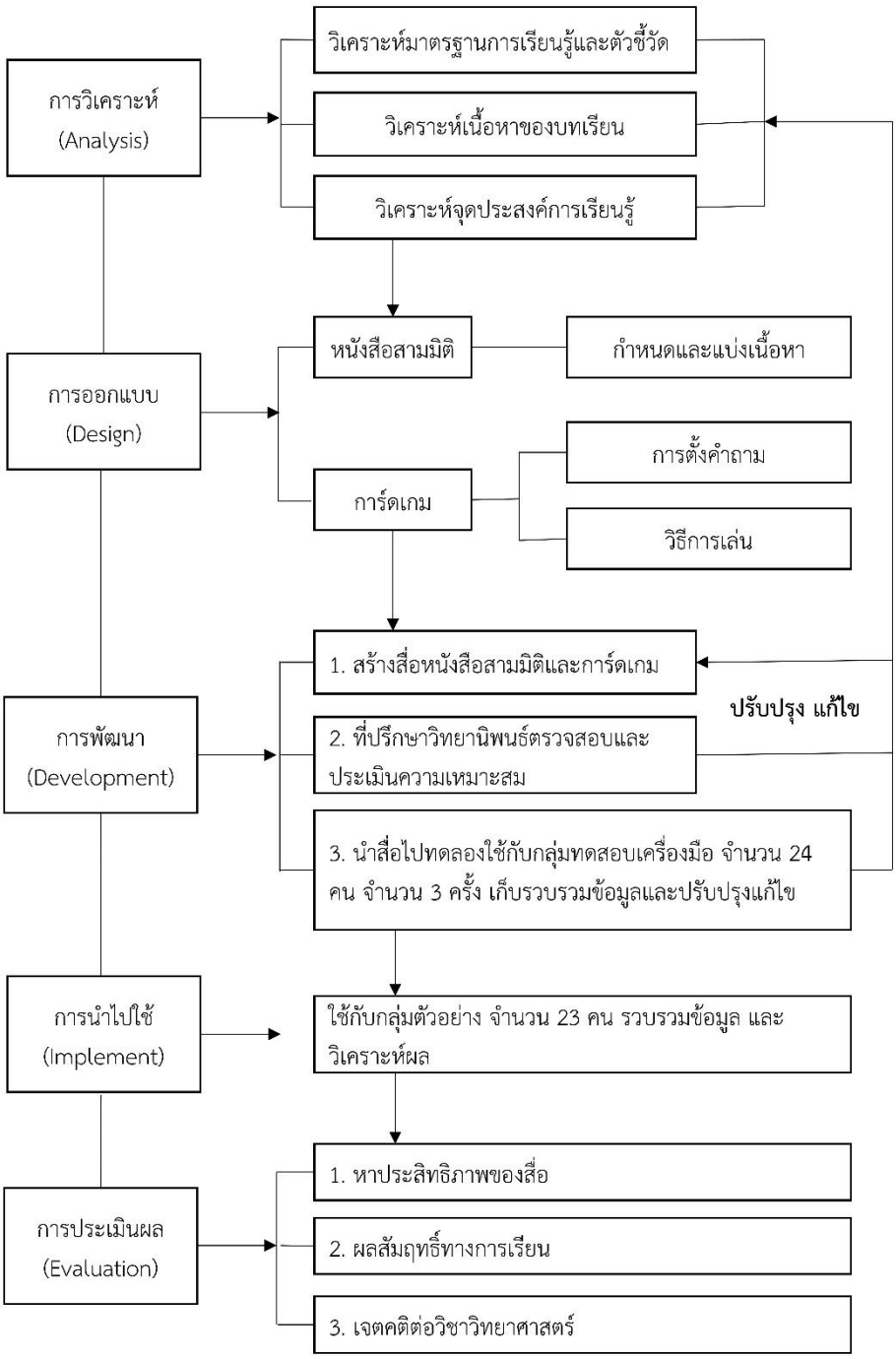
แผนที่	เรื่อง	ชั่วโมงสอน	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
1	ระบบสุริยะ	2	- สอบก่อนเรียนโดยการวาดภาพจำลองระบบสุริยะ - เล่นการ์ดเกม - ศึกษาเรื่องระบบสุริยะโดยใช้สมุดสามมิติเน้นกิจกรรมกลุ่ม - วาดภาพการจำลองระบบสุริยะหลังเรียน และนำเสนอผลงาน - สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

3.3.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ GPAS 5 Steps โดยปรับมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ มีองค์ประกอบ 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกตและรวบรวมข้อมูล (Gathering) ขั้นที่ 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ ขั้นที่ 4 ขั้นสื่อสารและนำเสนอ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ทำการปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

3.3.2 การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

ออกแบบการ์ดเกม และหนังสือสามมิติ เพื่อเป็นสื่อการสอน เรื่องระบบสุริยะ ใช้หลักการสร้างแบบ Addie model แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน (ชาติชวลิต วรรณขาว และคณะ, 2563) ดังภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาแนวทางการออกแบบการสร้างการ์ดเกมและหนังสือสามมิติ



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการศึกษาแนวทางการออกแบบการสร้างการ์ดเกมและหนังสือสามมิติ

(1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนการสร้างการ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียด และวิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานได้กำหนดสาระแกนกลาง สำหรับการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะไว้ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ในเรื่องระบบสุริยะ นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง เชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้เรื่อง ระบบสุริยะ ซึ่งเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วย ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน ผู้วิจัยได้สร้างสาระเนื้อหาที่สำคัญในหนังสือสามมิติและคำถามในการ์ดเกมตามที่ได้วิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน และวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

(2) การออกแบบ (Design) วิธีการสร้างการ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ออกแบบสื่อการเรียนโดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 ใช้เครื่องพิมพ์มัลติฟังก์ชันอิงค์เจ็ท Brother DCP-T300 ความหนาของกระดาษที่ใช้พิมพ์ 150 แกรม การ์ดเกมมีทั้งหมด 2 ชุด ชุดที่ 1 เป็นชุดคำถาม (ภาพที่ 3.2 (ก)) ชุดที่ 2 เป็นชุดคำตอบ (ภาพที่ 3.2 (ข)) ทั้ง 2 ชุด ขนาด กว้าง 6 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร

(ก) การ์ดเกม ชุดคำถาม

(ข) การ์ดเกม ชุดคำตอบ

ภาพที่ 3.3 การ์ดเกม

หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นสมุดป๊อปอัพ 3 มิติ ที่นอกจากจะมีภาพ มีตัวหนังสือแล้ว ยังมีคิวอาร์โค้ดที่ได้จากแอปพลิเคชัน Galactic Explorer for Merge Cube โผล่ออกมาจากพื้นของหนังสือเมื่อหนังสือถูกเปิดขึ้น และภาพจะถูกพับเก็บลงไปเมื่อปิดหนังสือลง (ภาพที่ 3.3 (ก)) เมื่อใช้กล้องหลังของสมาร์ทโฟน ผ่านแอปพลิเคชัน Galactic Explorer for Merge Cube ส่องไปที่คิวอาร์โค้ด จะแสดงภาพระบบสุริยะแบบ 3 มิติ (ภาพที่ 3.3 (ข))

(ก) หนังสือสามมิติที่สร้างขึ้น (ข) ภาพ 3 มิติ ระบบสุริยะจากการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ภาพที่ 3.4 หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

(3) การพัฒนา (Development) ดำเนินการสร้างสื่อการ์ดเกมและหนังสือสามมิติตามที่วางแผนไว้ผู้วิจัยได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงสาระเนื้อหา ความสอดคล้อง จากนั้นปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มทดสอบเครื่องมือ จำนวน 24 กลุ่มทดสอบเครื่องมือเป็นกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนเรื่องระบบสุริยะมาแล้วในปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ครั้ง มีการปรับปรุงแก้ไขเกมการ์ด ดังนี้ เพิ่มรายละเอียดความคมชัดของการ์ดเกม การ์ดเกมที่เป็นคำตอบในการเลือกจับนำไปเพิ่มความหนาด้วยการติดกับพลาสติกลูกฟูก และใช้สติกเกอร์ใส PVC แผ่นเคลือบไว้ด้านบน และหนังสือสามมิติมีการแก้ไขคือ นำไปเพิ่มความแข็งแรงด้วยการใช้แผ่นเคลือบใสแบบร้อน

(4) การนำไปใช้ (Implement) นำสื่อที่ปรับปรุงแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และจากการนำไปทดสอบกับกลุ่มทดสอบเครื่องมือ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านคำบาก จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

(5) การประเมินผล (Evaluation) หาประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้น โดยใช้ผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับการใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นคำถามในการ์ดเกมตามสาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานได้กำหนดสาระแกนกลาง สำหรับการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องระบบสุริยะ นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง เชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่องระบบสุริยะ ซึ่งเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วย

ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน เป็นแบบทดสอบในรูปแบบคำถาม จำนวน 22 ข้อ วัดพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการ ที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม หลังจากสร้างแบบทดสอบได้นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยเพื่อประเมินความถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ ก่อนจะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป (ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 3.3 การจำแนกวัตถุประสงค์ จำนวนข้อแบบทดสอบวัดพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละด้าน

วัตถุประสงค์	จำนวนแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม		
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
จำลองระบบสุริยะได้ถูกต้อง	10	2	-
อธิบายเปรียบเทียบการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงได้ถูกต้อง	4	5	1

3.3.4 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 20 ข้อ เป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จัดทำขึ้นเพื่อใช้วัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้การ์ดเกม หนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีมิติเสมือนจริง มีวิธีการสร้างดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาข้อมูลการสร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์จากเอกสารวิชาการ โดยศึกษาความหมายเกี่ยวกับเจตคติ องค์ประกอบของเจตคติ ของวิทยาศาสตร์ การแปลผลการวัดเจตคติ

3.3.4.2 การแปลผลแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้การแปลความหมายได้ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว, 2535: 22 - 28) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย		ความหมาย
4.51 – 5.00 คะแนน	หมายถึง	ระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50 คะแนน	หมายถึง	ระดับมาก
2.51 – 3.50 คะแนน	หมายถึง	ระดับปานกลาง
1.51 – 2.50 คะแนน	หมายถึง	ระดับน้อย

1.00 – 1.50 คะแนน หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

3.3.4.3 การสร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การ์ดเกม หนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีมิติเสมือนจริง มีจำนวน 20 ข้อ เป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนพิจารณาจากค่าเฉลี่ยแบบมาตรส่วนประมาณค่า (rating scale) ตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) ดังเช่นงานวิจัยของ บังอร ชูไทย (2556: 21) มีข้อความที่เป็นเชิงบวกจำนวน 16 ข้อ ข้อความที่เป็นเชิงลบ 4 ข้อ มีการตรวจให้คะแนนดังนี้

คำถามเชิงนิมานหรือเชิงบวก (positive scale) ตรวจให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด ให้ 5 คะแนน

มาก ให้ 4 คะแนน

ปานกลาง ให้ 3 คะแนน

น้อย ให้ 2 คะแนน

น้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

คำถามเชิงนิเสธหรือเชิงลบ (negative scale) ตรวจให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด ให้ 1 คะแนน

มาก ให้ 2 คะแนน

ปานกลาง ให้ 3 คะแนน

น้อย ให้ 4 คะแนน

น้อยที่สุด ให้ 5 คะแนน

3.3.4.4 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุง แก้ไข ความเหมาะสมของข้อคำถาม

3.3.4.5 นำแบบวัดเจตคติที่ผ่านการตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขที่ผ่านอาจารย์ที่ปรึกษานำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ขั้นเตรียมความพร้อม

3.4.1.1 ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

1) สมาร์ทโฟนที่ใช้คู่กับหนังสือสามมิติ และเทคโนโลยีเสมือนจริง นำมาลงแอปพลิเคชัน Galactic Explorer for Merge Cube เพื่อทดสอบว่าสมาร์ทโฟนเครื่องใดสามารถรองรับแอปพลิเคชันได้ และสอนวิธีการใช้คู่กับหนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

2) ชี้แจงกติกาการเล่นการ์ดเกมให้นักเรียนฟังจนเข้าใจ มีการสาธิต และให้นักเรียนได้ทดลองเล่นการ์ดเกมก่อน แต่การ์ดเกมชุดที่ให้นักเรียนทดลองเล่น จะไม่ใช่ชุดคำถามที่เป็นชุดทดสอบนักเรียน

3.4.2 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 6 คน ในแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้แบ่งเป็นเก่ง กลาง และอ่อน นักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มอ่อน เป็นนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นกลุ่มที่ครูจัดแบ่งไว้แล้วโดยใช้การวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล

3.4.2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกตและรวบรวมข้อมูล (Gathering) (50 นาที) ก่อนเรียนครูให้นักเรียนวาดภาพการจำลองระบบสุริยะตามความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเรื่องระบบสุริยะ ผ่านการใช้คำถามกระตุ้น “ระบบสุริยะในความเข้าใจของนักเรียนคืออะไร” จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มมารับสื่อการสอนประกอบด้วย การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ครูอธิบายวิธีใช้สื่อการสอน ชี้แจงกติกาการเล่นการ์ดเกมมีวิธีการเล่นดังนี้

(1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งเป็นวงกลม การ์ดเกมที่ได้รับจะมี 2 ชุด ชุดที่ 1 เป็นชุดคำถาม มีจำนวน 22 ข้อ 22 ใบ วางคว่ำไว้ ชุดที่ 2 เป็นชุดคำตอบ เป็นดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ วางหงายไว้ที่กลางโต๊ะของผู้เล่น

(2) นักเรียนเล่นเป่ายิงฉุบ เพื่อหาคนแรกในการเปิดการ์ดเกมที่เป็นชุดคำถาม เมื่อได้ผู้เปิดการ์ดเกมแล้ว การเปิดการ์ดเกมจะวนไปทางขวามือของคนแรกที่ได้เปิดการ์ดเกม

(3) คนเปิดการ์ดเกม เป็นคนอ่านคำถามในการ์ดเกม ผู้เล่นคนอื่น ๆ ในกลุ่มเมื่อได้ยินคำถาม ให้เลือกหยิบการ์ดเกมที่เป็นชุดคำตอบ ที่วางหงายอยู่บนโต๊ะ โดยผู้อ่านคำถามจะไม่มีสิทธิ์จับคำตอบ

(4) ถ้ามีผู้เล่นตอบคำถามได้ถูกต้อง จะได้การ์ดคำถามสะสมไว้ แต่ถ้าข้อนั้น ไม่มีผู้เล่นคนใดตอบถูก ผู้ที่เป็นคนอ่านคำถามจะได้การ์ดเกมใบนั้นสะสมเป็นคะแนน

(5) หากการ์ดเกมเล่นวนไปถึงนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มบกพร่องทางการเรียนรู้ จะเป็นครูไปอ่านคำถามในการ์ดเกมให้ เล่นวนกันไปเรื่อย ๆ จนหมดคำถามในการ์ดเกม ใครมีการ์ดเกมคำถามสะสมไว้มากที่สุดเป็นผู้ชนะ

เมื่อเล่นการ์ดเกมเสร็จแล้ว ให้เวลานักเรียนเรียนรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการกลุ่ม ครูเป็นผู้สังเกตการณ์ และคอยช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) (10 นาที) ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายตอบคำถามร่วมกันหลังทำกิจกรรม ในประเด็นของการจำลองระบบ

สุริยะ อาทิเช่น “นอกจากโลกจะเป็นบริวารของดวงอาทิตย์แล้ว ยังมีดาวหรือวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์อีกหรือไม่” “ดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็กที่สุด” “ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด” เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนจับประเด็นการจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้องมากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge) (30 นาที) หลังเรียนครูให้นักเรียนวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ และเล่นการ์ดเกม

ขั้นที่ 4 ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill) (20 นาที) ครูให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายภาพวาดการจำลองระบบสุริยะเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) (10 นาที) ครูให้นักเรียนเลือกผลงานที่ดีที่สุด 5 ผลงาน เพื่อจัดแสดงที่ป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนความประทับใจหรือความรู้ที่ได้เรียนในวันนี้

หมายเหตุ ในขั้นที่ 4 ครูสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาเพิ่มเติมในเวลาหลังเลิกเรียนสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลจนครบ 23 คน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.5.1 สื่อการสอนเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีส่วนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะสื่อการสอนช่วยทำให้สิ่งที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ช่วยย่นระยะเวลาของกระบวนการสอนให้ใช้เวลาสั้นลงได้ สามารถทำสิ่งที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรมเข้าใจได้ง่ายขึ้น และเพื่อหาประสิทธิภาพเพื่อดูว่าการ์ดเกม หนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีมิติเสมือนจริงเป็นสื่อการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อในระดับใด ดังนั้นจึงการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของสื่อการสอน นวัตกรรมของการ์ดเกม หนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีมิติเสมือนจริง วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อดังนี้ (มนตรี แย้มกสิกร, 2551; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E_1 = \frac{\Sigma X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการกลุ่ม

ΣX คือ คะแนนรวมของแบบปฏิบัติกิจกรรมงานกลุ่มระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของใบงาน กิจกรรม รวมกันทุกชิ้น

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\Sigma F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣF คือ คะแนนรวมของคะแนนการตอบการ์ดเกมหลังเรียนโดยใช้สื่อ

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรมวิชาการ, 2545) ดังนี้

3.5.2.1 คะแนนเฉลี่ย (Mean)

หาได้โดยสูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

ΣX คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนของคะแนนที่มีทั้งหมด

3.5.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum fx^2 - (\sum fx)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ คะแนนแต่ละตัว

$\sum$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

f คือ ความถี่

N คือ จำนวนของคะแนนที่มีทั้งหมด

3.5.3 สถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน ใช้สถิติ t-test แบบ Dependent

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบสื่อการสอนที่หลากหลาย ประกอบด้วย การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด และเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านคำบาก อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 23 คน เพื่อศึกษาในเรื่องต่อไปนี้

4.1 แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ

4.2 ประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์ของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ 80/80

4.3 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

4.1 แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ นำมาตีความประกอบการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล มีผลการศึกษาดังนี้

4.1.1 กลุ่มแนวคิดที่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะก่อนเรียน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะ แสดงในตารางที่ 4.1 กลุ่มแนวคิดที่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ก่อนเรียน

ตารางที่ 4.1 กลุ่มแนวคิดที่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ก่อนเรียน

ประเด็นการประเมิน	แนวคิดหลัก	นักเรียนที่ตอบทั้งหมด (ร้อยละ)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
ศูนย์กลางของระบบสุริยะ	☑ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง	52.17	100
	☑ ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด	86.95	100
การโคจร	☑ ดวงอาทิตย์ไม่โคจร	86.95	100
	☑ ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์	8.69	100
	☑ ดาวเคราะห์ใช้เวลาการโคจรไม่เท่ากัน	8.69	100
ดาวเคราะห์บริวาร	☑ ดาวเคราะห์มี 8 ดวง	4.34	100
	☑ ขนาดของดาวเคราะห์	0	100
	☑ ลำดับของดาวเคราะห์	0	100
	☑ ระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากัน	47.82	100
ลักษณะอื่น ๆ	☑ มีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัส	0	100
	☑ มีดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ	0	100

จากการจัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์การประเมิน พบว่าการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้องและกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง ตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ใน 4 ประเด็นหลักคือ

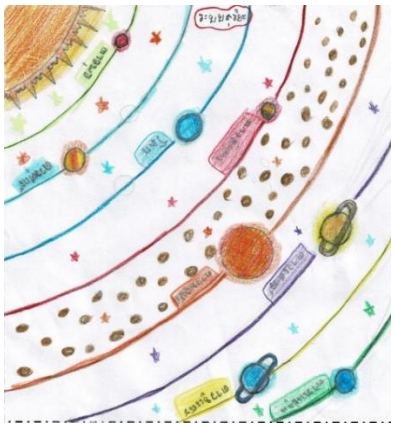
4.1.1.1 ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 12 คน คิดเป็นร้อยละ 52.17 หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 20 คน คิดเป็นร้อยละ 86.95 หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 (ภาพที่ 4.1)

ภาพที่ 4.1 กลุ่มแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียน ที่มีประเด็นย่อยที่ถูกต้องบางส่วน คือ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง และดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด

4.1.1.2 ดาวเคราะห์บริวาร ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดาวเคราะห์มี 8 ดวง ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.34 หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ขนาดของดาวเคราะห์ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ถูกต้องหมดทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 ลำดับของดาวเคราะห์ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ถูกต้องหมดทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 และระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากันก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 47.82 หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

4.1.1.3 การโคจร ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดวงอาทิตย์ไม่โคจรก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 20 คน คิดเป็นร้อยละ 86.95 หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.69 หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และดาวเคราะห์ใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.69 หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

4.1.1.4 ลักษณะอื่น ๆ ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ มีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคาร และดาวพฤหัสก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ถูกต้องหมดทุกคน และมีดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ถูกต้องหมดทุกคน ตัวอย่างคำตอบ (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 กลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่มีประเด็นย่อยที่ถูกต้องทุกประเด็น หลังเรียน

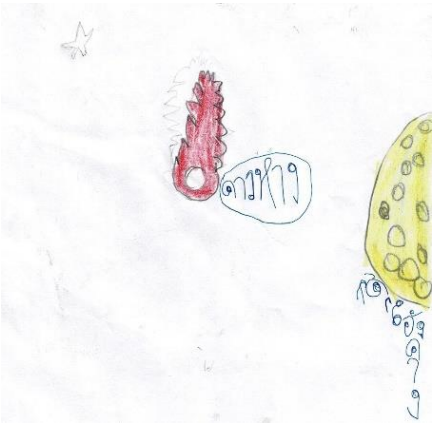
4.1.2 กลุ่มแนวคิดไม่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะก่อนเรียน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะ แสดงในตารางที่ 4.2 กลุ่มแนวคิดที่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ หลังเรียน

ตารางที่ 4.2 กลุ่มแนวคิดที่ไม่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ประเด็นการประเมิน	แนวคิดหลัก	นักเรียนที่ตอบทั้งหมด (ร้อยละ)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
ศูนย์กลางของระบบสุริยะ	☒ โลกเป็นศูนย์กลาง	13.04	0
ดาวเคราะห์บริวาร	☒ ดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์	100	0
	☒ ดาวหางเป็นดาวเคราะห์	13.04	0
	☒ ดาวเคราะห์มีขนาดไม่ถูกต้อง	100	0
	☒ ระบุชื่อดาวเคราะห์แต่ลำดับชื่อดาวเคราะห์ไม่ถูกต้อง	100	0
การโคจร	☒ ดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์	91.30	0
ลักษณะอื่น ๆ	-	-	-

กลุ่มที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ในประเด็น 4 ประเด็นหลัก มีหนึ่งประเด็นหลักที่นักเรียนไม่ได้มีคำตอบ คือประเด็นหลักในข้อลักษณะอื่น ๆ ส่วนอีก 3 ประเด็น มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องดังนี้

4.1.2.1 ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ โลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04 หลังเรียนไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดที่เข้าใจว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 แนวคิดที่ไม่ถูกต้องในประเด็นโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดวงจันทร์ และดาวหางเป็นดาวเคราะห์

4.1.2.2 ดาวเคราะห์บริวาร ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ ความถี่ของคำตอบของนักเรียนก่อนเรียนทั้ง 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 เข้าใจว่า ดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ หลังเรียนไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดที่เข้าใจว่าดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์มีขนาดไม่ถูกต้อง ความถี่ของคำตอบของนักเรียนก่อนเรียนทั้งหมดวาดดาวเคราะห์มาหมดทุกคน แต่ขนาดของดาวเคราะห์ไม่สัมพันธ์กับชื่อของดาวเคราะห์ เช่น ดาวเคราะห์มีขนาดเท่ากันหมด และก่อนเรียนนักเรียนระบุชื่อดาวเคราะห์ แต่ลำดับชื่อดาวเคราะห์ไม่ถูกต้องทั้งหมดทุกคน หลังเรียนนักเรียนสามารถระบุชื่อดาวเคราะห์ตามลำดับได้ครบทุกคน

4.1.2.3 การโคจร ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 21 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 หลังเรียนไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดที่เข้าใจว่า ดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์

4.1.3 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่มีแนวคิดถูกต้องและไม่ถูกต้องออกเป็นกลุ่ม

จากการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดออกเป็นกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องและไม่ถูกต้องในแต่ละประเด็นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เพื่อจัดจำแนกกลุ่มและดูพัฒนาการแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียน โดยใช้เกณฑ์แบ่งกลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (PU) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) กลุ่มที่ 5 กลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

4.1.3.1 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดมีแนวคิดถูกต้องและไม่ถูกต้องในประเด็นที่ศึกษาเรื่อง ศูนย์กลางของระบบสุริยะ

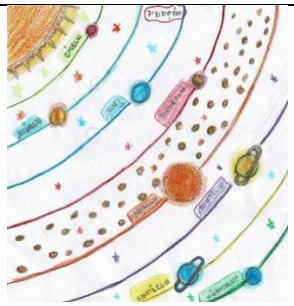
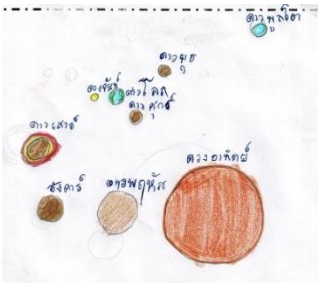
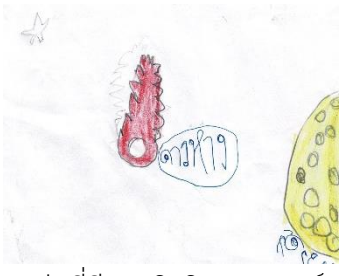
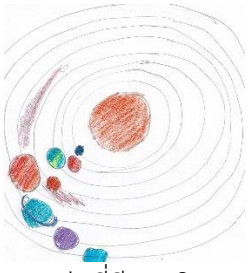
จากการตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ นำมาตีความประกอบการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะพบว่ามีแนวคิดที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้อง สามารถนำแนวคิดของนักเรียนมาจัดกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนนักเรียนและค่าร้อยละของนักเรียนที่มีต่อแนวคิดในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางของระบบสุริยะ

การทดสอบ		แนวคิดในแต่ละกลุ่ม				
		SU	PU	PU&SM	SM	NU
ก่อนเรียน	จำนวนคน	12	0	8	3	0
	ร้อยละ	52.17	0	34.79	13.04	0
หลังเรียน	จำนวนคน	23	0	0	0	0
	ร้อยละ	100	0	0	0	0

จากตารางที่ 4.3 แสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการสอนที่หลากหลายการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำมาอธิบายประเด็นที่ศึกษาได้ดังนี้ ก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 52.17 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.79 และ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 แสดงตัวอย่างคำตอบในแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ศูนย์กลางของระบบสุริยะ

ประเด็นที่ศึกษา	ตัวอย่างคำตอบ		
	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ศูนย์กลางของระบบสุริยะ - ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง - ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด	นักเรียนคนที่ 21	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)
ศูนย์กลางของระบบสุริยะ - ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง - ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด	นักเรียนคนที่ 8	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PMU)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)
	นักเรียนคนที่ 13	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (MU)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)

จากตารางที่ 4.4 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ โดยใช้การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 4 ก่อนเรียนแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน + คลาดเคลื่อน (PU&SM) กลุ่มนี้ยังเข้าใจคลาดเคลื่อน คือ ดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่ตรงกลาง แต่ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน คือเข้าใจว่าระบบสุริยะไม่มีดวงอาทิตย์ หลังเรียนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) ทุกคน

4.1.3.2 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดมีแนวคิดถูกต้องและไม่ถูกต้องในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ดาวเคราะห์บริวาร

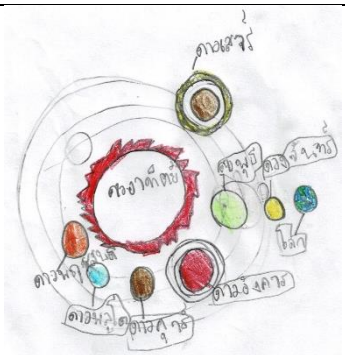
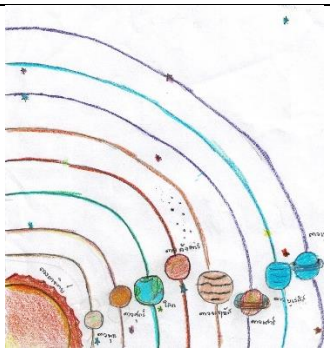
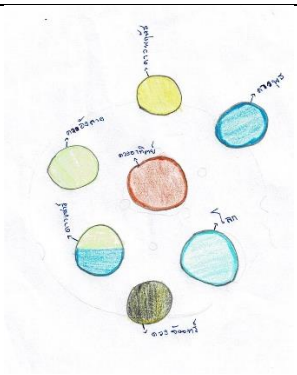
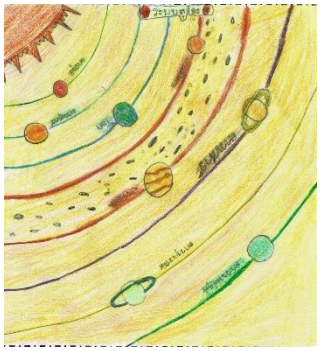
จากการตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ นำมาตีความประกอบการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะพบว่ามีแนวคิดที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้อง สามารถนำแนวคิดของนักเรียนมาจัดกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ดาวเคราะห์บริวาร

การทดสอบ		แนวคิดในแต่ละกลุ่ม				
		SU	PU	PU&SM	SM	NU
ก่อนเรียน	จำนวนคน	0	0	12	21	0
	ร้อยละ	0	0	52.17	91.30	0
หลังเรียน	จำนวนคน	23	0	0	0	0
	ร้อยละ	100	0	0	0	0

จากตารางที่ 4.5 แสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการสอนที่หลากหลายประกอบด้วย การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำมาอธิบายประเด็นที่ศึกษาได้ดังนี้ ก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 52.17 และกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 แสดงตัวอย่างคำตอบในแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ดาวเคราะห์บริวาร

ประเด็นที่ศึกษา	ตัวอย่างคำตอบ		
	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดาวเคราะห์บริวาร - ดาวเคราะห์มี 8 ดวง - ขนาดของดาวเคราะห์ - ลำดับของดาวเคราะห์ - ระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากัน	นักเรียนคนที่ 5	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)
ดาวเคราะห์บริวาร - ดาวเคราะห์มี 8 ดวง - ขนาดของดาวเคราะห์ - ลำดับของดาวเคราะห์ - ระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากัน	นักเรียนคนที่ 19	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)

จากตารางที่ 4.6 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ โดยใช้การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) กลุ่มนี้ยังเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็น เรียงลำดับชื่อของดาวเคราะห์ และขนาดของดาวเคราะห์ยังไม่ถูกต้อง และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน คือ ดาวเคราะห์

ไม่ได้มี 8 ดวง ขนาดของดาวเคราะห์ ลำดับของดาวเคราะห์ และระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์เท่ากัน หลังเรียนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) ทุกคน

4.1.3.3 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดมีแนวคิดถูกต้องและไม่ถูกต้องในประเด็นที่ศึกษาเรื่อง การโคจร

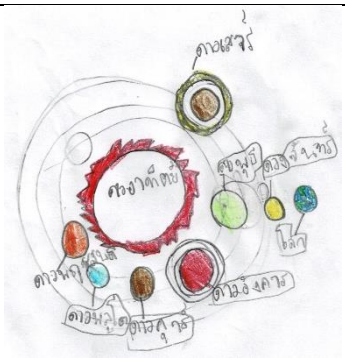
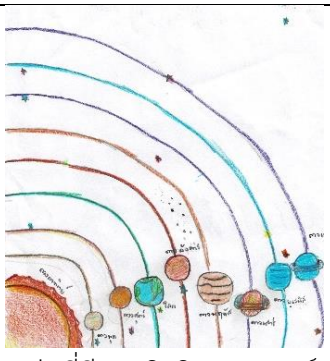
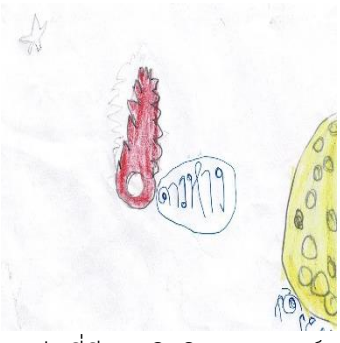
จากการตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ นำมาตีความประกอบการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะพบว่ามีแนวคิดที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้อง สามารถนำแนวคิดของนักเรียนมาจัดกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง การโคจร

ตารางที่ 4.7 การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง การโคจร

การทดสอบ		แนวคิดในแต่ละกลุ่ม				
		SU	PU	PU&SM	SM	NU
ก่อนเรียน	จำนวนคน	0	0	22	1	0
	ร้อยละ	0	0	95.65	4.34	0
หลังเรียน	จำนวนคน	23	0	0	0	0
	ร้อยละ	100	0	0	0	0

จากตารางที่ 4.7 แสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการสอนที่หลากหลายประกอบด้วย การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำมาอธิบายประเด็นที่ศึกษาได้ดังนี้ ก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 95.65 และกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.34 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งแสดงตัวอย่างคำตอบในแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง การโคจร

ประเด็นที่ศึกษา	ตัวอย่างคำตอบ		
	เลขที่	**ก่อนเรียน**	**หลังเรียน**
การโคจร - ดวงอาทิตย์ไม่โคจร - ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ - ดาวเคราะห์ใช้เวลาการโคจรไม่เท่ากัน	นักเรียนคนที่ 5	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)
การโคจร - ดวงอาทิตย์ไม่โคจร - ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ - ดาวเคราะห์ใช้เวลาการโคจรไม่เท่ากัน	นักเรียนคนที่ 13	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)

จากตารางที่ 4.8 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ โดยใช้การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) กลุ่มนี้ยังเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็น ดาวเคราะห์ใช้เวลาการโคจรเท่ากัน และกลุ่ม

สุดท้ายคือกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนในทุกประเด็น (SM) หลังเรียนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) ทุกคน

4.1.3.4 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดมีแนวคิดถูกต้องและไม่ถูกต้องในประเด็นที่ศึกษาเรื่อง ลักษณะอื่น ๆ

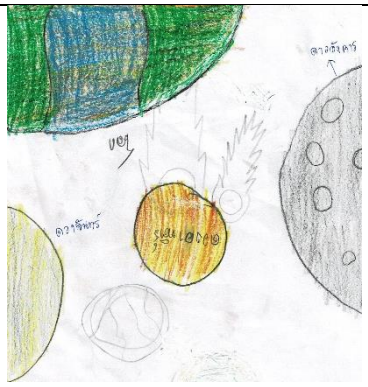
จากการตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ นำมาตีความประกอบการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะพบว่ามีแนวคิดที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้อง สามารถนำแนวคิดของนักเรียนมาจัดกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ลักษณะอื่น ๆ

การทดสอบ		แนวคิดในแต่ละกลุ่ม				
		SU	PU	PU&SM	SM	NU
ก่อนเรียน	จำนวนคน	0	0	0	0	23
	ร้อยละ	0	0	0	0	100
หลังเรียน	จำนวนคน	23	0	0	0	0
	ร้อยละ	100	0	0	0	0

จากตารางที่ 4.9 แสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการสอนที่หลากหลายประกอบด้วย การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำมาอธิบายประเด็นที่ศึกษาได้ดังนี้ ก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 1 กลุ่มคือ กลุ่มไม่มีแนวคิด (NU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งแสดงตัวอย่างคำตอบในแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ในประเด็นที่ศึกษา เรื่อง ลักษณะอื่น ๆ

ประเด็นที่ศึกษา	ตัวอย่างคำตอบ		
	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ลักษณะอื่น ๆ - มีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัส - มีดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ	นักเรียนคนที่ 9	 กลุ่มไม่มีแนวคิด(NU)	 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU)

จากตารางที่ 4.10 การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ โดยใช้การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนแบ่งได้เป็น 1 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (NU) กลุ่มนี้นักเรียนไม่รู้จักมีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัส และดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ หลังเรียนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) ทุกคน

4.1.4 ค่าเฉลี่ยสรุปรวมแนวคิดที่ศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่ม เมื่อนำแต่ละประเด็นที่ศึกษาได้แก่ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจร และลักษณะอื่น ๆ จาก แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน วิเคราะห์ถึงค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม เรื่องระบบสุริยะ โดยใช้สื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปรวมแนวคิดที่ศึกษาได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11 สรุปค่าเฉลี่ยการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของประเด็นที่ศึกษา ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนผ่านสื่อการสอนที่หลากหลายโดยใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

สิ่งที่ศึกษา	จำนวนและค่าเฉลี่ยแนวคิดในแต่ละกลุ่ม									
	SU		PU		PU&SM		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
จำนวนประเด็น	1	4	0	0	3	0	3	0	1	0
ค่าเฉลี่ย	20	100	0	0	60	0	60	0	20	0

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าประเด็นที่ศึกษาใช้จัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมีทั้งหมด 4 ประเด็น คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจร และลักษณะอื่น ๆ เมื่อนำแต่ละประเด็นมาจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดโดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (PU) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน + คลาดเคลื่อน (PU&SM) กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) กลุ่มที่ 5 กลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

4.1.4.1 สรุปแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในแต่ละกลุ่มก่อนเรียน

พบว่า แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยใช้สื่อการสอนการ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แต่ละประเด็นที่ศึกษาก่อนเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้

1) กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) มี 1 ประเด็นที่ศึกษา คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ คิดเป็นร้อยละ 20

2) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน (PU&SM) อยู่ 3 ประเด็นที่ศึกษาคือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร และการโคจร คิดเป็นร้อยละ 60

3) กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) อยู่ 3 ประเด็นที่ศึกษาคือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร และการโคจร คิดเป็นร้อยละ 60

4) กลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (NU) นั้น มี 1 ประเด็นที่ศึกษา คือ ลักษณะอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 20

4.1.4.2 สรุปแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในแต่ละกลุ่มหลังเรียน

1) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยใช้สื่อการสอนการ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แต่ละประเด็นที่ศึกษาหลังเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้ หลังเรียนสามารถจัดกลุ่มในแต่ละประเด็นที่ศึกษาทั้ง 4 ประเด็นได้เพียงกลุ่มเดียว คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 100

2) กลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง นำมาจัดลำดับในประเด็นต่าง ๆ พบว่า แนวคิดที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุดอยู่ 3 แนวคิด คือ นักเรียนคิดว่าดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ ขนาดของดาวเคราะห์ที่ไม่สัมพันธ์กับข้อมูล และนักเรียนระบุชื่อดาวเคราะห์แต่เรียงลำดับชื่อดาวเคราะห์ได้ไม่ถูกต้อง ทั้งหมดทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ นักเรียนคิดว่าดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ไม่มีการโคจร คิดเป็นร้อยละ 91.30 ส่วนแนวคิดคลาดเคลื่อนลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนคิดว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ และดาวหางเป็นดาวเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 13.04

4.2 ประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์ของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เกณฑ์ 80/80

4.2.1 การหาประสิทธิภาพทางการศึกษาของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ 80/80 และแบบประเมินสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง กับประชากร จำนวน 23 คน การวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.12 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำใบงานกิจกรรมกลุ่ม และแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

กิจกรรมที่ใช้วัด	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ใบงานกิจกรรมกลุ่ม	22	20.26	92.09
แบบสังเกตพฤติกรรม	20	17.22	86.09
	เฉลี่ย	37.48	89.23

จากตารางที่ 12 พบว่านักเรียนที่ทำใบงานกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง การจำลองระบบสุริยะ โดยใช้สื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ได้คะแนนเฉลี่ย 20.26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.09 และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ได้คะแนนเฉลี่ย 17.22 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.09 และ

คะแนนเฉลี่ยของทุกกิจกรรมได้คะแนนเฉลี่ย 37.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.23 แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.13 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่วาดภาพการจำลองระบบสุริยะ และการตอบคำถามจากเกมการ์ดหลังเรียน ของผู้เรียนทุกคน

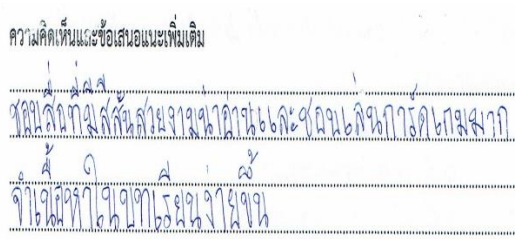
กิจกรรมที่ใช้วัด	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ	11	11.00	100
การตอบคำถามในการ์ดเกม	22	17.65	80.24
	เฉลี่ย	28.65	86.82

จากตารางที่ 13 พบว่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ได้คะแนนเฉลี่ย 10.09 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.70 และการตอบคำถามในการ์ดเกมได้คะแนนเฉลี่ย 17.65 คิดเป็นร้อยละ 80.24 คะแนนเฉลี่ยทุกกิจกรรมได้คะแนนเฉลี่ย 27.74 คิดเป็นร้อยละ 86.82 ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน คือ 89.23/86.82 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพทางการศึกษาของสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

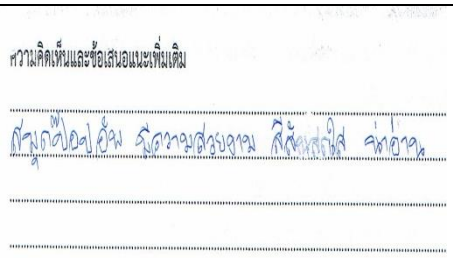
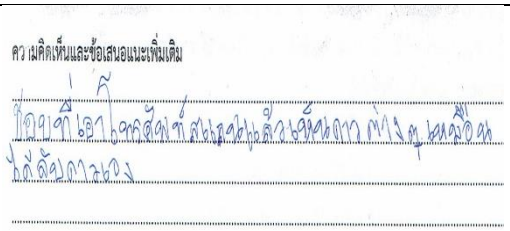
4.2.2 การหาประสิทธิภาพของสื่อ ประเมินจากความพึงพอใจของนักเรียน

จากการประเมินสื่อการสอนโดยใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าสื่อที่นักเรียนพึงพอใจมากที่สุดดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 จำนวนนักเรียนและค่าร้อยละที่พึงพอใจสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

สื่อ	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ตัวอย่างคำตอบ
การ์ดเกม	23	100	 (นักเรียนคนที่ 8)

ตารางที่ 4.14 จำนวนนักเรียนและค่าร้อยละที่พึงพอใจสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (ต่อ)

สื่อ	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ตัวอย่างคำตอบ
หนังสือสามมิติ	21	91.30	 (นักเรียนคนที่ 21)
เทคโนโลยีเสมือนจริง	20	86.95	 (นักเรียนคนที่ 17)

จากตารางที่ 4.14 พบว่า สื่อที่นักเรียนชอบหมดทุกคน คือ การ์ดเกม คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมา คือหนังสือสามมิติ คิดเป็นร้อยละ 91.30 และลำดับสุดท้าย คือ เทคโนโลยีสามมิติ คิดเป็นร้อยละ 86.95

4.2.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ประสิทธิภาพทางการศึกษาของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ 80/80 ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จะเห็นได้จากการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังนี้

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียน การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ และการตอบคำถามในการ์ดเกม

หัวข้อ	การทดสอบ	จำนวน (n)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)	t-test	Sig. (2-tailed)
การวาดภาพจำลองระบบสุริยะ	ก่อนเรียน	23	11	1.48	0.79	57.78	0.0000
	หลังเรียน	23	11	11.00	0.00		
การตอบคำถามในการ์ดเกม	ก่อนเรียน	23	22	3.83	0.58	49.61	0.0000
	หลังเรียน	23	22	17.65	1.50		

จากตารางที่ 4.15 พบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะโดยใช้ การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 1.48 คะแนน และ 11.00 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนการตอบคำถามในการ์ดเกม โดยใช้ สื่อนวัตกรรมที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 3.83 คะแนน และ 17.65 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

4.3.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงค่าร้อยละ คะแนนเฉลี่ย และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคำนวณจากแบบวัดเจตคติของนักเรียน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 วิเคราะห์ผลเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้รับการสอน โดยใช้การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	การแปลผล	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขและพึงพอใจที่ได้เรียน	2.61	0.50	4.35	0.49	1.74	ปานกลาง	มาก
2. นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายง่วงนอนทุกครั้งที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์*	1.78	0.60	3.78	0.90	2.00	น้อย	มาก
3. สิ่งประดิษฐ์วิทยาศาสตร์ให้โทษมากกว่าให้คุณ*	2.00	0.80	4.13	0.76	2.13	น้อย	มาก
4. นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น	2.39	0.50	3.96	0.82	1.57	น้อย	มาก
5. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	2.65	0.57	3.91	0.85	1.26	ปานกลาง	มาก
6. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องและมีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2.65	0.49	3.87	0.87	1.22	ปานกลาง	มาก
7. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผู้เรียนต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3.00	0.80	3.83	1.03	0.83	ปานกลาง	มาก
8. การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียน เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น	2.61	0.84	3.91	0.79	1.30	ปานกลาง	มาก
9. นักเรียนชอบได้ลงมือทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ค้นพบคำตอบจากสิ่งที่นักเรียนได้ลงมือทำ	2.61	0.78	3.65	1.11	1.04	ปานกลาง	มาก

ตารางที่ 4.16 วิเคราะห์ผลเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้รับการสอน โดยใช้ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (ต่อ)

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	การแปลผล	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)		ก่อนเรียน	หลังเรียน
10. การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนเกี่ยวกับความจริง	3.04	0.56	3.96	0.88	0.92	ปานกลาง	มาก
11. การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลมากขึ้น	2.78	0.95	3.70	0.82	0.92	ปานกลาง	มาก
12. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสนใจมาก	2.65	0.65	3.61	0.84	0.96	ปานกลาง	มาก
13. นักเรียนกระตือรือร้นมีความต้องการเรียนรู้เรื่องใหม่ ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์	2.30	0.70	3.70	0.63	1.40	น้อย	มาก
14. กิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ไม่น่าเบื่อ	2.61	0.66	3.70	0.80	1.09	ปานกลาง	มาก
15. วิชาวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยพัฒนาความเจริญทางด้านเทคโนโลยี	2.43	1.08	3.91	0.60	1.48	น้อย	มาก
16. การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ประเทศไทยพัฒนาได้	2.35	0.57	4.26	0.69	1.91	น้อย	มาก
17. นักเรียนกล้าซักถามในเรื่องที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือสงสัยในวิชาทยาศาสตร์	2.55	0.51	4.25	0.68	1.70	ปานกลาง	มาก
18. ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์เป็นความก้าวหน้าของมนุษยชาติ	2.43	0.66	4.19	0.75	1.76	น้อย	มาก

ตารางที่ 4.16 วิเคราะห์ผลเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้รับการสอน โดยใช้ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (ต่อ)

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	การแปลผล	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)		ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (SD)
19. สังคมไทยให้ความสำคัญกับการเรียนสายวิทยาศาสตร์*	1.70	0.63	4.19	0.75	2.49	น้อย	มาก
20. วิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องยากและเป็นเรื่องใกล้ตัวสำหรับนักเรียน*	1.74	0.69	4.25	0.68	2.51	น้อย	มาก
เฉลี่ย	**2.43**	**0.22**	**3.93**	**0.42**	**1.49**	**น้อย**	**มาก**

หมายเหตุ: *มีการกลับข้อคำถามในข้อที่เป็นคำถามเชิงนิเสธ

จากตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ก่อนเรียน และหลังเรียน เท่ากับ 2.43 และ 3.93 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับมาก เพื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า รายการที่นักเรียนมีเจตคติก่อนเรียนน้อยที่สุด คือ สังคมไทยให้ความสำคัญกับการเรียนสายวิทยาศาสตร์มากเกินไป ($\bar{X}$ = 1.70) และมากที่สุด คือการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนเกี่ยวกับความจริง ($\bar{X}$ = 3.04) ส่วนหลังเรียนรายการประเมินที่นักเรียนมีเจตคติน้อยที่สุด คือ วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสนใจมาก ($\bar{X}$ = 3.61) รายการประเมินที่นักเรียนมีเจตคติมากที่สุด คือ นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขและพึงพอใจที่ได้เรียน ($\bar{X}$ = 4.35)

4.3.2 แบ่งแบบวัดเจตคติรายข้อตามองค์ประกอบย่อย เมื่อแบ่งรายการออกตามองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ แบ่งได้ตามองค์ประกอบ 8 องค์ประกอบดังนี้

ตารางที่ 4.17 ผลรายการประเมินตามองค์ประกอบย่อยการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้รับการสอนโดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

องค์ประกอบย่อย	ข้อที่	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)		การแปลผล	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์	4, 9	2.50	3.80	น้อย	มาก
2. ความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์	13, 14	2.45	3.70	น้อย	มาก
3. การให้ความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	1, 5, 19	2.32	3.73	น้อย	มาก
4. ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์	8, 10	2.82	3.93	ปานกลาง	มาก
5. ความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์	12	2.65	3.61	ปานกลาง	มาก
6. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	3, 6, 15, 16, 18	2.37	4.07	น้อย	มาก
7. การจัดสรรเวลาสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์	7, 11	2.89	3.76	ปานกลาง	มาก
8. ความเอาใจใส่ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	2, 17, 20	2.02	4.09	น้อย	มาก
	เฉลี่ย	2.50	3.83	น้อย	มาก

จากตารางที่ 4.17 เมื่อพิจารณาเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงตามองค์ประกอบแต่ละด้าน พบว่า เจตคติก่อนเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับน้อย 5 ด้าน คือ ด้านที่ 8 ความเอาใจใส่ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 2.02) ด้านที่ 3 การให้ความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 2.32) ด้านที่ 6 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ($\overline{X}$ = 2.37) ด้านที่ 2 ความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 2.45) และด้านที่ 1 ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 2.50) ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง 3 ด้าน คือ ด้านที่ 5 ความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\overline{X}$ = 2.65) ด้านที่ 4 ความเข้าใจ

ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 2.82) และด้านที่ 7 การจัดสรรเวลาสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 2.89) ตามลำดับ ส่วนเจตคติหลังเรียนอยู่ในระดับมาก ทุกองค์ประกอบ ดังนี้ ด้านที่ 6 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ($\bar{X}$ = 4.07) ด้านที่ 2 ความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 3.70) ด้านที่ 3 การให้ความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 3.73) ด้านที่ 5 ความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 3.61) ด้านที่ 7 การจัดสรรเวลาสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 3.76) ด้านที่ 1 ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 3.80) ด้านที่ 4 ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 3.93) และด้านที่ 8 ความเอาใจใส่ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}$ = 4.09) ตามลำดับ

บทที่ 5
อภิปราย สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้า ออกแบบ สร้างสื่อการสอนที่หลากหลาย ประกอบด้วย การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด และเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยอภิปราย และสรุปผลได้ดังนี้

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดจากการวาดภาพ การจำลองระบบสุริยะร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน ได้ผลการศึกษาและอภิปรายผลดังนี้

5.1.1 การศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ จากการวาดภาพโดยใช้เกณฑ์แบบประเมินแบบตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดเรื่อง ระบบสุริยะใน 4 ประเด็นหลัก คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจร และลักษณะอื่น ๆ พบว่า มีกลุ่มแนวคิดการจำลองระบบสุริยะเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินในแนวคิดหลัก และกลุ่มแนวคิดไม่ถูกต้อง ก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียนพบว่า แนวคิดหลักในประเด็นย่อยต่าง ๆ ที่ศึกษา หลังเรียนมีนักเรียนทุกคนเข้าใจแนวคิดหลักที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้นทุกคน และกลุ่มแนวคิดที่ไม่ถูกต้องในแนวคิดหลักในประเด็นย่อยต่าง ๆ มีหนึ่งประเด็นย่อยหนึ่งประเด็นที่น่าสนใจ คือนักเรียนทุกคนเข้าใจว่า ดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ เนื่องจากนักเรียนมองเห็นดวงจันทร์บนท้องฟ้าทุกวัน มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันมากที่สุด เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน เมื่อเปรียบเทียบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องตามประเด็นการประเมินทุกคน สอดคล้องกับงานวิจัย ที่ศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากการวาดภาพร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียน โดยจัดจำแนกกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มต่าง ๆ (ลฎาภา ลดาชาติ และลือชา ลดาชาติ, 2556; ณัฐนรี คณะเมือง และร่มเกล้า จันทราษี, 2561) และเป็นกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง และไม่ถูกต้อง (ลลิตา จำนงสุข และคณะ, 2556; Calderón-Canales et al., 2013)

5.1.2 การจัดกลุ่มแนวคิดที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้องจากแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

นำแนวคิดที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้องในแต่ละประเด็นที่ศึกษามาจัดกลุ่ม และดูพัฒนาการแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียน โดยใช้เกณฑ์แบ่งกลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (PU) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และ คลาดเคลื่อน (PU&SM) กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) กลุ่มที่ 5 กลุ่มไม่มีแนวคิด (NU) สามารถแยกแต่ละประเด็นที่ศึกษาได้ ดังนี้

5.1.2.1 ศูนย์กลางของระบบสุริยะ แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 52.17 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.79 และ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.1.2.2 ดาวเคราะห์บริวาร แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 52.17 และ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.1.2.3 การโคจร แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 95.65 และ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.34 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.1.2.4 ลักษณะอื่น ๆ ก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 1 กลุ่มคือ กลุ่มไม่มีแนวคิด (NU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลิตา จำนงสุข และคณะ (2562) ได้ศึกษาเรื่องระบบสุริยะ นำคำตอบของนักเรียนมาจัดเป็นกลุ่ม 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และกลุ่มไม่มีแนวคิด พบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนถูกจัดอยู่ในกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องหรือไปในทิศทางเดียวกัน

5.1.3 ค่าเฉลี่ยสรุปแนวคิดที่ศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่ม

5.1.3.1 เมื่อนำแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยใช้สื่อการสอน การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาก่อนเรียน หาค่าเฉลี่ยของแต่ละประเด็น ก่อนเรียนแต่ละกลุ่มพบว่า

1) กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) มี 1 ประเด็นที่ศึกษา คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ คิดเป็นร้อยละ 20

2) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) มีอยู่ 3 ประเด็นที่ศึกษาคือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร และการโคจร คิดเป็นร้อยละ 60

3) กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) อยู่ 3 ประเด็นที่ศึกษาคือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร และการโคจร คิดเป็นร้อยละ 60

4) กลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (NU) นั้น มี 1 ประเด็นที่ศึกษา คือ ลักษณะอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 20

5.1.3.2 แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยใช้สื่อการสอน การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาก่อนเรียน หาค่าเฉลี่ยของแต่ละประเด็น หลังเรียนแต่ละกลุ่มพบว่า

1) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยใช้สื่อการสอนการ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แต่ละประเด็นที่ศึกษาหลังเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้ หลังเรียนสามารถจัดกลุ่มในแต่ละประเด็นที่ศึกษาทั้ง 4 ประเด็นได้เพียงกลุ่มเดียว คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 100

2) กลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง นำมาจัดลำดับในประเด็นต่าง ๆ พบว่า แนวคิดที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุดอยู่ 3 แนวคิด คือ นักเรียนคิดว่าดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ ขนาดของดาวเคราะห์ที่ไม่สัมพันธ์กับข้อมูล และนักเรียนระบุชื่อดาวเคราะห์แต่เรียงลำดับชื่อดาวเคราะห์ได้ไม่ถูกต้อง ทั้งหมดทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ นักเรียนคิดว่าดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ไม่มีการโคจร คิดเป็นร้อยละ 91.30 ส่วนแนวคิดคลาดเคลื่อนลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนคิดว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ และดาวหางเป็นดาวเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 13.04

สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลิตา จำนงสุข และคณะ (2562) ได้ศึกษาแนวคิดของนักเรียนเรื่อง ระบบสุริยะ นำคำตอบของนักเรียนมาแบ่งตามประเด็นที่ศึกษา 4 ประเด็น คือ ปรากฏการณ์ที่โลกหมุนรอบตัวเอง ปรากฏการณ์ที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ แนวคิดด้านดาวเคราะห์และพัฒนาการของแบบจำลองระบบสุริยะ จัดเป็นกลุ่ม 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน

กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และกลุ่มไม่มีแนวคิด พบว่า แนวคิดของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้น

การที่นักเรียนมีพัฒนาการแบบจำลองทางความคิดที่ดีขึ้น เนื่องจาก สื่อที่นำมาใช้เป็นสื่อกลางที่ช่วยให้นักเรียน เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เข้าใจเนื้อหาได้ตรงประเด็น ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดที่กล่าวว่าสื่อมีส่วนช่วยเชื่อมโยงความรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางความคิด ได้ดีขึ้น (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2555; Steve et al., 2011) และสื่อเสมือนจริงช่วยส่งเสริมการศึกษา ส่งเสริมการเรียนรู้ และช่วยกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วมในชั้นเรียน อีกทั้งการ์ดเกมที่นำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน ก็เป็นสื่อที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และเรียนอย่างมีความสุขสนุกสนาน เพราะเกมเป็นทางเลือกของสื่อการเรียนรูที่จะทำให้นักเรียน เรียนเนื้อหาในบทเรียนอย่างมีความสุข และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนรู้เป็นอย่างสูง (กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2554; Muntean et al., 2017) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐปนนท์ สุวรรณกนิษฐ (2560) ผลของการศึกษาพบว่าการใช้การ์ดเกมในการจัดการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนมีความผ่อนคลาย สนุกสนาน พร้อมที่จะรับรู้สิ่งที่สอนสอดแทรกไปในระหว่างทำกิจกรรม แตกต่างจากเดิมที่เป็นเพียงนักสอนพูดเป็นฝ่ายเดียวในหน้าชั้นเรียน เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกันระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง และทำให้นักเรียนกล้าที่จะพูดคุยสอบถามกับผู้สอน

นอกจากนี้แล้วการสอนโดยใช้สื่อหนังสือสามมิติประสบผลสำเร็จ เพราะมีสีสันสวยงาม น่าอ่านแสดงภาพที่ตื่นตาตื่นใจสำหรับนักเรียน ซึ่งมีความใกล้เคียงบางส่วนกับงานวิจัยของ รังสินันท์ แก้วประสงค์ (2559) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเรื่องระบบสุริยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในด้านต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าโดยรวมแล้วนักเรียนมีความพึงพอใจมาก และสนุกสนานกับการเรียนรู้ด้วยหนังสือที่แตกต่างไปจากหนังสือเรียนทั่วไปทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมีภาพประกอบสวยงามมีวีดีทัศน์ประกอบเพิ่มความเข้าใจ และดึงดูดความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนสนใจไม่เบื่อหน่าย และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างสนุกสนาน

และเทคโนโลยีเสมือนจริงก็มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่พัฒนาขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีเสมือนจริงแสดงระบบสุริยะในภาพสามมิติ มีความสวยงาม สมจริง นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน สร้างแบบจำลองทางความคิดได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัย ที่พบว่าการเรียนรูผานแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรูระบบสุริยะ ดวยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงนั้น ผูเรียนมีความกระตือรือรนในการเรียนรู มีความรวมมือในการทำกิจกรรม มีการชวยเหลือกันและกันเปนอยางดี เพิ่มความสนใจในการเรียน ทำใหการเรียนการสอนเกิดความสนุก ไมนาเบื่ออีกตอไป อีกทั้งผูเรียนไดเห็นภาพที่ชัดเจนใน เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล สามารถเรียนรูไดเอง เกิดความสนุกสนาน

ในการเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่ออยู่ในระดับมาก และมากที่สุด (วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง, 2562; เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง, 2562; ชาติชวลิต วรรณขาว, สุภาณี เส็งศรี และบุหงา วชิระศักดิ์มงคล, 2563)

นอกจากสื่อที่ช่วยให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่พัฒนาขึ้นแล้ว ส่วนหนึ่งที่สำคัญคือการให้นักเรียนจำลองทางความคิดได้ คือการวาดภาพ เพราะนักเรียนรู้สึกสบายใจมากกว่าการเขียนเป็นข้อความ หรือการทำข้อสอบ และการวาดภาพส่งผลดีต่อนักเรียนที่บกพร่องต่อการเรียนรู้ (นักเรียนที่จัดเป็นกลุ่มอ่อน) คืออ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ นักเรียนกลุ่มนี้มีความสบายใจ และเรียนด้วยความผ่อนคลายมากขึ้น มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกอย่าง เพราะถึงแม้ว่านักเรียนกลุ่มนี้จะอ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ แต่สามารถวาดภาพได้ ไม่ส่งกระดาษเปล่ากลับมา แต่กลับตั้งใจทำใบงาน สรุปองค์ความรู้ที่ได้อย่างเต็มที่ มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในห้อง ทำให้กิจกรรมในห้องดำเนินไปด้วยความสะดวกและส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ (Glynn, 1997) การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน สามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การวาดภาพ การวาดเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้เข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียน การวาดภาพเป็นกิจกรรมที่ต้องลงมือใช้ความคิดสร้างสรรค์ สร้างแรงบันดาลใจ สร้างสมาธิจดจ่อไม่วอกแวกแม้ว่านักเรียนในห้องจะมีจำนวนมาก สามารถถ่ายทอดความคิดรวบยอดที่ซับซ้อนของนักเรียนออกมาได้ในเวลาจำกัด

5.1.4 ประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์ของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ 80/80 (E1) พบว่านักเรียนที่ทำใบงานกิจกรรมกลุ่ม เรื่องการจำลองระบบสุริยะ โดยใช้สื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ได้คะแนนเฉลี่ยของทุกกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 89.23 (E2) พบว่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ และการตอบคำถามในการ์ดเกมได้ คะแนนเฉลี่ยทุกกิจกรรมได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 84.06 ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน คือ 89.23/86.24 นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สรุปได้ว่าประสิทธิภาพทางการศึกษาของสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เช่นเดียวกับการใช้สื่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ค่า E1/E2 เท่ากับ 83.54/86.83 (พจนา ศรีกระจ่าง และลัดดา ศุขปรีดี, 2556) การใช้สื่อความจริงเสริม รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ ค่า E1/E2 เท่ากับ 82.40/80.00 (ชาติชวลิต วรรณขาว, สุภาณี เส็งศรี และบุหงา วชิระศักดิ์มงคล, 2563) การใช้หนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เรื่องระบบสุริยะ ค่า E1/E2 เท่ากับ 80.25/85.25 (รังสินันท์ แก้วประสงค์, 2559) แสดงว่าเรื่องระบบสุริยะเป็นเนื้อหาที่ทำให้เข้าใจได้ง่ายในเวลาเรียน และเป็นสื่อที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบสุริยะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนได้

5.1.5 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จัดอยู่ในระดับมาก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก นักเรียนได้เห็นภาพระบบสุริยะเป็นภาพ 3 มิติ เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนเห็นรูปธรรมได้ง่ายขึ้น และการ์ดเกม เป็นวิธีการสอนที่นักเรียนชอบ นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน จึงทำให้นักเรียนเข้าใจการจำลองระบบสุริยะมากขึ้น ส่งผลให้มีเจตคติที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ศึกษาถึงการใช้สื่อการสอน มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก (กนกวรรณ หาญกาย และฉัตริยะ ศิริสัมพันธ์วงษ์, 2561; สุนันทา เอี่ยมอนันต์ และบัณฑิตา อินสมบัติ, 2561; สุระพงษ์ คำผง และสุระ วุฒิพรหม, 2553) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมและสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) สามารถสร้างบรรยากาศในการเรียน ช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีความสุข การเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality (AR) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อ ทั้งสองด้านอยู่ในระดับมากและระดับดี (เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง, 2562; วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง, 2562; Muntean et al., 2017; ชาติชวลิต วรรณขาว, สุภาณี เส็งศรี และบุหงา วชิระศักดิ์มงคล, 2563; รังสินันท์ แก้วประสงค์, 2559)

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.2.1 การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดจากการวาดภาพ การจำลองระบบสุริยะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงพบว่าแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดเรื่องการจำลองระบบสุริยะใน 4 ประเด็นหลัก คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจร และลักษณะอื่น ๆ ของนักเรียนเปรียบเทียบก่อนเรียน และหลังเรียน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง

5.2.2 จากนั้นนำแนวคิดในแต่ละประเด็นมาจัดกลุ่มเพื่อดูพัฒนาการทางการเรียนรู้ สามารถจัดจำแจกกลุ่มในแต่ละประเด็นได้ดังนี้

5.2.2.1 ศูนย์กลางของระบบสุริยะ แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 52.17 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.79 และ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.2.2.2 ดาวเคราะห์บริวารแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 52.17 และ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.2.2.3 การโคจร แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 95.65 และ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.34 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.2.2.4 ลักษณะอื่น ๆ ก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนจำแนกผู้เรียนออกได้เป็น 1 กลุ่มคือ กลุ่มไม่มีแนวคิด (NU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 หลังเรียนพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100

5.2.3 ค่าเฉลี่ยสรุปแนวคิดที่ศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มก่อนเรียน และหลังเรียน ประเด็นที่ศึกษาใช้จัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมีทั้งหมด 4 ประเด็น คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจร และลักษณะอื่น ๆ เมื่อนำแต่ละประเด็นมาจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดโดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (PU) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) กลุ่มที่ 5 กลุ่มไม่มีแนวคิด (NU)

5.2.3.1 แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยใช้สื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แต่ละประเด็นที่ศึกษาก่อนเรียน และหลังเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้

1) กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) มี 1 ประเด็นที่ศึกษา คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ คิดเป็นร้อยละ 20

2) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อน (PU&SM) และกลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) อยู่ 3 ประเด็นที่ศึกษา คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร และการโคจร คิดเป็นร้อยละ 60 ส่วนกลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (NU) นั้น มี 1 ประเด็นที่ศึกษา คือ ลักษณะอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 20 หลังเรียนสามารถจัดกลุ่มในแต่ละประเด็นที่ศึกษาทั้ง 4 ประเด็นได้เพียงกลุ่มเดียว คือ กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 100

5.2.3.2 กลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง นำมาจัดลำดับในประเด็นต่าง ๆ พบว่า แนวคิดที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุดอยู่ 3 แนวคิด คือ นักเรียนคิดว่าดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ ขนาดของดาวเคราะห์ที่ไม่สัมพันธ์กับข้อมูล และนักเรียนระบุชื่อดาวเคราะห์แต่เรียงลำดับชื่อดาวเคราะห์ได้ไม่ถูกต้อง ทั้งหมดทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ นักเรียนคิดว่าดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ไม่มีการโคจร คิดเป็นร้อยละ91.30 ส่วนแนวคิดคลาดเคลื่อนลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนคิดว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ และดาวหางเป็นดาวเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 13.04 ซึ่งหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว กลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้องมีแนวคิดที่ความถี่ของคำตอบของแนวคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกคน และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเข้าใจการจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้องครบทุกประเด็น

5.2.4 ประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์ของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพทางการศึกษาของสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน คือ 89.23/86.24 นอกจากนี้แบบประเมินสื่อการสอน ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านลักษณะของสื่อ ด้านเนื้อหา และด้านการจัดกิจกรรม พบว่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนจากแบบประเมิน อยู่ในระดับมาก

5.2.5 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เฉลี่ยแล้วจัดอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การจัดการเรียน การสอนโดยใช้การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นเพียงอีกหนึ่งวิธีการที่ช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) ของนักเรียน ควรลองใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายวิธี ให้นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด เพื่อช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนให้ดีมากยิ่งขึ้น

5.3.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง รวมถึงการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจากการวาดภาพ ส่งผลดีต่อนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มบกพร่องต่อการเรียนรู้มากที่สุด เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้ไม่ให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนแบบปกติเท่าที่ควร แต่เมื่อใช้สื่อ และวิธีการสอนแบบเกม วัดผลสัมฤทธิ์จากการวาดภาพ นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียนอย่างเห็นได้ชัด และเห็นพัฒนาการเรียนรู้ได้ดีที่สุดผ่านการวาดภาพและอธิบาย

5.3.3 ก่อนการจัดการเรียนการสอน ในการทดสอบแอปพลิเคชัน ครูควรให้นักเรียนนำโทรศัพท์มาติดตั้งแอปพลิเคชันและทดสอบแอปพลิเคชันก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าสมาร์ตโฟนเครื่องไหนที่รองรับแอปพลิเคชัน เป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียนก่อนการทำกิจกรรม

5.3.4 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ครูผู้สอนควรดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด และใช้เหตุผลในการอธิบายการร่วมมือกันระหว่างกลุ่ม เนื่องจากบางครั้งผู้เรียนบางคนใจร้อนในการเล่นเกม ทำให้แสดงพฤติกรรมไม่เหมาะสมกับเพื่อน

5.3.5 สมาร์ตโฟนที่ใช้ในการวิจัย เป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยเท่านั้น และโทรศัพท์ยี่ห้อ RealMe บางรุ่น ไม่รองรับแอปพลิเคชัน

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ หาญกาย และฉัตริยะ ศิริสัมพันธ์วงษ์. “ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ**. 8(15): 137-152; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2561.

กระทรวงศึกษาธิการ. **แนวทางการพัฒนา การวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกกรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2554.

_____. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560.

กรมวิชาการ. **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. “เกมบัตรสำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบ”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 2(2): 132-137; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2554.

จิราภรณ์ ปกรณ์. (2561). “AR (Augmented Reality) เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกแห่งความจริง”, **เทคโนโลยี**. https://www.scimath.org/article-technology/item/7755-ar-augmented-reality. 12 ธันวาคม, 2563.

จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ. “การพัฒนาแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น”, **วารสารสุทธิปริทัศน์**. 33(108): 39–50; ตุลาคม-ธันวาคม, 2562.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”, **วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย**. 5(1): 7-20; มกราคม-มิถุนายน, 2556.

ชาติชวลิต วรรณขาว, สุภาณี เส็งศรี และบุหงา วชิระศักดิ์มงคล. “ผลการใช้สื่อความจริงเสริมที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบสุริยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4”, **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 22(4): 50-61; ตุลาคม-ธันวาคม, 2563.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ฐปนนท์ สุวรรณกนิษฐ. “การออกแบบการ์ดเกม เพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนหลักสูตรออกแบบสื่อสาร”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาตินเรศวรวิจัยครั้งที่13**. น. 1700-1715. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2560.

ณัฐนรี คณะเมือง และร่มเกล้า จันทราษี. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองเรื่อง การระเหยที่มีต่อกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา**. 1(1): 86-96; มกราคม-มิถุนายน, 2561.

ทิศนา แขมมณี. **14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

นรรัชต์ ฝันเชียร. (2563). “Games Based Learning หรือ GBL คืออะไร”, **Games Based Learning**. https://www.trueplookpanya.com/blog/content/84436/-teamet. 25 พฤศจิกายน, 2563.

บังอร ชูไทย. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมเน้นปฏิบัติจริง เรื่องอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.

บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว. “การอ้างอิงประชากรเมื่อใช้เครื่องมือแบบมาตราส่วนประมาณค่ากับกลุ่มตัวอย่าง”, **วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม**. 3: 22-25; กรกฎาคม, 2535.

พจนา ศรีกระจ่าง และลัดดาศุข ปรีดี. “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยบูรพา**. 9(1): 154-165; มกราคม-มิถุนายน, 2556.

พรรณวิไล ชมชิด. “การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง”, **นิตยสาร สสวท**. 38(163): 33–34; พฤศจิกายน-ธันวาคม, 2552.

พิมพ์พิไล จันทรัตน์กุล. **การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563.

ไพศาล วรคำ. **การวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 7. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์, 2558.

มนตรี แย้มกสิกร. “เกณฑ์ประสิทธิภาพในการวิจัย และพัฒนาสื่อการสอน: ความแตกต่าง 90/90 standard และE1/E2”, **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา**. 19(1): 1-15; ตุลาคม-มกราคม, 2550.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

รังสินันท์ แก้วประสงค์. **การพัฒนาหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เรื่องระบบสุริยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2559.

ลฎาภา สุทธกูล และลือชา ลดาชาติ. "แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับแม่เหล็กและ แรงแม่เหล็ก", **วารสารมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. 4(1): 90-105; มกราคม-มิถุนายน, 2556.

ลลิตา จำนงค์สุข และคณะ. "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการเรียนเชิงรุก (Active Learning) ที่มีผลต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3", **สักทอง: วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร**. 25(3): 102-113; กรกฎาคม-กันยายน, 2562.

วีนา โชติช่วง, ชิติพัทธ์ ปานเกษม และวิจิตรา สายแสง. "การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง", ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน (ASTC) ครั้งที่ 7**. น. 1637-1645. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต, 2562.

วรัตต์ อินทสระ. "Game Based Learning The Latest Trend Education 2019 เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น", **เอกสารประกอบการอบรมและปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวนดุสิต, 2559.

ศักดิ์ศรี สุภาษร. "บทบาทของเมนทอลโมเดลในการเรียนรู้วิชาเคมีระดับโมเลกุล", **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 35(1): 1-7; มกราคม-มีนาคม, 2555.

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. **คู่มือครูเพื่อใช้คู่กับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2563.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). "คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา", **คลังความรู้ SciMath**. https://www.scimath.org/ebook-science/item/8922-2018-10-01-01-54-11. 10 ธันวาคม, 2563.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุนันทา เอี่ยมอนันต์ และบัณฑิตา อินสมบัติ. “ผลการใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์**. 13(19): 113-126; กันยายน-ธันวาคม, 2561.

สุระพงษ์ คำผง และสุระ วุฒิพรหม. “การสำรวจตรวจสอบความเข้าใจรวบยอดเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 1(1): 35-45; มกราคม-มิถุนายน, 2553.

เอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง. “สื่อการเรียนรู้ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) กรณีศึกษานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกวดวิชา IMaths&Robots child’s Lopburi”, **วารสารโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ**. 5(2): 77-83; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2562.

Acher, A., Arcà, M. and Sanmartí, N. “Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education”, **Science Education**. 91(3): 398-418; May, 2007.

Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F. and Gallegos-Cázares, L. “Elementary students’ mental models of the solar system”, **Astronomy Education Review**. 12(1): 010108; July, 2013.

Gilbert, J. K. “Visualization: A metacognitive skill in science and science education”, In **Visualization in science education**. p. 9-27. Dordrecht: Springer, 2005.

Glynn, S. “Drawing mental models”, **The Science Teacher**. 64(1): 30; January, 1997.

Harrison, A. G., and Treagust, D. F. “Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry”, **Science education**. 80(5): 509-534; September, 1996.

Johnson-Laird, P. N. **Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness (No. 6)**. Massachusetts: Harvard University Press, 1983.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Muntean, C. H., Andrews, J., and Muntean, G. M. Final frontier: an educational game on solar system concepts acquisition for primary schools. In **2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**. p. 335-337. Timisoara: Politehnica University, 2017.

Steve, Y., Gallayanee, Y. and Erik, J. "Augmented reality: An overview and five directions for AR in education", **Journal of Educational Technology Development and Exchange**. 4(1): 119-140; October, 2011.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ GBLบูรณาการกับ GPAS 5 Steps

กลุ่มสาระการเรียนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 9 ดาวในระบบสุริยะ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสุริยะ จำนวน 2 คาบ (120 นาที)
ใช้สอนวันที่ .....

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1	เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ
กาแล็กซี	ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อ
สิ่งมีชีวิต	และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ป.4/3	สร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง

1. วาดการจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้อง (K)
2. อธิบายเปรียบเทียบการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงได้ถูกต้อง (K)
3. ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตและบันทึกผลจากกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ (P)
4. ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

สาระการเรียนรู้

ระบบสุริยะ เป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางประกอบด้วย ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) ดาวเคราะห์แคระ

ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
   - การอธิบาย การฟัง การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน
2. ความสามารถในการคิด
   - การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อความหมาย การทำกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
   - การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
   - การทำกิจกรรมกลุ่ม
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
   - การใช้ Application Galactic Explorer for Merge Cube

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

คำถาม

1. ในระบบสุริยะมีดาวเคราะห์ดวงใดบ้างที่เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์
2. ดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบดวงอาทิตย์เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (Gathering)

1. นักเรียนกับครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับจักรวาลหรือเอกภพ กาแล็กซี หรือดาราจักร และระบบสุริยะ โดยร่วมกันตอบคำถาม ดังนี้

1.1 นักเรียนเคยได้ยินคำว่าเอกภพหรือไม่? แล้วเอกภพหมายถึงอะไร
(คำตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

1.2 “กาแล็กซี” ตามความเข้าใจของนักเรียน หมายถึงอะไร
(คำตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

1.3 ระบบสุริยะหมายถึงอะไร
(คำตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2. ครูอ่านข้อความด้านล่าง แล้วให้นักเรียน หลับตาและจินตนาการตามข้อความที่ครูอ่าน ดังนี้

อวกาศ หมายถึง บริเวณที่อยู่นอกโลก ซึ่งไม่มีอากาศอยู่เลย นักวิทยาศาสตร์ใช้ยานอวกาศเป็นพาหนะออกไปสำรวจอวกาศที่ไกลออกไปจากโลกมาก ๆ

อวกาศมีบริเวณกว้างใหญ่มาก ไม่มีขอบเขตที่แน่นอน มีดาว ฝุ่น แก๊ส และพลังงานต่าง ๆ มากมาย เรียกรวม ๆ ว่า จักรวาล หรือเอกภพ

ดาวต่าง ๆ ในเอกภพจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่า กาแล็กซี หรือดาราจักร โดยจะมีประมาณหมื่นล้านกาแล็กซี แต่ละกาแล็กซีประกอบด้วยดาวประมาณแสนล้านดวง

ในแต่ละกาแล็กซีอาจมีกลุ่มดาวที่มีดาวฤกษ์เป็นศูนย์กลาง และมีดาวเคราะห์เป็นบริวารโคจรอยู่โดยรอบ เราเรียกกลุ่มดาวนี้ว่า ระบบสุริยะ

ระบบสุริยะที่โลกของเราอยู่เป็นเพียงกลุ่มดาวเล็ก ๆ กลุ่มหนึ่งในกาแล็กซีที่มีชื่อว่า ทางช้างเผือก

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนวาดรูประบบสุริยะ ตามความเข้าใจของนักเรียน

4. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 6 คน คละเพศ และคละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดช่วยกันวาดระบบสุริยะ

6. ครูอธิบายกติกา เงื่อนไข การเล่นเกมการ์ด และวิธีการใช้ Application Galactic Explorer for Merge Cube

6.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกมการ์ด

6.2 ทบทวนบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มว่าต้องทำหน้าที่อย่างไรบ้างในการดำเนินการด้วยกระบวนการทำงานกลุ่ม เช่น แต่ละคนจะทำอะไร แบ่งหน้าที่กันอย่างไร

กิจกรรมกลุ่ม และการปฏิบัติกิจกรรม เป็นการสร้างเสริมทักษะศตวรรษที่ 21 ด้านการร่วมมือทำงานเป็นทีม การคิดแก้ปัญหา และรับผิดชอบต่อผลงานร่วมกัน

6.3 ตรวจสอบความพร้อมของสื่อ วัสดุอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติกิจกรรมว่าครบถ้วนเหมาะสมที่จะใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมเพียงใด

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

7.1 ระบบสุริยะมีดวงอาทิตย์กี่ดวง

(ขึ้นกับประสบการณ์ของนักเรียน)

7.2 นอกจากโลก และดวงอาทิตย์แล้ว นักเรียนรู้จักดวงดาวหรือวัตถุอื่น ๆ ในระบบสุริยะอีกหรือไม่

(ขึ้นกับประสบการณ์ของนักเรียน)

7.3 ดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบดวงอาทิตย์เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(ขึ้นกับประสบการณ์ของนักเรียน)

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังลงมือทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบสุริยะตามขั้นตอนและบันทึกผลการทำกิจกรรม ในใบงานที่ 1

9. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรม และบันทึกผลการทำกิจกรรมแล้ว ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมกับครู เพื่อเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้อง

Step 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing)

10. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามหลังทำกิจกรรม ดังนี้

10.1 นอกจากโลกจะเป็นบริวารของดวงอาทิตย์แล้ว ยังมีดาวหรือวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์อีกหรือไม่

(ดาวเคราะห์บริวารอีก 7 ดวง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย และดาวหาง)

10.2 ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด

(ดาวพุธ)

10.3 ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุด

(ดาวเนปจูน)

10.4 โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่เท่าใด

(ลำดับที่ 3)

10.5 ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดใหญ่ที่สุด

(ดาวพฤหัสบดี)

10.6 ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดเล็กที่สุด

(ดาวพุธ)

10.7 ดาวเคราะห์ดวงใดมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากดาวดวงอื่น

(ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน)

10.8 จงเรียงลำดับขนาดของดาวเคราะห์ดวงที่เล็กที่สุด ไปหาดวงที่ใหญ่ที่สุด

(ดาวพุธ ดาวอังคาร ดาวศุกร์ โลก ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส ดาวเสาว์ ดาวพฤหัส)

10.9 เหตุใดในอดีตจึงมีดาวเคราะห์บริวารของดวงอาทิตย์จำนวน 9 ดวง

(ดาวพลูโตเคยถูกจัดเป็นดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ แต่ปัจจุบันสหพันธ์ดาราศาสตร์สากลจัดให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระ เพราะมีวงโคจรที่ทับซ้อนกับดาวเนปจูน)

10.10 ดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบดวงอาทิตย์เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับระยะทางที่ห่างกันระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ของแต่ละดวง)

10.11 สรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่าอย่างไร

(ในระบบสุริยะมีดาวเคราะห์ 8 ดวง เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์ ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน)

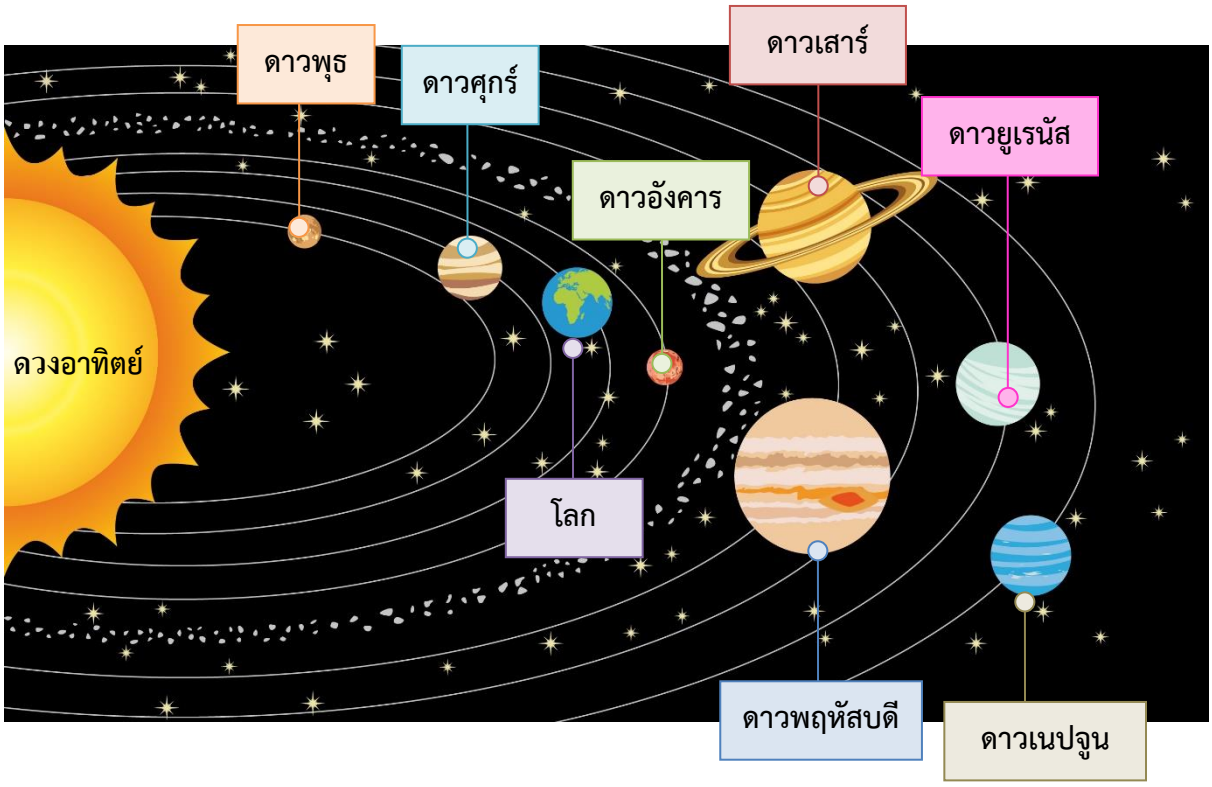
11. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมและสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกันเกี่ยวกับระบบสุริยะว่า ในระบบสุริยะมีดาวเคราะห์ 8 ดวง เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์ ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน ดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับระยะทางที่ห่างกันระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ของแต่ละดวง

ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge)

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน ออกแบบ วาดภาพและระบายสีระบบสุริยะ จัดทำเป็นชิ้นงาน โดยทำเป็นรายบุคคล

การวางแผน ออกแบบ วาดภาพและระบายสี สร้างเสริมทักษะศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และการสื่อสาร

(ตัวอย่างภาพวาดและระบายสี)



13. นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน ดังนี้

ระบบสุริยะเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วย ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์

14. นักเรียนเล่นการ์ดเกม

ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication

15. ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ โดยเลือกใช้ภาพวาดและระบายสีของเพื่อนคนที่ดีที่สุด คือภาพระบบสุริยะประกอบการอธิบาย หน้าชั้นเรียน เพื่อน ๆ และครู ร่วมกันตรวจสอบและแก้ไขให้ถูกต้อง

16. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับวิธีการทำงานให้เห็นการคิดเชิงระบบและวิธีการทำงานที่มีแบบแผนว่ามีการวางแผนกันอย่างไร

ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self- Regulating)

17. นักเรียนร่วมกันคัดเลือกผลงานที่ดีเด่น จัดแสดงที่ป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นแหล่งการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในโรงเรียน

18. นักเรียนตรวจสอบหรือประเมินขั้นตอนต่าง ๆ ที่เรียนมาในวันนี้มีจุดเด่น จุดบกพร่องอะไรบ้าง มีความสงสัย ความอยากรู้อยากเห็นในเรื่องใด ให้ระบุ

19. นักเรียนประเมินตนเอง โดยเขียนแสดงความรู้สึกหลังการเรียน ในประเด็นต่อไปนี้

19.1 สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในวันนี้คืออะไร

19.2 นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมในกลุ่มมากน้อยเพียงใด

19.3 เพื่อนนักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมกิจกรรมในกลุ่มมากน้อยเพียงใด

19.4 นักเรียนพึงพอใจกับการเรียนในวันนี้หรือไม่ เพียงใด

19.5 นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้นี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ตนเอง ครอบครัว และสังคมทั่วไปได้อย่างไร

จากนั้นแลกเปลี่ยนตรวจสอบขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอนว่าจะเพิ่มคุณค่าไปสู่สังคม เกิดประโยชน์ต่อสังคมให้มากขึ้นกว่าเดิมในขั้นตอนใดบ้าง สำหรับการทำงานในครั้งต่อไป

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)
2. การ์ดเกม
3. โทรศัพท์มือถือที่ลงแอปพลิเคชัน Application Galactic Explorer for Merge Cube
4. สื่อวิทยาศาสตร์ หนังสือป๊อปอัพระบบสุริยะ
5. ใบงานที่ 1 เรื่อง ระบบสุริยะ
6. กิจกรรมที่ 1 เรื่องระบบสุริยะ

การประเมินการเรียนรู้

1. ประเมินความรู้ เรื่อง ระบบสุริยะ (K) ด้วยภาพวาดจำลองระบบสุริยะและคะแนนจากการเล่นเกมการ์ด
2. ประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรม (P) ด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินชิ้นงาน ภาพวาดและระบายสี ระบบสุริยะ (P) ด้วยแบบประเมิน
4. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A) ด้วยแบบประเมิน

แบบประเมินตามสภาพจริง (Rubrics)

แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

กลุ่มที่ (ชื่อกลุ่ม).....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....2.....

3.....4.....

5.....6.....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน			
	4	3	2	1
1. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ				
2. มีการเตรียมสื่อ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานให้พร้อม				
3. มีการวางแผนและขั้นตอนการปฏิบัติงานก่อนปฏิบัติ				
4. สามารถปฏิบัติได้ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้				
5. ผลงานที่สำเร็จตามที่วัตถุประสงค์				
6. การมีส่วนร่วมในการวางแผน				
7. การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่				
8. การให้ความร่วมมือในการทำงาน				
9. การแสดงความคิดเห็น				
10. การยอมรับความคิดเห็น				
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติเป็นประจำ ให้ 4 คะแนน (ดีมาก)

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน (ดี)

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 2 คะแนน (ปานกลาง)

พฤติกรรมที่ปฏิบัติน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน (ปรับปรุง)

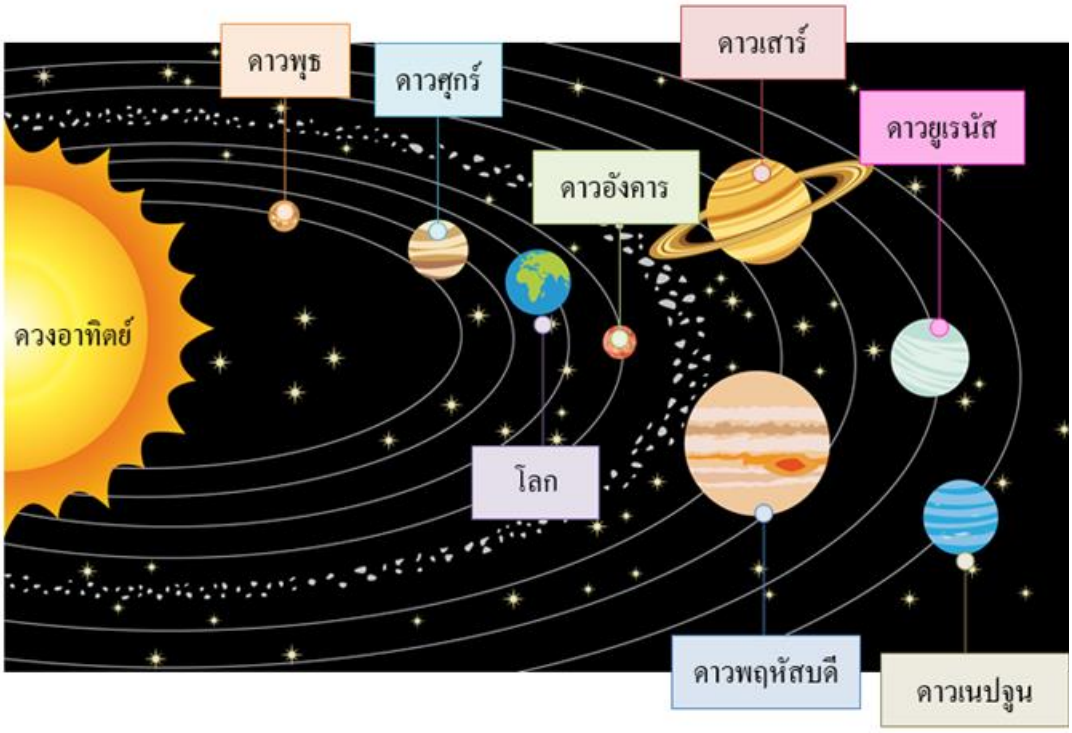
ใบงานที่ 1 การจำลองระบบสุริยะ

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ พร้อมระบุชื่อดาวเคราะห์แต่ละดวงให้ถูกต้อง

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

ใบงานที่ 1 การจำลองระบบสุริยะ

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ พร้อมระบุชื่อดาวเคราะห์แต่ละดวงให้ถูกต้อง



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

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบสุริยะ

วันที่ทำกิจกรรม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
2. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
3. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
4. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
5. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
6. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....

คำชี้แจงในการทำกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับสมุดป๊อบอัพระบบสุริยะ
2. ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนทำกิจกรรม
3. ช่วยกันลงมือทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องระบบสุริยะตามใบงานที่ได้รับมอบหมาย

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ภาพวาดการจำลองระบบสุริยะ

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. นอกจากโลกจะเป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์แล้ว ยังมีดาวหรือวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์อีกหรือไม่

.....

.....

.....

2. ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด

.....

.....

3. ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุด

.....

.....

4. โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่เท่าใด

.....

.....

5. ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดใหญ่ที่สุด

.....

.....

6. ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดเล็กที่สุด

.....

.....

7. ดาวเคราะห์ดวงใดมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากดาวดวงอื่น

.....

.....

8. จงเรียงลำดับขนาดของดาวเคราะห์ดวงที่เล็กที่สุด ไปหาดวงที่ใหญ่ที่สุด

.....

.....

9. เหตุใดในอดีตจึงมีดาวเคราะห์บริวารของดวงอาทิตย์จำนวน 9 ดวง

.....

.....

.....

10. สรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

11. ให้นักเรียนบอกแหล่งสื่อที่สืบค้นเพิ่มเติม นอกจากหนังสือเรียนและสมุดป๊อปอัพที่ครูให้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบสุริยะ

วันที่ทำกิจกรรม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

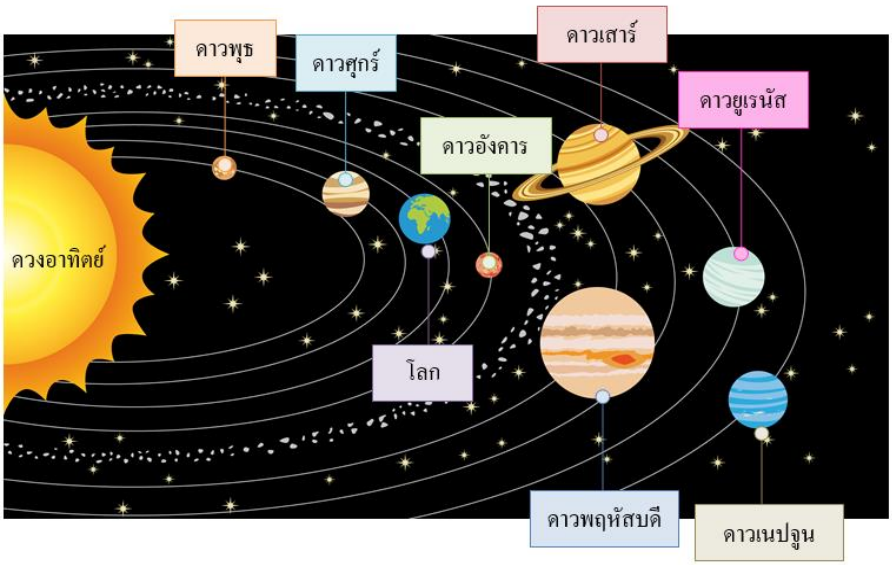
สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
2. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
3. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
4. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
5. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....
6. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....

คำชี้แจงในการทำกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับสมุดป๊อบอัพระบบสุริยะ
2. ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนทำกิจกรรม
3. ช่วยกันลงมือทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องระบบสุริยะตามใบงานที่ได้รับมอบหมาย

บันทึกผลการทำกิจกรรม



ภาพวาดการจำลองระบบสุริยะ

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. นอกจากโลกจะเป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์แล้ว ยังมีดาวหรือวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์อีกหรือไม่
   (ดาวเคราะห์บริวารอีก 7 ดวง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย และดาวหาง)
2. ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด
   (ดาวพุธ)
3. ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุด
   (ดาวเนปจูน)
4. โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่เท่าใด
   (ลำดับที่ 3)
5. ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดใหญ่ที่สุด
   (ดาวพฤหัสบดี)
6. ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดเล็กที่สุด
   (ดาวพุธ)
7. ดาวเคราะห์ดวงใดมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากดาวดวงอื่น
   (ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน เพราะมันมีวงแหวน)
8. จงเรียงลำดับขนาดของดาวเคราะห์ดวงที่เล็กที่สุด ไปหาดวงที่ใหญ่ที่สุด
   (ดาวพุธ ดาวอังคาร ดาวศุกร์ โลก ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส ดาวเสาร์ ดาวพฤหัส)
9. เหตุใดในอดีตจึงมีดาวเคราะห์บริวารของดวงอาทิตย์จำนวน 9 ดวง
   (เพราะดาวพลูโตมีวงโคจรเป็นวงรีและทับซ้อนกับวงโคจรของดาวเนปจูน จึงถูกลดสถานะเป็นดาวเคราะห์แคระ ทำให้เหลือดาวเคราะห์ 8 ดวง)
10. สรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่าอย่างไร
    (ในระบบสุริยะมีดาวเคราะห์ 8 ดวง เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์ ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน)
11. ให้นักเรียนบอกแหล่งสื่อที่สืบค้นเพิ่มเติม นอกจากหนังสือเรียนและสมุดป๊อปอัพที่ครูให้
    (ตอบตามที่นักเรียนค้นหา จากในหนังสือเรียนหรือจากเว็บไซต์)

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับคำถามใน Card game picked up ร่วมกับ Application Galactic Explorer for Merge Cube เรื่อง ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

<u>คำชี้แจง</u> โปรดพิจารณาว่าข้อสอบต่อไปนี้ ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระไว้หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า คำถามวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า คำถามวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง แน่ใจว่า คำถามไม่ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ตรงตามเนื้อหา

วัตถุประสงค์/เนื้อหา	**คำถาม**	**ระดับของการพิจารณา**			**ข้อเสนอแนะ**
		+1	**0**	**-1**	
1. วาดการจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้อง	1. ดาวดวงใดเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ (ความจำ) (ดวงอาทิตย์)				
	2. ดาวดวงใด ***<u>ไม่เป็น</u>*** ดาวเคราะห์บริวารของดวงอาทิตย์ (ความเข้าใจ) (ดาวพลูโต)				
	3. ดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็กที่สุด (ความจำ) (ดาวพุธ)				
	4. ดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด (ความจำ) (ดาวพฤหัส)				
	5. ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด (ความจำ) (ดาวพุธ)				
	6. ดาวเคราะห์ลำดับที่ 2 ในระบบสุริยะ (ความจำ) (ดาวศุกร์)				

วัตถุประสงค์/เนื้อหา	คำถาม	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	7. ดาวเคราะห์ลำดับที่ 3 ในระบบสุริยะ (ความจำ) (โลก)				
1. วาดการจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้อง	8. ดาวเคราะห์ลำดับที่ 4 ในระบบสุริยะ (ความจำ) (ดาวอังคาร)				
	9. ดาวเคราะห์ลำดับที่ 5 ในระบบสุริยะ (ความจำ) (ดาวพฤหัส)				
	10. ดาวเคราะห์ลำดับที่ 6 ในระบบสุริยะ (ความจำ) (ดาวเสาร์)				
	11. ดาวเคราะห์ลำดับที่ 7 ในระบบสุริยะ (ความจำ) (ดาวยูเรนัส)				
	12. ดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากที่สุด (ความจำ) (ดาวเนปจูน)				
2. อธิบายเปรียบเทียบการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงได้ถูกต้อง	13. ดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์เร็วที่สุด (ความจำ) (ดาวพุธ)				
	14. ดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ช้าที่สุด (ความจำ) (ดาวเนปจูน)				
	15. ดาวเคราะห์ที่หมุนรอบตัวเองเร็วที่สุด แต่โคจรรอบดวงอาทิตย์ในลำดับที่ 5 (ความเข้าใจ) (ดาวพฤหัส)				

วัตถุประสงค์/เนื้อหา	คำถาม	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	16. ดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ 365 วัน (ความจำ) (โลก)				
	17. ดาวเคราะห์ที่หมุนรอบตัวเองในทิศทางตรงกันข้ามกับดาวเคราะห์ดวงอื่น แต่โคจรรอบดวงอาทิตย์เร็วเป็นอันดับ 2 (ความเข้าใจ) (ดาวศุกร์)				
2. อธิบายเปรียบเทียบการโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงได้ถูกต้อง	18. ดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์เกือบเป็นลำดับสุดท้าย (ความจำ) (ดาวยูเรนัส)				
	19. ดาวเคราะห์ที่สวยที่สุดแต่โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 7 (ความเข้าใจ) (ดาวเสาร์)				
	20. ดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ช้ากว่าโลก แต่เร็วกว่าดาวพฤหัส (ความเข้าใจ) (ดาวอังคาร)				
	21. ถ้าเลือกได้ อยากไปดาวเคราะห์ดวงใดมากที่สุด (การนำไปใช้) (หยิบการ์ดใบไหนก็ได้ ยกเว้นดาวพลูโต และต้องให้เหตุผลว่าเพราะอะไร)				

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้เป็นแบบวัดความรู้สึกพึงพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านการเรียนการสอน เนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน

2. การตอบแบบสอบถามไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดคำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด

3. ให้พิจารณาข้อความแล้วทำเครื่องหมาย √ หลังข้อความแต่ละข้อความลงในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างมาก

4 หมายถึง เห็นด้วย

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง ไม่ค่อยเห็นด้วย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างมาก

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**				
	5	4	3	2	1
1. นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขและพึงพอใจที่ได้เรียน					
2. นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ง่วงนอนทุกครั้งที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
3. สิ่งประดิษฐ์วิทยาศาสตร์ให้โทษมากกว่าให้คุณ					
4. นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น					
5. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
6. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องและมีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน					
7. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผู้เรียนต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
8. การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียน เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น					
9. นักเรียนชอบได้ลงมือทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ค้นพบคำตอบจากสิ่งที่นักเรียนได้ลงมือทำ					
10. การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนเกี่ยวกับความจริง					
11. การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลมากขึ้น					
12. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสนใจมาก					

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
13. นักเรียนกระตือรือร้น มีความต้องการเรียนรู้เรื่องใหม่ ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์					
14. กิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ไม่น่าเบื่อ					
15. วิชาวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยพัฒนาความเจริญทางด้านเทคโนโลยี					
16. การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ประเทศไทยพัฒนาได้					
17. นักเรียนกล้าซักถามในเรื่องที่นักเรียนไม่เข้าใจ หรือสงสัยในวิชาวิทยาศาสตร์					
18. ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์เป็นความก้าวหน้าของมนุษยชาติ					
19. สังคมไทยให้ความสำคัญกับการเรียนสายวิทยาศาสตร์มากเกินไป					
20. วิชาวิทยาศาสตร์ยากและเป็นเรื่องไกลตัวสำหรับนักเรียน					

- เกณฑ์การให้คะแนนแบบตรวจสอบรายการ การจัดกลุ่มการจำลองทางความคิดระบบสุริยะ

ประเด็นการประเมิน	แนวคิดหลัก	จำนวนคะแนน
ศูนย์กลางของระบบสุริยะ	☑ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง ☑ ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด	1 1
ดาวเคราะห์บริวาร	☑ ดาวเคราะห์มี 8 ดวง ☑ ขนาดของดาวเคราะห์ ☑ ลำดับของดาวเคราะห์ ☑ ระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากัน	1 1 1 1
การโคจร	☑ ดวงอาทิตย์ไม่โคจร ☑ ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ☑ ดาวเคราะห์ใช้เวลาการโคจรไม่เท่ากัน	1 1 1
ลักษณะอื่น ๆ	☑ มีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัส ☑ มีดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ	1 1

ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

ลงชื่อ.....

(นายสถิตย์ ไสยกิจ)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

ปัญหา/อุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุวรรณี โลมกลาง)

วันที่บันทึก.....

ภาคผนวก ข
คะแนนและผลการคำนวณทางสถิติ

ตารางที่ ข.1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ (E1) ตามเกณฑ์ 80/80

คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1)		
คนที่	**ใบงานกิจกรรมกลุ่ม (คะแนนเต็ม 22)**	**แบบสังเกตพฤติกรรม (คะแนนเต็ม 20)**
1	18	17
2	22	18
3	22	18
4	21	16
5	20	18
6	21	18
7	18	18
8	22	18
9	18	17
10	20	16
11	20	17
12	22	18
13	18	17
14	22	15
15	21	16
16	20	16
17	18	17
18	21	18
19	20	18
20	22	18
21	21	18
22	18	18
23	21	16
เฉลี่ย	20.26	17.22
ร้อยละ	92.09	86.09
รวมเฉลี่ย	37.48	
รวมร้อยละ	89.23	

ตารางที่ ข.2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ (E2) ตามเกณฑ์ 80/80

คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E2)		
คนที่	การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ(คะแนนเต็ม 11)	การตอบคำถามในการ์ดเกม (คะแนนเต็ม 22)
1	11	18
2	11	18
3	11	18
4	11	17
5	11	20
6	11	17
7	11	18
8	11	21
9	11	17
10	11	16
11	11	16
12	11	16
13	11	15
14	11	16
15	11	17
16	11	18
17	11	17
18	11	18
19	11	18
20	11	18
21	11	20
22	11	20
23	11	17
เฉลี่ย	11	17.65
ร้อยละ	100	80.24
รวมเฉลี่ย	28.65	
รวมร้อยละ	86.82	

ตารางที่ ข.3 สรุปผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ (E2) ตามเกณฑ์ 80/80

เครื่องมือ	คะแนนสอบ		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน	ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย			
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1)	44	37.48	89.23	89.23/86.82	80/80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E2)	33	28.65	86.82		

ตารางที่ ข.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ

การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนผลต่าง
1	2	11	9
2	2	11	9
3	1	11	10
4	1	11	10
5	3	11	8
6	1	11	10
7	1	11	10
8	3	11	8
9	1	11	10
10	1	11	10
11	1	11	10
12	1	11	10
13	0	11	11
14	0	11	11

ตารางที่ ข.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ (ต่อ)

การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ			
คนที่	**ก่อนเรียน**	**หลังเรียน**	**คะแนนผลต่าง**
15	1	11	10
16	2	11	9
17	2	11	9
18	2	11	9
19	2	11	9
20	2	11	9
21	2	11	9
22	2	11	9
23	1	11	10
n	23	23	23
ผลรวม	34	253	219
ค่าเฉลี่ย	1.48	11.00	9.52
SD	0.79	0.00	0.79

ตารางที่ ข.5 ผลสรุปการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ จากการวาดภาพแบบจำลองทางความคิด

การทดสอบ	**(จำนวน) n**	**คะแนนเต็ม**	**ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)**	**t-test**	**Sig. (2-tailed)**
ก่อนเรียน	23	11	1.48	0.79	57.78	0.0000
หลังเรียน	23	11	11.00	0.00		

ตารางที่ ข.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ แบบ t-test dependent samples ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดย อาจารย์ปกรณ์ ประจัญบาน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Pre-test	1.48	23	0.79
	Posttest	11.00	23	0.00

Paired Samples Test

		Paired Differences			t	df	Sig. (2-tailed)	Sig. (1-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1	Posttest - Pretest	9.52	0.79	0.16	57.78	22	0.0000	0.0000

ตารางที่ ข.7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ

การตอบคำถามในการ์ดเกม			
คนที่	**ก่อนเรียน**	**หลังเรียน**	**คะแนนผลต่าง**
1	4	18	14
2	3	18	15
3	4	18	14
4	4	17	13
5	5	20	15
6	4	17	13
7	4	18	14
8	4	21	17
9	3	17	14
10	4	16	12

ตารางที่ ข.7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอนการ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง ระบบสุริยะ (ต่อ)

การตอบคำถามในการ์ดเกม			
คนที่	**ก่อนเรียน**	**หลังเรียน**	**คะแนนผลต่าง**
11	4	16	12
12	4	16	12
13	3	15	12
14	3	16	13
15	3	17	14
16	4	18	14
17	4	17	13
18	4	18	14
19	5	18	13
20	4	18	14
21	4	20	16
22	4	20	16
23	3	17	14
n	23	23	23
ผลรวม	88	406	318
ค่าเฉลี่ย	3.83	17.65	13.83
SD	0.58	1.50	1.34

ตารางที่ ข.8 ผลสรุปการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยสื่อการสอน การ์ดเกมและหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ จากการตอบคำถามในการ์ดเกม

การทดสอบ	(จำนวน) n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t-test	Sig. (2-tailed)
ก่อนเรียน	23	11	3.83	0.58	49.61	0.0000
หลังเรียน	23	11	17.65	1.50		

ตารางที่ ข.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน การตอบคำถามในการ์ดเกม แบบ t-test dependent samples ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดย อาจารย์ปกรณ์ ประจัญบาน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Pre-test	3.83	23	0.58
	Posttest	17.65	23	1.50

Paired Samples Test

		Paired Differences			t	df	Sig. (2-tailed)	Sig. (1-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1	Posttest - Pretest	13.83	1.34	0.28	49.61	22	0.0000	0.0000

ตารางที่ ข.10 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง รายข้อ (ก่อนเรียน)

คนที่	ข้อที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3	3	1	3	3	2	3	2	1	2	1	3	3	2	1	2	3	2	3	1
2	3	2	2	2	2	3	5	2	1	3	5	4	1	4	5	3	2	2	2	1
3	3	3	2	2	2	3	3	4	3	4	3	2	3	3	4	3	2	2	1	2
4	3	1	3	3	3	3	2	4	2	5	3	2	3	3	4	4	2	3	2	1
5	3	2	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	1	2
6	2	1	2	2	3	2	4	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2
7	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2
8	3	1	1	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2
9	3	1	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	2	3	1	2	3	2	1	2
10	3	1	3	2	3	2	4	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	1
11	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2	1	1
12	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3
13	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	2	3	1	2	2	3	1	1
14	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2
15	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2
16	2	2	3	3	2	3	4	3	2	3	2	2	3	2	1	2	3	3	2	2
17	3	1	2	3	2	3	2	3	4	3	2	3	4	3	2	2	3	2	2	1
18	2	2	1	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2
19	2	2	2	2	2	3	4	3	3	2	4	3	2	2	2	3	3	2	2	3
20	3	2	1	3	3	2	3	3	4	3	3	3	2	3	2	2	2	2	1	3
21	3	2	1	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1
22	2	2	2	2	3	3	2	1	2	3	1	2	1	3	1	2	1	1	1	2
23	3	2	1	2	3	2	3	1	3	3	2	1	3	1	3	2	1	3	2	1

ตารางที่ ข.11 แบบสรุปเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอน โดยใช้ การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง รายข้อ (หลังเรียน)

คนที่	ข้อที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4	3	5	3	4	3	3	3	3	5	3	4	3	4	4	4	4	5	4	4
2	4	2	4	5	5	3	2	3	1	3	3	4	3	2	3	3	4	5	4	4
3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	2	3	3	4	4	4	5	4	4
4	4	4	5	3	3	3	2	4	2	5	3	2	3	3	4	3	4	5	4	4
5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4
6	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4
7	5	5	4	4	3	3	3	5	3	3	3	3	4	3	3	5	4	4	4	5
8	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4	4	5
9	4	4	5	4	4	4	3	4	3	3	5	3	4	3	4	5	5	5	5	4
10	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4	4	3	4	4	5	5	5
11	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	5	5	4	3	4
12	5	5	4	5	4	3	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	3	5
13	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	5	3	5	3	4	5	4	5	3	4
14	4	3	4	4	4	3	4	4	3	5	3	3	3	4	4	3	5	5	4	5
15	5	4	3	4	3	4	5	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	5	4
16	5	3	4	2	3	5	4	3	4	3	4	5	3	5	4	5	5	5	4	5
17	4	4	3	3	5	4	3	3	5	5	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4
18	4	3	3	4	4	3	5	3	3	4	4	4	3	4	4	5	4	3	5	4
19	5	3	4	4	3	5	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3
20	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	5	4	3	5	4	3	3	4	4
21	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	3	4	5	3
22	5	3	5	5	4	5	4	4	4	3	5	4	4	3	4	4	4	5	4	4
23	5	4	4	4	5	3	5	4	5	3	4	3	3	5	4	4	4	4	5	5

ตารางที่ ข.12 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	การแปลผล	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขและพึงพอใจที่ได้เรียน	2.61	0.50	4.35	0.49	1.74	ปานกลาง	มาก
2. นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายง่วงนอนทุกครั้งที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์	1.78	0.60	3.78	0.90	2.00	น้อย	มาก
3. สิ่งประดิษฐ์วิทยาศาสตร์ให้โทษมากกว่าให้คุณ	2.00	0.80	4.13	0.76	2.13	น้อย	มาก
4. นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น	2.39	0.50	3.96	0.82	1.57	น้อย	มาก
5. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	2.65	0.57	3.91	0.85	1.26	ปานกลาง	มาก
6. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องและมีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2.65	0.49	3.87	0.87	1.22	ปานกลาง	มาก
7. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผู้เรียนต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3.00	0.80	3.83	1.03	0.83	ปานกลาง	มาก
8. การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียน เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น	2.61	0.84	3.91	0.79	1.30	ปานกลาง	มาก
9. นักเรียนชอบได้ลงมือทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ค้นพบคำตอบจากสิ่งที่นักเรียนได้ลงมือทำ	2.61	0.78	3.65	1.11	1.04	ปานกลาง	มาก

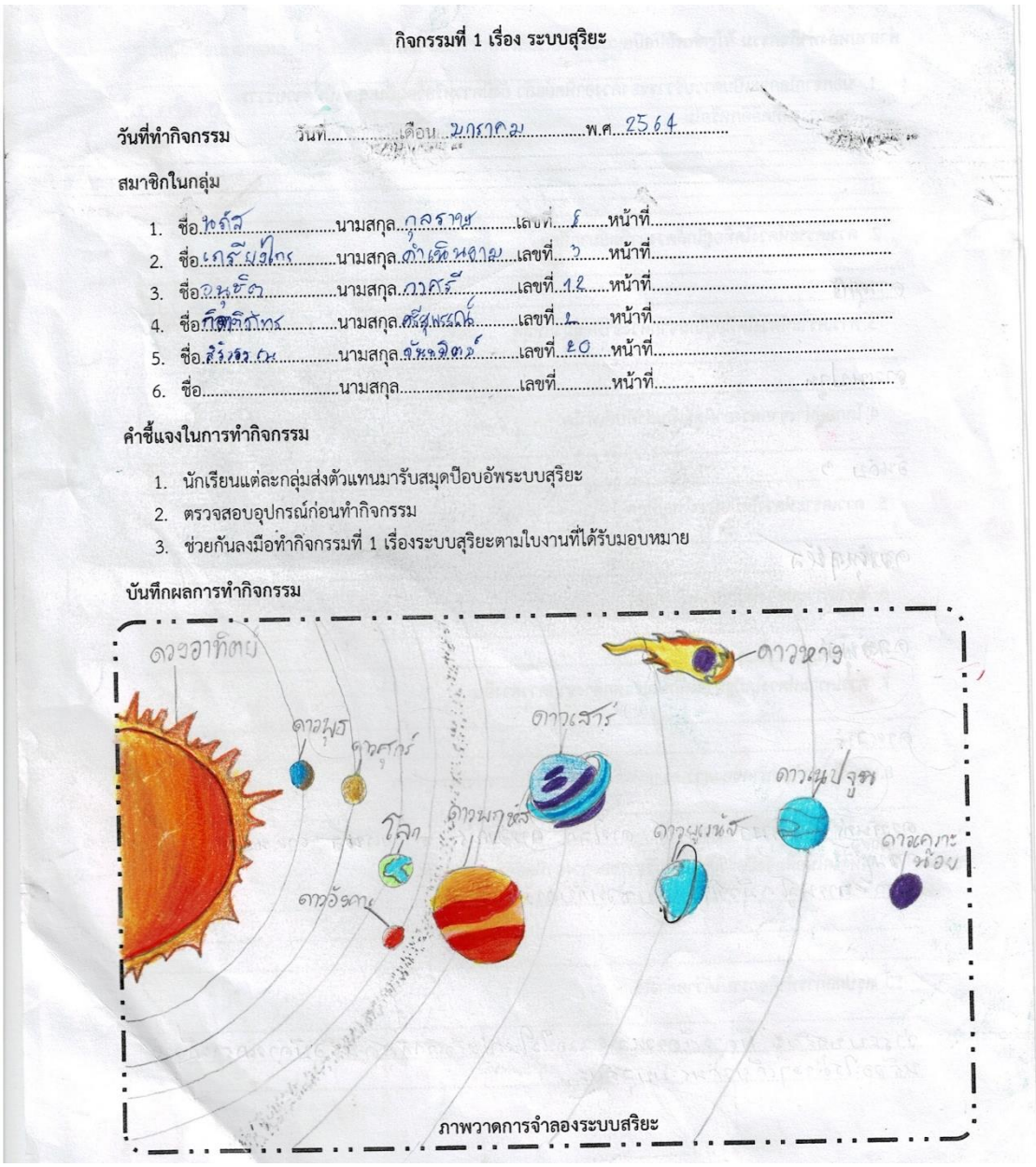
ตารางที่ ข.12 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (ต่อ)

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	การแปลผล	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)		ก่อนเรียน	หลังเรียน
10. การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนเกี่ยวกับความจริง	3.04	0.56	3.96	0.88	0.92	ปานกลาง	มาก
11. การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลมากขึ้น	2.78	0.95	3.70	0.82	0.92	ปานกลาง	มาก
12. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสนใจมาก	2.65	0.65	3.61	0.84	0.96	ปานกลาง	มาก
13. นักเรียนกระตือรือร้นมีความต้องการเรียนรู้เรื่องใหม่ ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์	2.30	0.70	3.70	0.63	1.40	น้อย	มาก
14. กิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ไม่น่าเบื่อ	2.61	0.66	3.70	0.80	1.09	ปานกลาง	มาก
15. วิชาวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยพัฒนาความเจริญทางด้านเทคโนโลยี	2.43	1.08	3.91	0.60	1.48	น้อย	มาก
16. การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ประเทศไทยพัฒนาได้	2.35	0.57	4.26	0.69	1.91	น้อย	มาก
17. นักเรียนกล้าซักถามในเรื่องที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือสงสัยในวิชาวิทยาศาสตร์	2.55	0.51	4.25	0.68	1.70	ปานกลาง	มาก
18. ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์เป็นความก้าวหน้าของมนุษยชาติ	2.43	0.66	4.19	0.75	1.76	น้อย	มาก

ตารางที่ ข.12 เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้การ์ดเกม และสมุดสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (ต่อ)

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	การแปลผล	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)		ก่อนเรียน	หลังเรียน
19. สังคมไทยให้ความสำคัญกับการเรียนสายวิทยาศาสตร์	1.70	0.63	4.19	0.75	2.49	น้อย	มาก
20. วิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องยากและเป็นเรื่องใกล้ตัวสำหรับนักเรียน	1.74	0.69	4.25	0.68	2.51	น้อย	มาก
เฉลี่ย	**2.43**	**0.22**	**3.93**	**0.42**	**1.49**	**น้อย**	**มาก**

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างใบงาน



กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบสุริยะ

วันที่ทำกิจกรรม วันที่.....เดือน มกราคม พ.ศ. 2564

สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ ทอล์ส นามสกุล กุลราษ เลขที่ 8 หน้าที่.....
2. ชื่อ เกรียงไกร นามสกุล ดำเนินกาย เลขที่ 3 หน้าที่.....
3. ชื่อ อนุษิตา นามสกุล ภาศรี เลขที่ 12 หน้าที่.....
4. ชื่อ กิตติภัทร นามสกุล ศรีสุพรรณ์ เลขที่ 1 หน้าที่.....
5. ชื่อ สิริวรรณ นามสกุล จันจิตต์ เลขที่ 20 หน้าที่.....
6. ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....

คำชี้แจงในการทำกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับสมุดป๊อบอัพระบบสุริยะ
2. ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนทำกิจกรรม
3. ช่วยกันลงมือทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องระบบสุริยะตามใบงานที่ได้รับมอบหมาย

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ภาพวาดการจำลองระบบสริยะ

ภาพที่ ค.1 ใบงานกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. นอกจากโลกจะเป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์แล้ว ยังมีดาวหรือวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์อีกหรือไม่

มีดาวเคราะห์ต่างๆ ดาวเคราะห์แคระ ฯลฯ

2. ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด

ดาวพุธ

3. ดาวเคราะห์ดวงใดที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุด

ดาวเนปจูน

4. โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่เท่าใด

ลำดาว โลกอยู่ลำดับที่ 3

5. ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดใหญ่ที่สุด

ดาวพฤหัส

6. ดาวเคราะห์ดวงใดมีขนาดเล็กที่สุด

ดาวพุธ

7. ดาวเคราะห์ดวงใดมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากดาวดวงอื่น

ดาวพฤหัส ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน เพราะมีวงแหวน

8. จงเรียงลำดับขนาดของดาวเคราะห์ดวงที่เล็กที่สุด ไปหาดวงที่ใหญ่ที่สุด

ดาวพุธ → ดาวอังคาร → ดาวศุกร์ → ดาวโลก → ~~ดา~~ ดาวเนปจูน
ดาวยูเรนัส → ดาวเสาร์ → ดาวพฤหัส

9. เหตุใดในอดีตจึงมีดาวเคราะห์บริวารของดวงอาทิตย์จำนวน 9 ดวง

เพราะยังไม่เข้าใจว่าดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์ แต่ปัจจุบันดาวพลูโตถูกจัดเป็นดาวเคราะห์แคระ

10. สรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่าอย่างไร

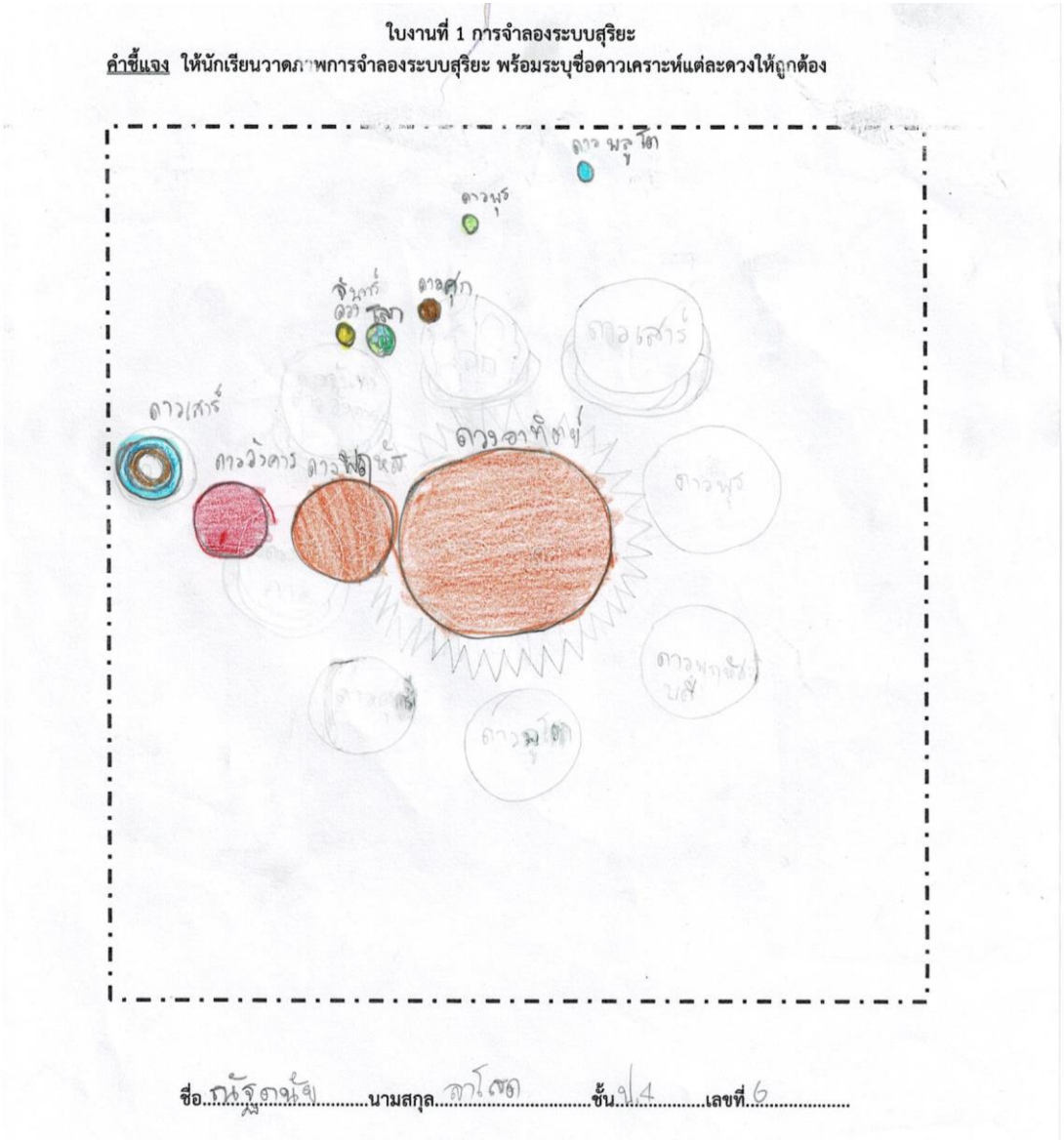
ดวงอาทิตย์ มีดาวเคราะห์บริวาร 8 ดวง คือดาวพุธ ดาวศุกร์ โลกดาวอังคาร ดาวอังคาร ดาวพฤหัส ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และดาวเคราะห์แคระ ดาวพลูโต เป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ และ วัตถุอื่น ๆ

ภาพที่ ค.1 ใบงานกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน (ต่อ)

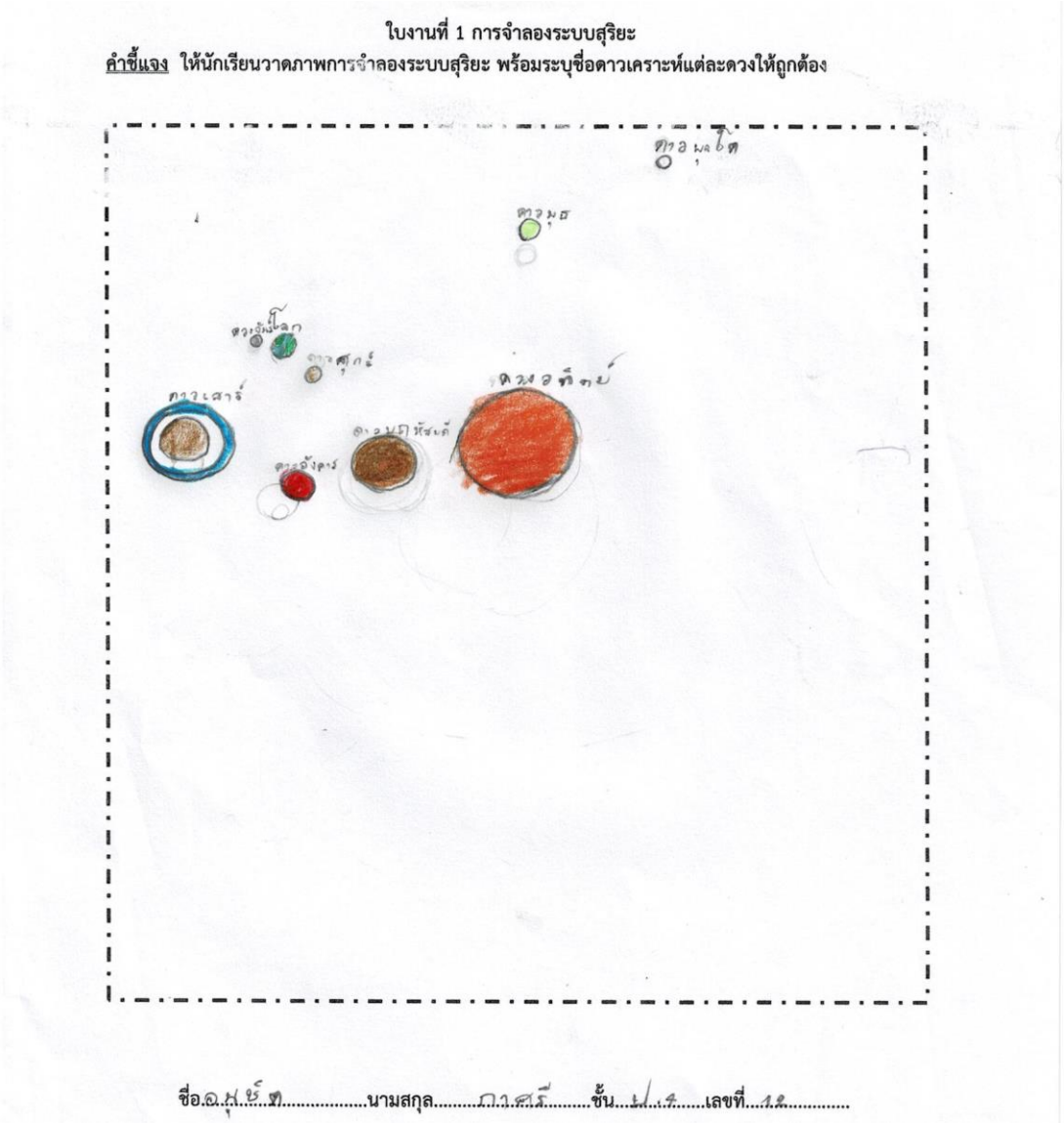
11. ให้นักเรียนบอกแหล่งสื่อที่สืบค้นเพิ่มเติม นอกจากหนังสือเรียนและสมุดป๊อปอัพที่ครูให้

หาคำตอบเพิ่มมาจากใน google

ภาพที่ ค.1 ใบงานกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน (ต่อ)

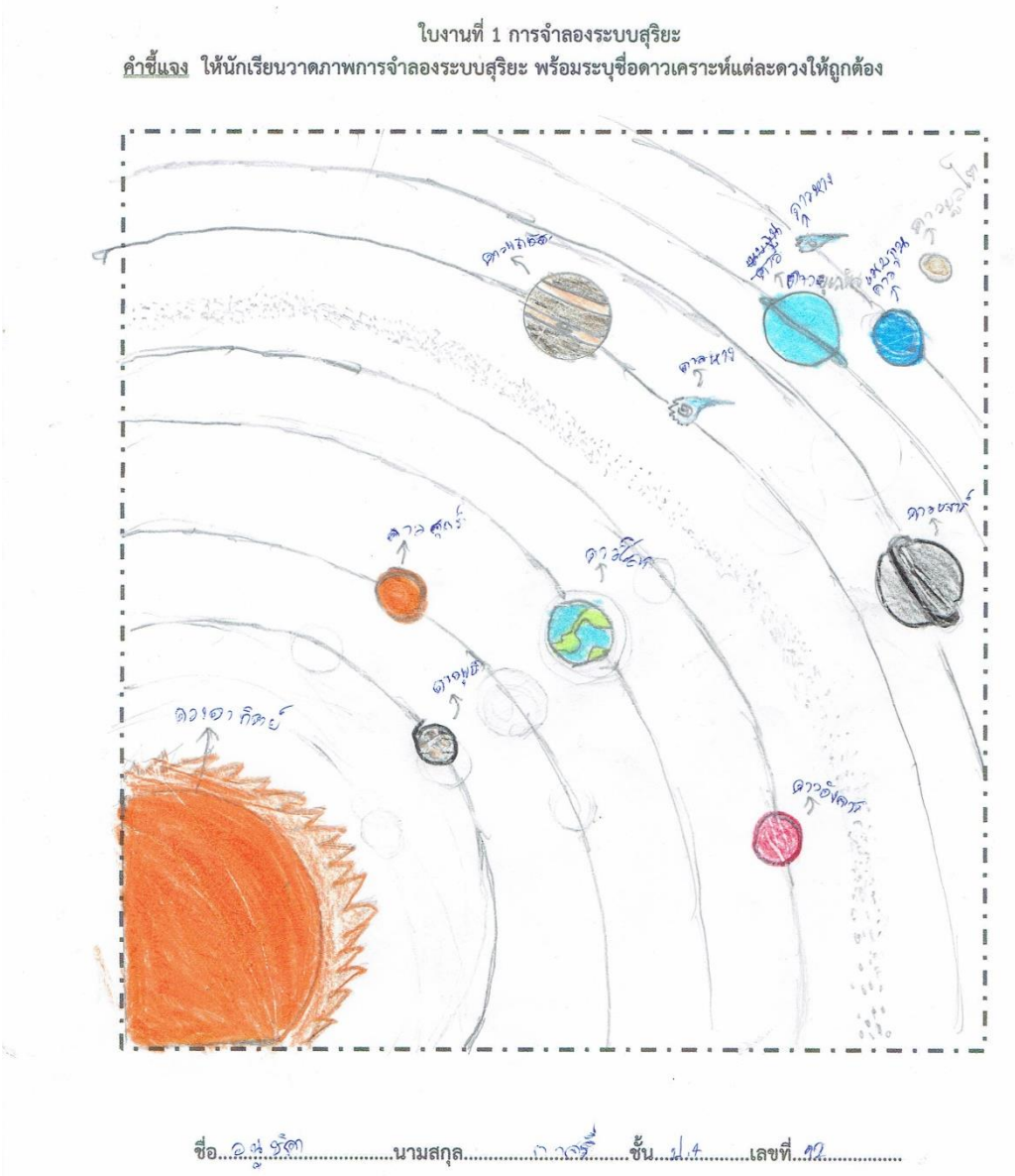


ภาพที่ ค.2 การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนก่อนเรียน



ภาพที่ ค.2 การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนก่อนเรียน (ต่อ)

ภาพที่ ค.3 การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนหลังเรียน

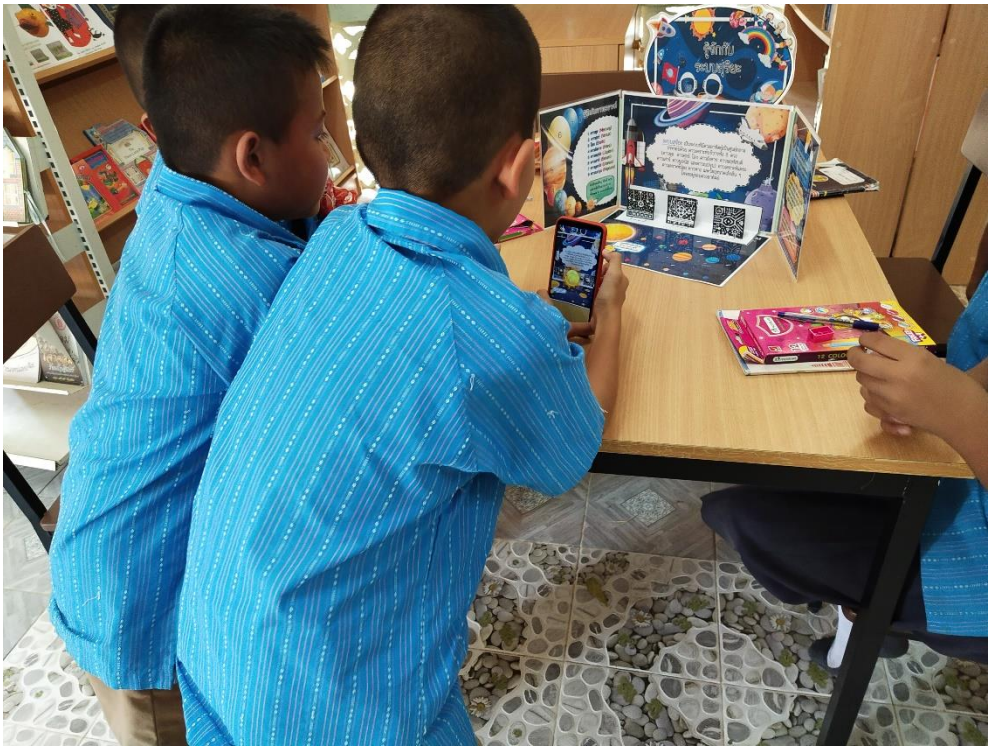


ภาพที่ ค.3 การวาดภาพการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนหลังเรียน (ต่อ)

ภาคผนวก ง
ภาพการดำเนินกิจกรรม

ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบการใช้เกมการ์ดพิคอัพ และสื่อสมุดสามิติร่วมกับสื่อเทคโนโลยีมิติเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ

ภาพที่ ง.1 กิจกรรมเล่นเกมการ์ดพิทอัพ



ภาพที่ ง.2 กิจกรรมศึกษาสื่อสมุดสามมิติร่วมกับแอปพลิเคชัน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุวรรณี โลมกลาง
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, พ.ศ. 2553 - 2558
	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ประวัติการทำงาน	ครูโรงเรียนบ้านคำบาก พ.ศ. 2559 – ปัจจุบัน
ตำแหน่ง	ครู อันดับ คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนดอนมดแดง (บ้านดงบัง)
	ตำบลดอนมดแดง อำเภอดอนมดแดง
	จังหวัดอุบลราชธานี