

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร
ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ฉันทชนก ฉินอินทร์

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2564


ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



(ดร.สุริยา ชาปุ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนของ ดร.สุริยา ชาปู้ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการค้นคว้าอิสระ สำเร็จสมบูรณ์ได้ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ และครูนพรัตน์ ตังสวัสดิ์ ครูชำนาญการพิเศษ ครูภูมิวิภา โตนดทอง ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือวิจัยจนทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้อำนาจใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศ แต่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

ธัญชนก ผินอินทร์

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้ศึกษาค้นคว้า	ธัญชนก ผินอินทร์
ที่ปรึกษา	ดร.สุรียา ชาปู้
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (2) ศึกษาพัฒนาการทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มศึกษาคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเทศบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 30 คน โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา โดยมีความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ จากการตรวจสอบสามเส้า ด้านเครื่องมือวิจัยและด้านแหล่งข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 สำรวจแนวคิด เป็นการสำรวจแนวคิดของผู้เรียนที่มีต่อเนื้อหาโดยการเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรม ขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวคิด ให้ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเองจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มและจากการพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน และมีการปรับแนวคิดและค้นหาสิ่งที่จะใช้การสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและสร้างแบบจำลอง มีการสืบค้นจากการอ่านบทความ และนักเรียนจะต้องศึกษาคลิตวิดีโอที่มีความยาว 15 นาที และเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับด้วยตนเองและนำมาสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ ผู้เรียนศึกษาปรากฏการณ์ที่สามารถนำมาใช้อธิบายแบบจำลองและนำเสนอหน้าชั้นเรียน ผู้เรียนเกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ รับรู้แนวคิดของเพื่อน เกิดการปรับเปลี่ยนและพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไข

แบบจำลอง ผู้เรียนประเมินแบบจำลองของตนเอง และปรับปรุงแก้ไขให้แบบจำลองมีความถูกต้อง การจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 1 และชั้นที่3เป็นการฝึกให้ผู้เรียนเขียนถ่ายทอดความรู้เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียน การจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ชั้นที่ 4 และชั้นที่5 มีการเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการพูด การจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 3 และชั้นที่4 เป็นการฝึกให้ผู้เรียนอ่านบทความปรากฏการณ์และฟังจากการดูวิดีโอทัศน์ และจับใจความสำคัญ เพื่อพัฒนาทักษะทางการฟัง

Title THE EFFECTS OF MODEL-BASE LEARNING FOR DEVELOPING SCIENCE COMMUNICATION SKILL OF THE CHANGES OF STATE OF MATTER FOR THE 5Th GRADE STUDENTS

Authors Thunchanok phinin

Advisor Suriya Chapoo, Ph.D.

Academic Paper Independent Study M.A. in Science Education, Naresuan University, 2020

Keywords Model-Based Learning, Communication skill

ABSTRACT

The objectives of this qualitative action research are (1) to study a method of learning management through model-based learning in the topic of changes in the state of matter in order to encourage the scientific communication skill in students in Pratom 5, (2) to investigate the development of scientific communication skill through learning management by model-based learning in the topic of changes in the state of matter in the students in Pratom 5. There were 30 students in Pratom 5 in the second semester of an academic year 2020 at one municipal school in Sukhothai province collected as a group of samples of this study. The data was analyzed using 4 spirals of the procedure of qualitative research. There was the credibility in qualitative research. From the validation of triangulation in the aspects of methodological triangulation and data triangulation, the findings indicated that the method of learning management through the model-based learning includes 5 steps in the process. Step 1, observation, observing the perspectives of the students towards content by the students write their explanation in the exercise sheet. Step 2, evaluation and revision, the students have to check the accuracy of their perspectives from exchanging ideas among members in each group and from the presentation and to adapt concepts and explore things to be used in modeling. Step 3, data collection and modeling, the students have to research from reading articles and watching a 15-minute-video clip and summarize what they learned by themselves and use

the knowledge they learned to model. Step 4, using the model to describe a phenomenon, the students studied a phenomenon that can describe the model and make a presentation in front of a class. There were exchanges of knowledge and ideas, adaptation and scientific perspectives development among students. Step 5, evaluation and correction of a model, the students have to evaluate their models and correct it to be the accurate model. Learning management in step 1 and step 3 are a practice for students to write and pass on their knowledge to develop their scientific communication skill through writing. Learning management in step 2, step 4, and step 5 are an emphasis on students to do activities together in order to develop a scientific communication skill through speaking. Learning management in step 3 and step 4 are a practice for students to read phenomenon articles and listen from watching a video and summarize the ideas in order to develop listening skill.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ..... 1
	ความเป็นมาของปัญหา 1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย 5
	คำถามวิจัย..... 6
	ขอบเขตการวิจัย 6
	นิยามศัพท์เฉพาะ 7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9
	หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัด สุโขทัยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 10
	การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 27
	ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์..... 34
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 49
3	วิธีดำเนินการวิจัย..... 52
	รูปแบบการวิจัย 53
	กลุ่มเป้าหมายการวิจัย..... 53
	บริบทของห้องเรียน..... 53
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 53
	การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ..... 54
	การเก็บรวบรวมข้อมูล 57
	การวิเคราะห์ข้อมูล 58

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	60
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์และและการร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	60
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยน แปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่าน การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	96
5 บทสรุป.....	101
สรุปผลการวิจัย	101
อภิปรายผลการวิจัย	101
ข้อเสนอแนะ	108
บรรณานุกรม.....	108
ภาคผนวก.....	113
ประวัติผู้วิจัย.....	143

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	16
2 แสดงพฤติกรรมและตัวบ่งชี้ของความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์.....	47
3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	54
4 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 1 ชั้นสำรวจแนวคิด.....	91
5 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด.....	92
6 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 3 ชั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง.....	93
7 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์	94
8 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 4 ชั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง	95
9 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียน.....	97
10 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน.....	98
11 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียน.....	99
12 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน.....	100

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ		
ภาพ		หน้า
1	แสดงการค้นคว้าหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตของนักเรียน	62
2	แสดงการออกมานำเสนอผลงานของนักเรียน.....	62
3	แสดงการตอบคำถามของนักเรียน.....	64
4	แสดงค้นคว้าหาความรู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อนำมาสร้างแบบจำลอง....	69
5	แสดงการเขียนสรุปขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงของการทำหวานเย็นจากการดูวิดีโอ.....	72
6	แสดงแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะของการทำหวานเย็น.....	72
7	แสดงคลิปวิดีโอที่ผู้วิจัยเตรียมสำหรับให้นักเรียนศึกษาในแผนการจัดการเรียนรู้.....	78

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำรงชีวิตอยู่ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคแห่งโลกาภิวัตน์ที่มีข้อมูลข่าวสารที่ไร้พรมแดน มีพัฒนาการ และความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยี การสื่อสาร และคมนาคมมีการติดต่อสื่อสารที่กว้างขวางขึ้น และมีการแข่งขันสูง ดังนั้นมนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ในยุคนี้ จำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพเพื่อความราบรื่นในการดำรงชีวิต ทักษะการสื่อสารเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้หลายประเทศในโลกที่เห็นความสำคัญของการศึกษา ต่างปรับเปลี่ยนระบบเศรษฐกิจ ที่พึ่งพาอุตสาหกรรมเป็นหลักมาเป็นระบบที่เน้นความรู้ในการพัฒนาประเทศแทน โดยเน้นให้ประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารมากขึ้น และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นตัวขับเคลื่อนให้เศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม พัฒนาอย่างเป็นระบบและยั่งยืน (เหมือนฝัน สุวรรณศรี, 2556) ในแต่ละประเทศจึงมีการกำหนดวิสัยทัศน์ในการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียม กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านต่าง ๆ ซึ่งประเทศไทยได้กำหนดไว้ดังในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560 - 2564) ยุทธศาสตร์ที่ 8 ที่ว่าด้วย "รุกไปข้างหน้าด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม" ซึ่งรัฐต้องเร่งพัฒนาสภาวะแวดล้อมของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งด้านบุคลากร โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การบริหารจัดการ แรงการผลิตบุคลากรสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้พอเพียง และสอดคล้องกับความต้องการในอนาคต ส่งเสริมระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (ปรเมธี วิมลศิริ, 2559) การศึกษาของไทยให้ความสำคัญกับการส่งเสริมทักษะการสื่อสารสำหรับนักเรียน ซึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ก็ได้มีการกำหนดให้ความสามารถในการสื่อสารเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ซึ่งทักษะนี้เป็นความสามารถในการถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ รวมทั้งการเจรจาต่อรองขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ และเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนการเลือกใช่วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยจึงมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนเป็นสำคัญเพื่อเข้าสู่ยุคศตวรรษที่ 21 รวมถึงการส่งเสริมทักษะการสื่อสารใน

วิทยาศาสตร์ เนื่องจากทักษะสื่อสารเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ (Driver, Newton, & Osborne, 2000) การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ (Child-centered) โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) เพื่อช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งความรู้และทักษะประสบการณ์ตรงจากผู้เรียนได้ ทำกิจกรรม (พิมพันธ์ เดชะคุปต์และ เพียวร์ ยินดีสุข, 2558) ในศตวรรษที่ 21 นี้ต้องการทักษะทั้งหมดที่ทำให้มนุษยชาติกลายเป็น นักสร้างสรรค์และนักอนุรักษ์วัฒนธรรม เป็นผู้สร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีและเป็นผู้ออกแบบวิถี ชีวิตและการปกครอง ทักษะเหล่านี้ ได้แก่ การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ไขปัญหา ความร่วมมือ ความสร้างสรรค์ ความเป็นผู้นำ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรืองและ อธิป จิตตฤกษ์, 2554) และทักษะการสื่อสาร (Communicative Skill) เป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งในทักษะศตวรรษที่ 21 ของเด็กไทย ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และการสื่อสารผ่านทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ในสมัยนี้ต้องสื่อสาร ผ่านทางโซเชียลมีเดียเป็นด้วย สื่อสารแล้วได้ผลดีตามประสงค์เกิดความสัมพันธ์ที่ดี (วิจารณ์ พานิช, 2556)

ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะของผู้ส่งสารในการถ่ายทอดสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียนไปยังผู้รับสารโดยการฟัง หรือการอ่านผ่านสื่อหรือช่องทางสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ทั้งนี้ผู้รับสารจะต้องใช้วิจารณญาณในการรับสารจากบุคคล และผู้ทำหน้าที่ส่งหรือรับสารอาจไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือนักวิทยาศาสตร์เสมอไป แต่สามารถเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือสนใจวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน และในอีกแง่มุมหนึ่งของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปถ่ายทอด นำความรู้ สร้างความเข้าใจ จุดประกายแนวคิดจากนักวิทยาศาสตร์ไปสู่ประชาชน เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่ามีประโยชน์และโทษอย่างไร วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์แค่นั้น ช่วยสร้างจิตสำนึกและปลูกฝังจนเกิดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ร่วมกัน และในประเทศไทยข่าววิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ที่มีการนำเสนอโดยผ่านมุมมองของนักวิทยาศาสตร์นั้นมีจำนวนน้อย เนื่องจากความซับซ้อนของเนื้อหาทำให้ผู้สื่อข่าวไม่สามารถอธิบายขยายความได้ชัดเจนส่งผลให้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์บางประเด็นถูกละเลย ซึ่งตามรายงานของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(2551) ดร.สมเกียรติ อ่อนวิมล กล่าวไว้ในเวทีนักวิจัย สวทช. ว่า "การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในไทยยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นประกอกับคนไทยให้ความสำคัญกับข่าวอื่น ๆ เช่น ข่าวการเมือง และไม่เข้าใจถึงความสำคัญของข่าววิทยาศาสตร์ จึงยังไม่มีพื้นที่สำหรับข่าววิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง และปัญหาคือการเขียนข่าวโดย

ไม่ทราบข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกและไม่รู้ว่าจะค้นหาขั้นความรู้จากแหล่งใด ทำให้บางครั้งจำเป็นต้องตัดข่าวที่ยากต่อความเข้าใจและนำเสนอเฉพาะข่าวที่เข้าใจง่าย”

จากการศึกษาเกี่ยวกับทักษะการสื่อสารของเด็กไทยพบว่า การสื่อสารเป็นทักษะที่เด็กไทยมีปัญหาค่อนข้างมาก เมื่อมีการสื่อสารออกมา เด็ก ๆ จะสื่อสารโดยการอ่านตามข้อความ ไม่สามารถนำเสนอเป็นความคิดเห็นของตนเองและไม่สามารถที่จะชี้ประเด็นสำคัญได้ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, 2558) ส่งผลให้ผลการวัดทักษะเด็กไทย พบว่าผลที่ได้ทักษะการสื่อสารของเด็กไทย มีคะแนนน้อยที่สุด โดยนักเรียนที่มาจากโรงเรียนของรัฐและเอกชนก็มีคะแนนทักษะการสื่อสารที่น้อยไม่แตกต่างกัน (ไกรยศ ภัทรวาท, 2555) สอดคล้องกับการทดสอบการประเมินอื่นในทักษะของเด็กไทยที่พบว่า เด็กไทยมีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมได้ดี แต่มีปัญหาเรื่องการสื่อสาร ซึ่งอยู่ในกลุ่มทักษะชีวิตและอาชีพ จึงส่งผลต่อทักษะการสื่อสารทำให้เด็กไทยมีทักษะการสื่อสารที่น้อยลงด้วย (สุนีย์ ชัยสุขสังข์, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับผลประเมินจากการประเมินคุณภาพการศึกษาพบว่า การศึกษาของเด็กไทยน่าเป็นห่วง โดยเฉพาะการจัดการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากการประเมินผลการเรียนรู้ของ PISA (Programme for International Student Assessment) ทว่าการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนใน 3 ด้าน คือ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557: 1) โดยการประเมินผลนักเรียนนานาชาติของ PISA เน้นสมรรถนะของนักเรียน ในการใช้ความรู้และทักษะในวิชาหลักที่ได้เรียนมาในชีวิตจริง มีสมรรถนะในการวิเคราะห์ การสื่อสาร อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถบอกสาระหลัก ตีความ ประเมินและมีสมรรถนะในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557: 2) ผลการประเมิน PISA ในปี 2012 ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการอ่าน และด้านคณิตศาสตร์ พบว่า ประเทศไทยมีคะแนน เฉลี่ย ต่ำกว่า ค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งประเทศไทยอยู่อันดับที่ 50 จากทั้งหมด 65 ประเทศ จากการ ประเมินผล PISA 2012 ซึ่งมีคะแนนด้านคณิตศาสตร์ 427 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 494 คะแนน มี คะแนนด้านการอ่าน 441 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 496 คะแนน มีคะแนนด้านวิทยาศาสตร์ 444 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 501 คะแนน ทำให้การศึกษาไทยยังคงห่างไกลจากความเป็นเลิศเมื่อเทียบกับ ระดับนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 8) และคะแนน O-net ปี 2558 วิชาวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.40 คะแนน ซึ่งคะแนนสูงสุด เท่ากับ 90.00 คะแนน และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 0.00 คะแนน จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ยังคงไม่ผ่าน ค่าเฉลี่ย ครั้งหนึ่งของคะแนนเต็ม 100.00 คะแนน ทำให้วิทยาศาสตร์ของเด็กไทยยากที่จะพัฒนาหาก ยังคงเน้นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ สอดคล้องกับสภาพปัญหาของ นักเรียน

โรงเรียนเบญจมราชูทิศจังหวัดปัตตานี จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนย้อนหลัง 2 ปี ในรายวิชาวิทยาศาสตร์น้อยกว่าเกณฑ์ประเทศทั้งสองปีการศึกษา 2557 คะแนนเฉลี่ย วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 32.34 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 32.54 คะแนน ปีการศึกษา 2558 คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 32.85 คะแนนซึ่งน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 33.40 คะแนนและจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ผ่านการพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน และการวิเคราะห์ชิ้นงาน การเขียนของนักเรียน ในการพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนมีการนำเสนอข้อมูลที่ต้องใช้เวลานาน ในการทำความเข้าใจ และแสดงความคิดเห็นของตนเองไม่ตรงกับประเด็นตามที่ได้ฟังตามคำถาม และในการวิเคราะห์ชิ้นงานการเขียนของนักเรียน นักเรียนมีการใช้เวลานานในการสรุปความรู้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสรุปความได้กระชับและตรงประเด็นตามที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนไม่สามารถถ่ายทอดความรู้หรืออธิบายและบรรยายเรื่องราวต่าง ๆ ที่ซับซ้อนให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจได้ จากการศึกษาปัญหาในห้องเรียนนี้ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่านักเรียนขาดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และขาดความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจากการศึกษาปัญหาในห้องเรียนนี้ทำให้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในยุคแห่งการสื่อสารนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากการสอนในอดีตของตัวผู้วิจัยอาจเป็นไปได้ว่าปัญหาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่พบในเด็กไทยและห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัยนี้มาจากการเรียนการสอนแบบเดิมที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางเป็นผู้บรรยายอยู่หน้าห้องเพียงอย่างเดียว ทำให้ใช้เวลาในห้องส่วนใหญ่ไปกับการบรรยายเกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่เน้นในเรื่องของการบรรยายหน้าชั้นเรียนจนเกินไป เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้สำหรับช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ได้เน้นการปฏิบัติที่ก่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ อีกทั้งมีการนำเสนอ รูปภาพ วิดีโอ หรือของจริงมาให้ให้นักเรียนได้ศึกษาน้อยเกินไป และผู้เรียนขาดโอกาสที่จะแสดงออกถึงความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน จึงไม่สามารถที่จะพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มาจัดการ

เรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีรูปแบบ เทคนิค หรือวิธีการสอนที่หลากหลาย และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพื่อต้องการพัฒนานักเรียนให้มีประสิทธิภาพ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ร่วมสมัยในปัจจุบันโดยมีแนวทางการแก้ปัญหาที่สำคัญคือ การสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติแทนปรากฏการณ์จริง (Gilbert and Boulter, 2000) เนื่องจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ให้ความสำคัญกับการคิดและการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจตรวจสอบ การสร้างความเข้าใจ และการสื่อสารความรู้ความเข้าใจ (Harrison and Treagust, 2000) ด้วยการวาดภาพ กราฟ สมการ หรือข้อความเพื่ออธิบาย หรือสื่อสารความเข้าใจของตนเองออกมาเป็นแบบจำลองทางความคิด อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำกระบวนการสร้างแบบจำลองมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) เป็นรูปแบบการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา (Justi and Gilbert, 2002) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างแบบจำลองอธิบายปรากฏการณ์ โดยสามารถแสดงออกได้หลากหลายรูปแบบ เช่น สิ่งของที่เป็นรูปธรรม ภาษา คำพูด สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและต้องการแก้ปัญหาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีความเหมาะสมกับบริบทของกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในเนื้อหาของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร และสามารถดำรงอยู่ในสังคมแห่งการสื่อสารได้อย่างราบรื่นและมีเหตุมีผล และสามารถสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปยังบุคคลอื่น ๆ ให้ดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

คำถามการวิจัย

จุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ การศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีคำถามการวิจัยในงานวิจัยนี้ 2 ข้อ คือ

1. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร
2. เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

1. ผู้มีส่วนร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนสังกัดเทศบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย

2. เนื้อหา ตามหลักสูตร

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ตามมาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ตัวชี้วัด ป.5/1

3. ระยะเวลาในการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยใช้แผนการเรียนรู้

ทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ 14 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาทั้งหมด 4 สัปดาห์ ดำเนินวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

4.สิ่งที่ศึกษา (ตัวแปร)

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
2. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการในการทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 **สำรวจแนวคิด** ครูใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้ของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองด้วยการเขียน การพูดอธิบาย หรือการวาดภาพประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 2 **ประเมินและทบทวนแนวคิด** ครูให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเอง โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม และนำเสนอแนวคิดต่อเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนมีการปรับแนวคิดหรือค้นหาสิ่งที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 **รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง** นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลไปสร้างแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้หรือเข้าใจ ความหมายในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

ขั้นที่ 4 **นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์** นักเรียนนำแบบจำลองของกลุ่มไปนำเสนอต่อเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ รับรู้แนวคิดของเพื่อน เพื่อให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดและมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นของตนเอง

ขั้นที่ 5 **ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง** นักเรียนประเมินแบบจำลองของกลุ่มและเมื่อพบว่าแบบจำลองมีข้อบกพร่อง นักเรียนจะต้องนำแบบจำลองไปปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องสมบูรณ์

2. **ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถด้านการฝึกหรือใช้ภาษาทั้งการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาทักษะในด้านการสื่อสาร เช่น การเขียนสรุปเรื่องราวจากการอ่าน หรือการนำเสนอ

เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยปากเปล่าผ่านการฟังคำถาม เพื่อแสดงออกถึงความรู้ ความคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ทักษะการสื่อสารวัดได้จากแบบสังเกต พฤติกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งการประเมินจากเพื่อน ตนเอง และครูผู้สอน และแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2.1 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟัง คือ ความสามารถในการฟังเรื่องราวจากเทปบันทึกเสียง บุคคล การดูวีดิทัศน์ เพื่อจับใจความสำคัญ และฟังคำสั่งหรือคำชี้แจงแล้วปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2.2 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูด คือ ความสามารถในการตอบคำถามเพื่อแสดงความรู้ ความคิด แนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม การอภิปรายรายงาน การเล่า การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้เข้าใจได้อย่างเหมาะสม การนำเสนอรายงานการทดลองด้วยข้อเท็จจริงและสรุปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ การนำเสนอผลงาน การสาริตผลงานต่อสาธารณชน

2.3 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่าน คือความสามารถใน อ่านจับใจความสำคัญของบทความ หนังสือ วารสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.4 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน คือ ความสามารถในการเขียนสรุปสาระสำคัญของบทเรียน การอ่าน การฟัง ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยเลือกรูปแบบวิธีการที่เหมาะสมถูกต้องชัดเจน และเขียนวิเคราะห์วิจารณ์ จำแนก แจกแจง แบ่งชั้น เกี่ยวกับข้อมูลหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3. แบบจำลองเชิงรูปภาพ (Visual or Diagrammatic Model) คือ แบบจำลองที่มองเห็นในลักษณะ 2 มิติที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนผัง แผนภาพ ผังความคิด และรูปภาพเคลื่อนไหว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวอย่างแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. ได้ทราบถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดตามลำดับต่าง ๆ ดังนี้

หลักสูตร

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
4. คำอธิบายรายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์
5. โครงสร้างรายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์ 5

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Models-based learning)

1. ความหมายของแบบจำลอง
2. ประเภทของแบบจำลอง
3. ลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลอง
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะการสื่อสาร
2. ความสำคัญของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
3. รูปแบบของการสื่อสาร
4. ประเภทของการสื่อสาร
5. กระบวนการในการสื่อสาร
6. รูปแบบการพัฒนาทักษะการสื่อสาร
7. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสาร
8. การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
9. การวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตร

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ในหมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 24 ได้กำหนดให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสาน สาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและนักเรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้ง จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่ายเพื่อร่วมกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายทางการศึกษาดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมุ่งพัฒนา นักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ และได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียน 5 ประการ ต่อไปดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร เพื่อพัฒนานักเรียนให้รู้จักเลือกรับและส่งสาร โดยใช้เหตุผล พร้อมทั้งใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ ในการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคบนพื้นฐานของเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ พร้อมทั้งมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกใช้เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

จากที่กล่าวมาจะพบว่ากฎหมายแม่บททางการศึกษาและหลักสูตรแกนกลาง การศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีความสอดคล้องในการให้ความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน เช่นเดียวกับในประเทศสหรัฐอเมริกาที่อาจกล่าวได้ว่ามีความก้าวหน้า ในการสอนให้เด็กคิดมากที่สุดประเทศหนึ่ง จึงมีความน่าสนใจว่าทำไมจึงมีความสำคัญนัก (บรรจง อมรชิวิน, 2554) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ในรายวิชา ว 23102 วิทยาศาสตร์ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ รวมทั้ง สามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและ

ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

3. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ๔ สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560)

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาสาระที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

4. คำอธิบายรายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์ 5

รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 เวลา 120 ชมต่อปี จำนวน 1.5 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมในแต่ละ
แหล่งที่อยู่ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต โชนอาหาร
และบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโชนอาหาร ตระหนักในคุณค่าของ
สิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่
ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์ ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่ การหาแรงลัพธ์ของแรง
หลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่ง การเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำ
ต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ การใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่
กระทำต่อวัตถุ ผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ การเขียน
แผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ การได้ยินเสียงผ่าน
ตัวกลาง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ การเกิดเสียงดัง เสียงค่อย การวัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัด
ระดับเสียง และเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง

โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้อธิบาย แก้ไขปัญหา
หรือสร้างสรรค์พัฒนางานในชีวิตจริงได้ ซึ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
และเทคโนโลยี กับกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และให้มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้าง
องค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะการคิด และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุก
ขั้นตอน รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดจิตวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์
ตัวชี้วัด

ว 1.1 ป.5/1 บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับ
การดำรงชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่

ป.5/2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์
ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

ป.5/3 เขียนโชนอาหารและบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและ
ผู้บริโภคในโชนอาหาร

ป.5/4 ตระหนักในคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

ว 1.3 ป.5/1 อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์

ป.5/2 แสดงความอยากรู้อยากเห็น โดยการถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่

ว 2.1 ป.5/1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ป.5/2 อธิบายการละลายของสารในน้ำ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ป.5/3 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ป.5/4 วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

ว 2.2 ป.5/1 อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่ว่าวัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ป.5/2 เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

ป.5/3 ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ

ป.5/4 ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ป.5/5 เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

ว 2.3 ป.5/1 อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ป.5/2 ระบุตัวแปร ทดลอง และอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

ป.5/3 ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย

ป.5/4 วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง

ป.5/5 ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง

ว 3.1 ป.5/1 เปรียบเทียบความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์จากแบบจำลอง

ป.5/2 ใช้แผนที่ดาวระบุตำแหน่งและเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้า และอธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าในรอบปี

ว 3.2 ป.5/1 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง และระบุปริมาณน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ป.5/2 ตระหนักถึงคุณค่าของน้ำโดยนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างประหยัดและการอนุรักษ์น้ำ

ป.5/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรน้ำ

ป.5/4 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง และน้ำค้างแข็ง จากแบบจำลอง

ป.5/5 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดฝน หิมะ และลูกเห็บ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

รวม 27 ตัวชี้วัด

5. โครงสร้างรายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์ 5

ตาราง 1 โครงสร้างรายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์ 5

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ชื่อบท	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1.	เรียนรู้ วิทยาศาสตร์	บทที่ 1 เรียนรู้ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	-	วิทยาศาสตร์เป็น การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว วิธีการและ ขั้นตอนที่ใช้เพื่อตอบปัญหา ที่สงสัย เรียกว่า วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนควร ฝึกฝนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิด	3

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ชื่อบท	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
				ความชำนาญ เพื่อให้สามารถค้นหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง เมื่อทำการศึกษาและแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนจะเกิดจิตวิทยาศาสตร์	
2.	สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	บทที่ 1 ชีวิตสัมพันธ์	ว 1.1 ป.5/1 ว 1.1 ป.5/2 ว 1.1 ป.5/3 ว 1.1 ป.5/4	สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ต่างๆ จะมีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ซึ่งในแหล่งที่อยู่หนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิต เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต	12
		บทที่ 2 ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	ว 1.3 ป.5/1 ว 1.3 ป.5/2	สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะมีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนและดำรงชีวิต โดยลูกที่เกิดมาจะได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ จึงทำให้มีลักษณะที่คล้ายกับพ่อแม่ แต่จะแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น	7
3.	แรงในชีวิตประจำวัน	บทที่ 1 แรง ลัพธ์	ว 2.2 ป.5/1 ว 2.2 ป.5/2	แรงลัพธ์ คือ ผลรวมของแรงหลายแรงที่	3

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ชื่อบท	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
			ว 2.2 ป.5/3	กระทำต่อวัตถุเดียวกันใน ทิศทางเดียวกัน หรือ ผลต่างของแรงสองแรงที่ กระทำต่อวัตถุในทิศ ทางตรงข้ามกัน สำหรับ วัตถุที่อยู่นิ่งแรงลัพธ์จะมี ค่าเป็นศูนย์	
		บทที่ 2 แรง เสียดทาน	ว 2.2 ป.5/4 ว 2.2 ป.5/5	แรงเสียดทาน คือ แรงที่ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของ วัตถุสองชนิด เพื่อต้านการ เคลื่อนที่ของวัตถุนั้นๆ และมี ทิศทางตรงข้ามกับการ เคลื่อนที่ของวัตถุนั้นๆ	6
4.	พลังงานเสียง	บทที่ 1 เสียง รอบตัวเรา	ว 2.3 ป.5/1 ว 2.3 ป.5/2 ว 2.3 ป.5/3 ว 2.3 ป.5/4 ว 2.3 ป.5/5	เสียงเกิดจากการ สั่นสะเทือนของวัตถุที่เป็น แหล่งกำเนิดเสียง เสียง เคลื่อนที่ได้ทุกทิศทางโดย อาศัยตัวกลาง ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และ อากาศ มาถึงหูของเรา เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ต่างๆ จะมีเสียงสูง เสียงต่ำ หรือมีเสียงดัง เสียงค่อย แตกต่างกัน หากเสียงมี ความดังมากๆ จะก่อให้เกิด อันตรายต่อการได้ยินเสียง ของเรา	10

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	ชื่อบท	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
5.	การเปลี่ยนแปลง	บทที่ 1 การ เปลี่ยนแปลง ทางกายภาพ	ว 2.1 ป. 5/1 ว 2.1 ป. 5/2	<p>สสารที่อยู่รอบตัวเรามีหลายชนิด สสารแต่ละชนิดที่พบในชีวิตประจำวันอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือ แก๊ส ซึ่งสสารอาจเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่งได้ โดยอาศัยการเพิ่มหรือลดความร้อนให้แก่สสารไปจนถึงระดับหนึ่ง เรียกว่า การเปลี่ยนสถานะ</p> <p>การหลอมเหลว เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวโดยเมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่สถานะของแข็งจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว</p> <p>การกลายเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส โดยเมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่สถานะของเหลวจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็น</p>	10

สถานะแก๊ส เรียกว่าการ
กลายเป็นไอ ซึ่งแบ่งได้ 2
กระบวนการได้แก่ การระเหย
เป็นการเปลี่ยนสถานะจาก
ของเหลวที่อยู่บริเวณผิวหน้า
ไปเป็นแก๊ส และการเดือด
เป็นการเปลี่ยนสถานะจาก
ของเหลวโดยเพิ่มความร้อน
จนถึงจุดเดือดจนเป็นแก๊ส

การควบแน่น เป็นการ
เปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็น
ของเหลว โดยเมื่อลดความ
ร้อนให้กับสสารที่อยู่ใน
สถานะแก๊สจนถึงระดับหนึ่ง
จะทำให้สสารนั้นเปลี่ยน
สถานะจากแก๊สเป็นของเหลว

การแข็งตัว เป็นการเปลี่ยน
สถานะจากของเหลวเป็น
ของแข็ง โดยเมื่อลดความ
ร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะ
ของเหลวจนถึงระดับหนึ่งจะ
ทำให้สสารนั้นเปลี่ยนสถานะ
จากของเหลวเป็นของแข็ง

การระเหิด เป็นการ
เปลี่ยนสถานะจาก
ของแข็งเป็นแก๊ส โดยเมื่อ
เพิ่มความร้อนให้กับ
สสารที่อยู่ในสถานะ
ของแข็งบางชนิดจนถึง

ระดับหนึ่งจะทำให้สสาร
นั้นเปลี่ยนสถานะจาก
ของแข็งเป็นแก๊ส โดยไม่
ผ่านการเป็นของเหลว

การระเหิดกลับ เป็น
การเปลี่ยนสถานะจาก
ของแก๊สเป็นของแข็ง โดย
เมื่อลดความร้อนให้กับ
สสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส
บางชนิดจนถึงระดับหนึ่ง
จะทำให้สสารนั้นเปลี่ยน
สถานะจากของแก๊สเป็น
ของแข็ง โดยไม่ผ่านการ
เป็นของเหลว

การละลายเป็นการ
เปลี่ยนแปลงทางกาย
ภาพของสารที่เกิดขึ้นจาก
การนำสารใส่ลงในน้ำ
แล้วสารนั้นผสมรวมกับ
น้ำอย่างกลมกลืนจนมอง
เห็นเป็นเนื้อเดียวกันทุก
ส่วน โดยสารที่ได้ยังคง
เป็นสารเดิม เรียกว่า
สารละลาย โดยสารต่าง
ๆ อาจอยู่ในสถานะ
ของแข็ง ของเหลว หรือ
แก๊ส ซึ่งสารบางชนิด
ละลายน้ำได้ ส่วนสารบาง
ชนิดไม่สามารถละลายน้ำ

ได้ แต่สามารถละลายใน
สารละลายอื่นได้แทน

การละลายของสารใน
น้ำทำให้เกิดสารละลาย ซึ่ง
เป็นสารเนื้อเดียว โดยใน
ส า ร ล ะ ล าย จะ มี
องค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ตัว
ทำละลายและตัวละลาย
โดยสารที่มีปริมาณ
มากกว่าและมีสถานะ
เดียวกับสารละลาย
เรียกว่า ตัวทำละลาย และ
สารที่มีปริมาณน้อยกว่า
เรียกว่า ตัวละลาย

5.	การเปลี่ยนแปลง (ต่อ)	บทที่ 2 การ เปลี่ยนแปลง ทางเคมี	ว 2.1 ป. 5/3	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือ การเปลี่ยนแปลงของ สารชนิดเดียว หรือการทำ ปฏิกิริยาระหว่างสาร 2 ชนิด ขึ้นไปแล้วเกิดสาร ใหม่ขึ้น ซึ่งมีสมบัติต่างไป จากสารเดิม และเมื่อเกิดการ เปลี่ยนแปลงแล้วจะทำให้ กลับมาเป็นสารเดิมยาก โดย การเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้ เกิดสารใหม่ สามารถสังเกต ได้จากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสาร เช่น การมีสีที่ต่าง จากเดิม การมีกลิ่นที่ต่างจาก เดิม การมีฟองแก๊สเกิดขึ้น	3
----	-------------------------	--	-----------------	--	---

				การมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือ ลดลง การมีตะกอนเกิดขึ้น เป็นต้น	
	บทที่ 3 การ เปลี่ยนแปลง ที่ผันกลับได้ และผันกลับ ไม่ได้	ว 2.1 ป. 5/4		เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลง แล้วสามารถเปลี่ยนกลับเป็น สารเดิมได้ เรียกว่า การ เปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เช่น การหลอมเหลว การ กลายเป็นไอ การแข็งตัว การ ละลาย เป็นต้น ส่วนสารที่ เกิดการเปลี่ยน แปลงแล้วไม่ สามารถเปลี่ยนกลับเป็น สารเดิมได้ เรียกว่า การ เปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ เช่น การเผาไหม้ การสุกของ ผลไม้ การเกิดสนิม เป็นต้น	
6.	แหล่งน้ำและลมฟ้า อากาศ	บทที่ 1 แหล่งน้ำเพื่อ ชีวิต	ว 3.2 ป.5/1 ว 3.2 ป.5/2	โลกของเรามีน้ำปก คลุมเป็นส่วนใหญ่ของ พื้นผิวโลกทั้งหมด โดยมี ทั้งแหล่งน้ำเค็มและแหล่ง น้ำจืด ซึ่งมีความสำคัญ ต่อการดำรงชีวิตของ สิ่งมีชีวิต เราจึงต้องใช้น้ำ อย่างประหยัดและคุ้มค่า	4
6.	แหล่งน้ำและลม ฟ้าอากาศ (ต่อ)	บทที่ 2 ปรากฏการณ์ ลมฟ้าอากาศ	ว 3.2 ป.5/3 ว 3.2 ป.5/4 ว 3.2 ป.5/5	เมฆเกิดจากไอน้ำใน อากาศจะควบแน่นเป็น ละอองน้ำเล็กๆ โดยมีละออง ลอย เช่น เกลือ ผุ่นละออง ละอองเรณูของดอกไม้ เป็น	11

อนุภาคแกนกลาง เมื่อละของ
น้ำจำนวนมากเกาะกลุ่ม
รวมกันลอยอยู่สูงจากพื้นดิน
มาก แต่ละของน้ำที่เกาะ
กลุ่มรวมกันลอยอยู่ใกล้
พื้นดิน เรียกว่า หมอก
ไอน้ำที่ควบแน่นเป็น
ละของน้ำเกาะอยู่บนพื้นผิว
วัตถุใกล้พื้นดิน เรียกว่า
น้ำค้าง ถ้าอุณหภูมิลด
พื้นดินต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง
น้ำค้างก็จะกลายเป็นน้ำค้าง
แข็ง

ฝนเกิดไอน้ำในอากาศ
ควบแน่นเป็นละของน้ำเล็ก ๆ
เมื่อละของน้ำจำนวนมากใน
เมฆรวมตัวกันจนอากาศไม่
สามารถพุงไว้ได้จึงตกลงมา
เป็นฝน หิมะเกิดจากไอน้ำใน
อากาศระเหิดกลับเป็นผลึก
น้ำแข็ง รวมตัวกันจนมี
น้ำหนักมากขึ้นจนเกินกว่า
อากาศจะพุงไว้ได้จึงตกลงมา
ถูกเห็บเกิดจากหยดน้ำที่
เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง
แล้วถูกพายุพัดควมเข้าไปซ้ำ
มาในเมฆฝนฟ้าคะนองที่มี
ขนาดใหญ่และอยู่ใน

				ระดับสูง จนเป็นก้อนน้ำแข็ง ขนาดใหญ่ขึ้นแล้วตกลงมา วิฤจักรน้ำ เป็นการ หมุนเวียนของน้ำที่มีแบบรูป ซ้ำเดิม และต่อเนื่องระหว่าง น้ำในบรรยากาศน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งพฤติกรรมในการ ดำรงชีวิตของพืชและสัตว์จะ ส่งผลต่อวิฤจักรน้ำ	8
7.	ดาวบนท้องฟ้า	บทที่ 1	ว 3.1 ป.5/1	ดาวที่มองเห็นบน	
	ท้องฟ้าและ		ว 3.1 ป.5/2	ท้องฟ้าอยู่ในอวกาศซึ่ง	
	กลุ่มดาวฤกษ์			เป็นบริเวณที่อยู่นอก บรรยากาศของโลก มีทั้ง ดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์เป็น แหล่งกำเนิดแสงจึง สามารถมองเห็นได้ ส่วน ดาวเคราะห์ไม่ใช่ แหล่งกำเนิดแสง ดาวฤกษ์ เป็นดาวที่มี แสงสว่างในตัวเอง จัดเป็นแหล่งกำเนิดแสง จึงสามารถมองเห็นเป็น จุดสว่างและมีแสง ระยิบระยับบนท้องฟ้า ใน เวลากลางวันจะมองเห็น ท้องฟ้าเป็นสีฟ้า ส่วนใน เวลากลางคืนจะมองเห็น	

กลุ่มดาวฤกษ์ต่าง ๆ ที่อยู่
บนท้องฟ้ามีรูปร่าง
แตกต่างกันออกไป
เมื่อสังเกตกลุ่มดาว
ฤกษ์ในช่วงเวลาต่าง ๆ
ในคืนเดียวกัน
จะพบว่ากลุ่มดาวฤกษ์มี
การเปลี่ยนตำแหน่ง โดย
เคลื่อนจากทิศตะวันออก
ไปทางทิศตะวันตก
ทำให้มองเห็นดาวฤกษ์
ขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศ
ตะวันออก และ
ตกลงขอบฟ้าไปทางทิศ
ตะวันตก
ซึ่งดาวฤกษ์และกลุ่มดาว
ฤกษ์มีเส้นทางการขึ้น
และตกตามเส้นทางเดิม
ทุกคืน และจะปรากฏ
ตำแหน่งเดิมเสมอ
การสังเกตตำแหน่ง
กลุ่มดาวฤกษ์ สามารถ
ทำได้โดยใช้การระบุมุม
ทิศและมุมเงยที่กลุ่มดาว
นั้นปรากฏ ผู้สังเกต
สามารถใช้มือในการ
ประมาณค่าของมุมเงย
เมื่อสังเกตดาวในท้องฟ้า

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Models-based learning)

1. ความหมายและความสำคัญของแบบจำลอง

Justi and Gilbert (2002, pp. 369-387) แบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาเคมี แบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น มองเห็นสิ่งที่เป็นามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ กระทำช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ การสร้างแบบจำลองจะมีวัตถุประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง แบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีขนาดเล็กกว่าเป้าหมาย เช่นแบบจำลองรถไฟ หรือมีขนาดใกล้เคียงกับเป้าหมาย เช่นแบบจำลองอวัยวะมนุษย์ หรือมีขนาดใหญ่กว่าเป้าหมายก็ได้ เช่นแบบจำลองของไวรัส

Gilbert and Lreton (2003, p. 25) แบบจำลองเป็นคำที่แปลมาจากภาษาอังกฤษจากคำว่า Model ทั้งนี้ได้มีผู้ให้คำแปลภาษาไทยโดยใช้คำว่าโมเดล แบบจำลอง ต้นแบบ แบบแผน ตัวแบบซึ่งแบบจำลองมีความหมายว่าสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎีกฎ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบจำลอง คือ ระบบของวัตถุหรือสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นตัวแทนของระบบอื่น ๆ ที่เรียกว่า "เป้าหมาย" ซึ่งได้แก่ ระบบแนวคิด วัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากความหมายและความสำคัญประเภทของแบบจำลองที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหตุการณ์หรือระบบความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยสามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนรู้ของนักเรียนได้แก่สิ่งที่เป็ รูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ คำพูด สูตรสมการทางเคมี และสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น และมีบทบาทหน้าที่ ที่สำคัญของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้คือ 1) เป็นตัวแทนของสัญลักษณ์ในการบรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น 2) ทำให้เอกลักษณ์ที่มีความเป็นนามธรรมมีความชัดเจนมากขึ้น 3) เป็นพื้นฐานสำหรับการตีความหมายจากผลการทดลอง 4) ทำให้คำอธิบายได้รับการพัฒนา 5) เป็นพื้นฐานที่ใช้สำหรับการทำนายซึ่งแบบจำลองนั้นเป็สิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

2 ประเภทของแบบจำลอง

Gilbert (2005, pp. 89-121) ได้จำแนกของแบบจำลองดังนี้

1. ประเภทของแบบจำลองแบ่งตามพื้นที่ของหลักภาวะวิทยา (Ontology) หรือแบ่งตามวัตถุประสงค์และหน้าที่ของแบบจำลองที่ใช้ในการสอนและการเรียนรู้ในบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็ 5 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) คือแบบจำลองของแต่ละบุคคลที่อาจจะสร้างโดยตัววัดตัวบุคคลเองหรือสร้างร่วมกับกันเป็นกลุ่ม

1.2 แบบจำลองที่แสดงออก (Expressed Model) คือ แบบจำลองทางความคิดที่ถูกนำเสนอหรือแสดงออกให้ผู้อื่นได้รับรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น คำพูด ภาพวาด และท่าทาง เป็นต้น

1.3 แบบจำลองมติของกลุ่ม (Consensus Model) หรือแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับภายในกลุ่มซึ่งแบบจำลองของแต่ละกลุ่มอาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการทดลอง ประสบการณ์ และการอธิบายของแต่ละกลุ่ม

1.4 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Model) คือแบบจำลองที่ได้รับการตรวจสอบอย่างเป็นทางการ มีการเผยแพร่ในวารสารต่าง ๆ และได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์

1.5 แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ (Historical Model) คือ แบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับว่าเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองโครงสร้างอะตอมที่แสดงวิวัฒนาการของการสร้างแบบจำลอง

2. ประเภทของแบบจำลองแบบแบ่งตามเกณฑ์ของการเป็นตัวแทนในการแสดงออกแบ่งได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

2.1 แบบจำลองเชิงรูปธรรม (Concrete Model) คือ แบบจำลองของวัตถุ 3 มิติเป็นตัวแทนในการอธิบาย เช่นใช้พลาสติกเป็นตัวแทนของโมเลกุล เป็นต้น

2.2 แบบจำลองเชิงคำพูด (Verbal Model) คือ แบบจำลองคำพูดภาษาในการบรรยายอธิบายเล่าเรื่องเปรียบเทียบหรืออุปมาอุปไมยปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.3 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) คือ แบบจำลองที่เป็นสัญลักษณ์สูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณเช่นสมการไอน์สไตน์ แสดงความสัมพันธ์ของพลังงานและมวลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุเขียนเป็นแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ได้เป็น $E=mc^2$

2.4 แบบจำลองเชิงรูปภาพ (Visual or Diagrammatic Model) คือ แบบจำลองที่มองเห็นในลักษณะ 2 มิติที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนผัง แผนภาพผังความคิด และรูปภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

2.5 แบบจำลองเชิงลักษณะท่าทาง (Gestural Model) คือ แบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ของผู้เรียนรอบรอบเพื่อน ๆ เพื่อจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เป็นต้น

Johnson-Laird (1983, p. 78, อ้างถึงใน โพรคักดี โพรซิเซน, 2558) ได้ทำการแบ่งประเภทของแบบจำลองได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบจำลองทางความคิดเชิงกายภาพ (Physical Model) จะเป็นตัวแทนของสิ่งที่เป็นรูปธรรมในโลก

2. แบบจำลองทางความคิดเชิงแนวคิด (Conceptual Mental Model) จะเป็นตัวแทนของสิ่งที่มีความเป็นนามธรรมนั่นคือแบบจำลองทั้งสองประเภทนี้เป็นตัวแทนของสิ่งใด ๆ ในโลกที่มีจริง และมีจินตนาการนั่นเอง

Boulter and Buckley (2000) แบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะการแสดงออกของแบบจำลองดังนี้

1. รูปธรรม (Concrete Model) เป็นแบบจำลองที่สามารถสัมผัสได้ สร้างเป็น 3 มิติ ถ้าแบบจำลองนั้นมีลักษณะเหมือนกับเป้าหมายแต่มีสัดส่วนเล็กกว่าจะเรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า Scale Model เช่นแบบจำลองอะตอมพลาสติก แต่ถ้าแบบจำลองนั้นมีลักษณะและสัดส่วนไม่เหมือนเป้าหมาย แต่มีหน้าที่การทำงานที่สามารถอธิบายเป้าหมายได้เรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า functional Model เช่นแบบจำลองระบบสุริยะ เป็นต้น

2. คำพูด (Verbal Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำพูดหรือคำอธิบายในการบรรยายข้อความรู้ต่าง ๆ กับลักษณะที่แสดงออก เช่น คำพูดในการอธิบายการทำงานของเซลล์เหมือนกับโรงงาน เป็นต้น

3. คณิตศาสตร์ (Mathematical Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์เชิงปริมาณ เช่นสัญลักษณ์หรือสมการคณิตศาสตร์

4. ภาพ (Visual or Diagrammatic Models) เป็นแบบจำลองที่สามารถมองเห็นได้ใน 2 มิติ เช่น กราฟ แผนภาพ รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

5. ลักษณะท่าทาง (Gestural Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อจำลองถึงสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การเดินขึ้นบันไดของนักเรียนเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

จากการศึกษาความคิดเห็นของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้น สรุปว่า การแบ่งประเภทของแบบจำลองขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการอธิบายแบบจำลองนั้น ๆ รวมถึงวิธีการหรือกระบวนการที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน

3. ลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลอง

Justi and Gilbert (2006, p.51) แบบจำลองเป็นหัวใจสำคัญและมีส่วนช่วยในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์มาใช้แบบจำลอง

ลองเป็นตัวแทนของเป้าหมาย (Target) เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการทำความเข้าใจมาถ่ายถอดแนวคิดเหล่านี้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายขึ้นซึ่งลักษณะทั่วไปของแบบจำลองที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายซึ่งเป้าหมายนั้นอาจเป็นสิ่งของปรากฏการณ์เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎโดยแบบจำลองถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะกล่าวคือ นำ มาใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์

2. แบบจำลองใช้การเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความชัดเจนของเป้าหมายและการเปรียบเทียบทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงแบบจำลองได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตั้งสมมติฐานจากแบบจำลองเพื่อทำนายผล ทำให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

3. แบบจำลองมีความแตกต่างจากเป้าหมาย อาจเล็กหรือใหญ่กว่าเป้าหมายก็ได้ทำให้แบบจำลองสามารถใช้ได้ง่ายกว่า เช่นหากเป้าหมายมีขนาดเล็กและซับซ้อนเช่น อะตอม นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นมา หรือในกรณีที่เป้าหมายมีขนาดใหญ่เกินไปยากต่อการศึกษา เช่น ระบบสุริยะจักรวาล นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาลขึ้นมาซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแทนของเป้าหมาย

4. แบบจำลองสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้

5. แบบจำลองแสดงลักษณะของปรากฏการณ์หรือวัตถุทั้งหมด เช่น ภาพวาดของหลอดทดลอง แบบจำลองอะตอม หรือแบบจำลองอาจแสดงเพียงส่วนของปรากฏการณ์หรือวัตถุ เช่นภาพวาดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในหลอดทดลอง ภาพวาดแสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน เป็นต้น

6. แบบจำลองบางชนิดจะแสดงตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือเอกลักษณ์ เช่น การแสดงเส้นการไหลของพลังงาน การแสดงเวกเตอร์ของแรง พันธะเคมี เป็นต้น

7. แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม ในแบบจำลองเดียวกัน เช่น การแสดงแรงผลักดันต่อโต๊ะเรียน

8. แบบจำลองสามารถแสดงแทนระบบหรือลำดับของเอกลักษณ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น แบบจำลองอะตอมของคาร์บอนในเพชร เป็นต้น

9. แบบจำลองสามารถแสดงแทนเหตุการณ์หรือช่วงการเกิดพฤติกรรมของระบบเช่นแบบจำลองแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อเลือกผ่าน เป็นต้น

10. แบบจำลองสามารถแสดงกระบวนการที่มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่า เช่น แบบจำลองแสดงการทำงานของระบบร่างกาย เป็นต้น

Gilbert and Ireton (2003, p. 34) ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะแบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองเหล่านี้มีลักษณะที่สำคัญได้เสนอไว้ดังนี้

1. ไม่เป็นของจริง (Artificial) เพราะแบบจำลองทุกชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจริง ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของสิ่งอื่น ๆ ซึ่งคำว่าไม่เป็นของจริงในที่นี้ ไม่ได้หมายความว่า เป็นของปลอม

2. คำนึงถึงประโยชน์เป็นหลัก (Utilitarian) แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์บางอย่างกล่าวคือ มักจะใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายแทนที่จะใช้เป็นตัวแทนของเป้าหมายทั้งหมด เช่น แบบจำลองของโลกจะใช้ประโยชน์เพื่ออธิบายลักษณะทางภูมิศาสตร์แต่จะไม่ใช้เพื่อการศึกษากระบวนการทางธรณีวิทยา เป็นต้น

3. ง่าย (Simplified) แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นจะต้องมีกระบวนการสร้างแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนและมีข้อมูลหรือรายละเอียดน้อยกว่าเป้าหมาย

4. ต้องตีความหมาย (Interpreted) แบบจำลองจะต้องตีความหมายเพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่เป้าหมาย การตีความหมายของแบบจำลองจะยากง่ายไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับประเภทของแบบจำลอง

5. มีความไม่สมบูรณ์ (Imperfect) แบบจำลองทุกชนิดจะไม่มี ความสมบูรณ์ในการเป็นตัวแทนของเป้าหมายเนื่องจากมีเฉพาะเป้าหมายเท่านั้นที่ถือว่าสมบูรณ์ที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะแบ่งเป็นหลายประเภทตามแต่เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกก็ตาม แต่ธรรมชาติของแบบจำลอง ตลอดจนคุณลักษณะและข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านั้นจะเป็นตัวกำหนดถึงปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ใดควรเลือกใช้แบบจำลองแบบใด ซึ่งบทบาทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลสืบเนื่องจากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างและทดสอบแบบจำลองด้วยตนเองได้

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Gilbert et al.(2000, p.55) ในกระบวนการสร้างแบบจำลอง หลังจากนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองค้นคว้าได้ข้อสรุปหลักการหรือกฎใหม่ๆ แล้วนักวิทยาศาสตร์จะพิจารณาว่าแบบจำลองต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายข้อสรุปหลักการหรือกฎเหล่านั้นได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็จะปรับปรุงหรือสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ฝึกสร้างหรือปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ครูควรพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาแบบจำลองมาอธิบายสิ่งต่าง ๆ ถ้าอธิบายไม่ได้ก็ควรให้นักเรียนลองหรือสร้าง

แบบจำลองใหม่มาอธิบายซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้เรียกว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Buckley et al. (2004, p. 24) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึงกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยการผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้นอย่างต่อเนื่อง โดยหลักการในการจัดการเรียนรู้นั้นเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา นอกจากนั้นนักเรียนจึงแสดงออกแบบจำลอง (Express Model) ที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูด สัญลักษณ์ และรูปภาพ เป็นต้น ต่อมานักเรียนทำการทดสอบ (Test) และประเมินผล (Evaluate) แบบจำลองโดยการนำไปทดสอบใช้เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น รวมทั้งขยายแบบจำลอง (Elaboration) เพื่อขยายแนวความคิดให้กว้างขึ้น; Gobert and Buckley, 2002, p. 892) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียนคือจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วของนักเรียนเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการบนพื้นฐานแนวความคิดพุทธิปัญญา (Cognitive Psychology) และการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Science Education) (Buckley et al., 2004, p. 169) โดยมีแนวความคิดหลักว่า "ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดปรากฏการณ์ที่ศึกษาหลังจากนักเรียนได้มีการแก้ปัญหา (Problem-Solving) การลงข้อสรุป (Inferencing) หรือการให้เหตุผล (Reasoning), (Johnson-Laird, 1983 cited in Buckley et al., 2004, p. 23) และนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อ นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมบูรณาการเข้ากับสารสนเทศใหม่และได้ขยายความรู้ต่อไป"

Gilbert and Buckley (2002, p. 892) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองไว้ตามลำดับดังนี้

1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปอ้างอิงแบบจำลองตามความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษา
3. นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองในขั้นนี้ นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันทางข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่การทำงานพฤติกรรมและสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์

ต่าง ๆ นั้นเขียนเป็นแผนผังความคิด (Concept Mapping) โดยเปรียบเทียบจากเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน (Analogous System) ที่นักเรียนทราบจากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง

4. นำแบบจำลองไป ใช้ประเมินในขั้นนี้ นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นถูกปฏิเสธเนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision) และการแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษาได้ดีขึ้น

5. ขยายแบบจำลอง (Elabortion) ในขั้นนี้ นักเรียนอาจจะนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปร่วมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

จากแนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนที่ครูจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้น ๆ อย่างต่อเนื่อง หลักการในการจัดการเรียนรู้นั้นเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนโดยการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce Mental Model) ที่เป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษาต่อมานักเรียนจึงนำเสนอความคิดของตน โดยแสดงออกเป็นแบบจำลอง (Express Model) ที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปประธรรม คำพูด สัญลักษณ์ รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนทำ การทดสอบ (Test) และประเมินผล (Evaluate) แบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยการนำไปทดลองใช้เพื่อสนับสนุนปรับปรุงหรือปฏิเสธแบบจำลองหากไม่เหมาะสมในการเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น ๆ โดยให้ครูมีส่วนร่วมในการประเมินด้วย เมื่อนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้มีความเหมาะสม แล้วจึงนำแบบจำลองไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อขยายแนวความคิดให้กว้างขึ้นต่อไป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยการใช้รูปแบบของ Gobert and Buckley (2002, p. 892) Buckley et al. (2004, p. 24) โดยปรับให้เหมาะสมกับบริบทและเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนเรียงลำดับดังต่อไปนี้โดยปรับให้เหมาะสมกับบริบทและเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนเรียงลำดับดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด ครูใช้วิธีการต่าง ๆ เช่นการใช้สื่อ ให้การซักถาม เพื่อสร้างความสนใจ และนำไปสู่ปัญหาที่ต้องการให้เรียนรู้ นักเรียนคิดวางแผน อภิปรายใช้เหตุผล

โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ออกแบบและสร้างแบบจำลองตามแนวความคิดของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม โดยแสดงออกทางภาพวาด

2. ขั้นประเมินและทบทวนแบบจำลองทางความคิด ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอความคิดของกลุ่มที่ได้สร้างขึ้น ตามแนวคิดที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปอ้างอิงแบบจำลองตามความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ศึกษา ครูทำการประเมินแบบจำลองทางความคิด ว่าสามารถนำมาทางแบบจำลองได้จริง หรือควรเพิ่มเติมแก้ไขส่วนใดบ้าง

3. ขั้นสร้างแบบจำลอง นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้ นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ การทำงาน พฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

4. ขั้นตรวจสอบและประเมินแบบจำลองเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ออกมานำเสนอแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น เพื่อเป็นการสะท้อนความคิด และแลกเปลี่ยนเหตุผล เพื่ออธิบายแนวคิดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเอง ครูและนักเรียนเป็นผู้พิจารณาความถูกต้องของมโนคติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน พร้อมทั้งอธิบายความรู้พื้นฐาน หรือควรเพิ่มเติมแก้ไขแบบจำลองที่นักเรียนสร้างมาอาจจะมโนคติที่คลาดเคลื่อนให้ปรับปรุงแบบจำลองนั้น

5. ขั้นขยายแบบจำลอง นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมโดยสามารถนำแบบจำลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ หรือควรเพิ่มเติมสิ่งใดเข้าไป

ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะการสื่อสาร

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารไว้หลายท่าน ดังนี้

ก่อกเกียรติ พานิชกุล (2537: 103) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง การติดต่อ การแลกเปลี่ยน ข่าวสารจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2542: 56) กล่าวว่า ทักษะการสื่อสาร หมายถึง ความสามารถในการฟัง พูด อ่าน เขียนเพื่อส่งและรับข่าวสารข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ สรุปความ ขยายความและจัดระบบข้อมูล ตลอดจนประยุกต์ใช้ข่าวสารโดยเลือกวิธีหรือเครื่องมือในการสื่อสารได้เหมาะสมกับสถานการณ์

กิตานันท์ มลิทอง (2543: 21) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง การถ่ายทอดเรื่องราว การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแสดงออกของความคิดและความรู้สึก การทางข้อความต่าง ๆ

โดย อาศัยเครื่องนาไปด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งให้ไปถึงอีกฝ่ายหนึ่งที่เป็นจุดหมายปลายทางที่ต้องการจนทำให้เกิด การรับรู้ความหมายของเรื่องราวต่าง ๆ นั้นร่วมกันตลอดต้นเกิดการตอบสนองร่วมกัน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2546: 2) ได้กล่าวไว้ว่า การสื่อสารเป็นการติดต่อ แลกเปลี่ยน ถ่ายทอดข่าวสาร จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยใช้ระบบสัญลักษณ์ที่มีการรับรู้ ความหมายร่วมกัน

ทิวาวรรณ จิตตะภาค (2548: 16) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการสื่อสารเป็นกระบวนการ ถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารโดยผ่านเครื่องมือในการสื่อสารด้วยวิธีการต่าง ๆ

ชฎาภรณ์ ครองยุติ (2548: 11) ได้กล่าวไว้ว่า การสื่อสาร หมายถึง ความหมายใน การถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ จากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยอาศัยเครื่องนาไปโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็น จุดหมายปลายทางที่ต้องกำหนดเรื่องราวที่ร่วมกัน

ปริญญา สองสีดา (2550: 59) ได้กล่าวไว้ว่า การสื่อสารเป็นทักษะที่มีความสำคัญมาก ในชีวิตประจำวันของเราไม่ว่าจะเป็นด้านการพูด การอ่าน การเขียน และถ้าผู้วิจัยรู้จักการนาทักษะ การสื่อสารมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียนและวิธีสอนก็จะทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อส่งเสริมทักษะ การสื่อสาร เป็นต้น

เนตรนภางค์ สัญศรีเมือง (2554: 11) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการสื่อสารเป็น ความสามารถ ในการฟัง พูด อ่าน และเขียน เพื่อส่งและรับข่าวสารได้เหมาะสมกับสถานการณ์

จิรวัดณ์ เพชรรัตน์และอัมพร ทองใบ (2555: 90) กล่าวว่า การติดต่อกันระหว่าง บุคคล 2 ฝ่ายเพื่อสื่อเรื่องราวให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งอาจจะเป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลหรือกลุ่ม บุคคล ทั้งเจาะจงและไม่เจาะจงก็ได้ ในการสื่อสารจะต้องประกอบไปด้วยผู้ส่งสาร สาร ผู้รับสาร สื่อ และ วิธีการสื่อ

Reddi (2009: 38) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการถ่ายทอดข้อมูลและความ เข้าใจจากคนคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง เป็นกระบวนการของการให้ความคิดและการทำให้คนอื่น เข้าใจ ตนเอง (Awareness) ความสนุกสนาน (Enjoyment) ความน่าสนใจ (Interest) ความคิดเห็น (Opinions) และความเข้าใจ(Understanding)"

Malmfors&Garnsworthy (2000) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ใหม่หรือการสื่อ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนหรือการพูด เพื่อให้ผู้ฟังหรือผู้อ่านรับข้อมูลที่ถูกต้อง โดยการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ต้องมีความแม่นยำ มีสาระและมีความชัดเจน

Sing (2007) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสรุปได้ว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง การใช้ความรู้ด้านนิเทศศาสตร์ไปใช้ในการ อธิบายสร้างความเข้าใจ จุดประกาย หรือทำให้เกิดแนวคิดต่าง ๆ จากนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ประชาชน หรือกลุ่มเป้าหมายให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่ามีประโยชน์และโทษอย่างไร มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์แค่ไหน ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกจนอยากที่จะเรียนรู้หรือทำความเข้าใจกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะการสื่อสารเป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้หรือการนำเสนอแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ด้วยการเขียน การอ่าน การพูด และการฟัง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะการสื่อสาร หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่านหรืออื่น ๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

จุมพล เหมะครินทร์ (2552) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็น การถ่ายทอดข่าวสารทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้รับเกิดความเข้าใจ เพื่อให้ผู้รับเกิดการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์

สรุปความหมายของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างการทำกิจกรรม และความสามารถในการถ่ายทอดความรู้หรือการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้รับสารเข้าใจถึงความสำคัญของสารนั้น ๆ อย่างถูกต้องและชัดเจน

2. ความสำคัญของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารไว้ ดังนี้

บุญศรี ปราภวนคักดี และศิริพร จิรวัดมนกุล (2538: 13) ได้เสนอทรรศนะเกี่ยวกับความสำคัญของการสื่อสารดังนี้ การสื่อสารมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งหมายถึงระดับ สภาพการดำรงชีพของมนุษย์ ตามองค์ประกอบแห่งชีวิต ได้แก่ ร่างกาย อารมณ์ สังคม ความคิดและ จิตใจ สถาบันทางสังคมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ได้แก่ ครอบครัว เศรษฐกิจ สาธารณสุข นันทนาการ วัฒนธรรม การปกครอง การศึกษา และศาสนา สังคมโลกโดยองค์การระหว่างประเทศ ต่าง ๆ ได้พยายามเผยแพร่แนวคิดเพื่อให้ทุก ๆ ประเทศเห็นความสำคัญของการยกระดับคุณภาพชีวิต ให้ได้มาตรฐาน

วชิรี ชันเชื้อ (2545: 39) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสาร จะพบว่า การสื่อสาร นั้น มีความสำคัญต่อชีวิตของคนเราเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม ในชีวิตประจำวันด้าน อุตสาหกรรมและธุรกิจ ด้านการปกครองและด้านการเมืองระหว่างประเทศ และเช่นเดียวกันในด้านการเรียนการสอนถ้าเราต้องการจะให้เกิดประสิทธิภาพเราจะต้องให้ความสำคัญกับเรื่อง การสื่อสารให้ ตรงกัน เพื่อที่จะให้ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ และสามารถทำงานร่วมกันได้โดยมี ความเข้าใจไปใน ทิศทางเดียวกัน และผู้รับสารก็ต้องมีการสะท้อนกลับแนวคิดมายังผู้ส่งสารด้วย

ปริญญา สองสีดา (2550: 35) ได้กล่าวว่า การสื่อสารนั้นจำเป็นสำหรับมนุษย์ทุกคน เพราะมนุษย์ทุกคนต้องสื่อสารกันตลอดเวลา เช่น พูด เขียน ซึ่งการสื่อสารเหล่านี้จะช่วยดำรงสังคม ให้ อยู่ร่วมกันอย่างเป็นปกติสุข

U.S. Department of Labor, Office of Disability Employment Policy (2012: 17) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสาร ไว้ว่า ทักษะการสื่อสารมีความสำคัญต่อทุกคน เนื่องจากเป็น วิธีที่เราส่งและรับข้อมูล ถ่ายทอดความคิดของเรากับผู้คนรอบตัวเรา ทักษะการสื่อสารเป็นสิ่งที่ จำเป็นสำหรับการพัฒนาตนเอง การตัดสินใจด้วยตนเอง และเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับ ความสำเร็จตลอดชีวิต

จากความสำคัญของการสื่อสารข้างต้น จะพบว่า การสื่อสารนั้นจำเป็นสำหรับมนุษย์ ทุก คนเพราะมนุษย์ทุกคนต้องสื่อสารกันตลอดเวลา เช่น การพูด การเขียน การฟัง และการอ่านซึ่ง การ สื่อสารที่ดีจะทำให้เกิดประสิทธิภาพของการสื่อสารมากที่สุด

3. รูปแบบของการสื่อสาร

นักการศึกษาได้กล่าวถึงรูปแบบของการสื่อสารไว้ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 22) ได้แบ่งรูปแบบของการสื่อสาร เป็น 2 รูปแบบ

1. การสื่อสารทางเดียว (One-way Communication) คือการส่งข่าวสาร หรือการ สื่อสารไปยังผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว โดยที่ผู้รับไม่สามารถมีการตอบสนองทันที (Immediate Response) กับผู้ส่ง แต่อาจจะมีผลป้อนกลับไปยังผู้ส่งในภายหลัง การสื่อสารรูปแบบนี้จึงเป็นการ ที่ผู้ส่งและผู้รับไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันทันที จึงมักเป็นการสื่อสารโดยใช้สื่อมวลชน เช่น ฟัง วิทยุ ชมโทรทัศน์ อ่านหนังสือพิมพ์ รวมถึงการติดต่อสื่อสารด้วยการส่งอีเมลล์หรือส่ง SMS เหล่านี้ เป็นต้น

2. การสื่อสารสองทาง (Two-way Communication) คือการสื่อสารที่ผู้รับ มีการ ตอบสนองและส่งผลป้อนกลับทันที (Immediate-Feedback) ส่งกลับมายังผู้ส่ง โดยที่ผู้ส่งและผู้รับอาจจะอยู่ต่อหน้ากันหรืออาจจะอยู่กันคนละสถานที่ก็ได้ แต่ทั้งสองฝ่ายจะสามารถมีการเจรจา

หรือ การโต้ตอบกันไปมาโดยที่ต่างฝ่ายต่างผลัดกันทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ส่งและผู้รับในเวลาเดียวกัน เช่น การประชุมทางไกลด้วยวิดีโอ เป็นต้น

จากรูปแบบของการสื่อสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบ่งรูปแบบของการสื่อสารเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การสื่อสารทางเดียวเป็นการส่งข่าวสารหรือการสื่อสารไปยังผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว และการสื่อสารสองทางเป็นการสื่อสารที่ผู้รับมีการตอบสนองและส่งผลป้อนกลับทันที

4. ประเภทของการสื่อสาร

นักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของการสื่อสารไว้ ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 23) แบ่งประเภทของการสื่อสารไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารในตนเอง (Intrapersonal or Self-Communication) เป็น การสื่อสารภายในตนเอง หมายถึง บุคคลผู้นั้นเป็นทั้งผู้ส่งและผู้รับในขณะเดียวกัน เช่น การเขียนและ การอ่านหนังสือ เป็นต้น

2. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal communication) เป็น การสื่อสารระหว่างคน 2 คน เช่น การสนทนา หรือการโต้ตอบจดหมายระหว่างกัน เป็นต้น

3. การสื่อสารแบบกลุ่มชน (Group Communication) เป็น การสื่อสาร ระหว่างบุคคลกับกลุ่มชนซึ่งประกอบด้วยคนจำนวนมาก เช่น การสอนในห้องเรียนระหว่างครูเพียงคนเดียวกับนักเรียนทั้งห้อง หรือระหว่างกลุ่มชนกับบุคคล เช่น กลุ่มชนมาร่วมกันฟังคาปราศรัยหาเสียง ของผู้สมัครรับเลือกตั้ง เป็นต้น

4. การสื่อสารมวลชน (Mass Communication) เป็น การสื่อสารโดยใช้ สื่อมวลชน ประเภท วิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ รวมถึงสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เช่น นิตยสาร หนังสือพิมพ์ แผ่นพับ โปสเตอร์ เป็นต้น เพื่อการติดต่อไปยังผู้รับสารจำนวนมากซึ่งเป็นมวลชนหรือกลุ่มคนให้ได้รับ ข้อมูลข่าวสารเดียวกันในเวลาพร้อม ๆ กันหรือไล่เลี่ยกัน

จากประเภทของการสื่อสารข้างต้น สรุปได้ว่าสามารถแบ่งประเภทของการสื่อสารไว้ 4 ประเภทคือ การสื่อสารในตนเอง การสื่อสารระหว่างบุคคล การสื่อสารแบบกลุ่มชน และ การสื่อสารมวลชน

5. กระบวนการในการสื่อสาร

กระบวนการในการสื่อสาร เป็นกระบวนการที่ใช้ถ่ายทอดข่าวสารจากที่หนึ่งไปยังอีก ที่หนึ่งโดยการใช้สื่อเพื่อถ่ายทอดข่าวสาร ความคิด ความรู้สึก จากบุคคลหนึ่ง ซึ่งจากการรวบรวมแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ดังนี้

กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2542: 60) ระบุถึงกระบวนการในการสื่อสารว่าเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ คือ ผู้ส่งสาร สาร กระบวนการส่งสาร ผู้รับสาร และการประเมินผลการสื่อสาร โดยมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ผู้ส่งสาร ผู้ส่งสารจะต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพในด้านที่สำคัญ ๆ คือ สมรรถภาพทางภาษา สมรรถภาพในการสร้างบรรยากาศเพื่อส่งเสริมการสื่อสาร และสมรรถภาพในการเลือกกลวิธีในการนำเสนอให้เหมาะสมกับผู้รับสาร

2. สาร สารที่จะนำเสนอหรือสื่อให้ผู้รับสารอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ สารที่เป็นข้อมูล สารที่เป็นความรู้ความคิด และสารที่เป็นความบันเทิง

3. วิธีการ ในการส่งสารนั้น แม้ผู้รับสารจะมีความสามารถในการรับสารดีแค่ไหนก็ตาม หากวิธีการในการส่งสารไม่ดี ก็ย่อมจะลดผลแห่งการสื่อสารนั้นลงไปได้มาก

4. ผู้รับสาร ในการสื่อสารผู้รับสารที่มีคุณภาพควรมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ มีสมรรถภาพทางภาษา มีความพร้อมในการรับสาร การวัดและประเมินผลการสื่อสาร ในการประเมินผลการสื่อสารผู้ประเมินควรคำนึงถึงประเด็นในการประเมิน 2 ประเด็น คือ

4.1 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ในการสื่อสาร

4.2 การวัดและประเมินกระบวนการในการสื่อสาร

6. รูปแบบการพัฒนาทักษะการสื่อสาร

ในการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2542: 62-63) อธิบายว่ามีขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมคุณสมบัติและขั้นการนำคุณสมบัติที่ดีในการสื่อสารไปใช้ในการเรียนการสอน

1. ขั้นเตรียมคุณสมบัติ เป็นขั้นที่ครูกำหนดคุณสมบัติ ในการเรียนของนักเรียน ว่าคืออะไร และกำหนดวิธีการฝึกคุณลักษณะนั้น ๆ แล้วให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดคุณลักษณะตามที่กำหนด

2. ขั้นการนำคุณสมบัติที่ดีในการสื่อสารไปใช้ในการเรียนการสอน เป็นขั้นที่ครูจะต้องสอนเนื้อหาตามหลักสูตร โดยใช้คุณลักษณะที่ดีในการสื่อสารของนักเรียน เพื่อนำไปสู่ความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป และขั้นวัดและประเมินผล ดังรายละเอียดตามภาพประกอบ 4 ซึ่งแสดงขั้นตอนของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการสื่อสาร

จากรูปแบบการพัฒนาทักษะการสื่อสารสรุปได้ว่า ควรมีการเตรียมคุณสมบัติและขั้นการนำคุณสมบัติที่ดีในการสื่อสารไปใช้ในการเรียนการสอน โดยครูจะต้องสอนเนื้อหาตามหลักสูตรโดยใช้คุณลักษณะที่ดีในการสื่อสารของนักเรียน

7. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสาร

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยได้นำเสนอประเด็นกิจกรรม การเรียน การสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารเป็นประเด็นด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน สรุปได้ดังนี้

การฟัง

การฟังเป็นทักษะจำเป็นที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาได้ ชัดเจนและแสดงถึงการรับรู้และเข้าใจในสิ่งที่ผู้พูดกำลังพูด ทั้งนี้เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการฟังไปใช้ ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการฟัง ไว้ดังนี้

สนิท ตั้งทวี (2529: 58-67) ได้กล่าวถึง การฟังสรุปได้ว่า การฟังเป็นทักษะทางภาษา ที่สำคัญต่อการติดต่อสื่อสาร เป็นส่วนสำคัญต่อการคิดและการพูด การฟังช่วยให้เกิดความรู้ และความรอบรู้ ในการฝึกทักษะการฟังมีหลายแบบเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ฟังเพื่อ ความเข้าใจความหมายของคำ ข้อความ ฟังเพื่อพินิจสาร วิเคราะห์สาระสำคัญของสาร เป็นต้น

ประพิศ พรหมศิลา (2545: 10) ได้กล่าวถึง การฟังเป็นการแปลความหมายของเสียงที่ได้ยินด้วยความตั้งใจจนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้ยิน สามารถตีความหมายที่ผู้พูดสื่อออกมาได้

สุวิชา ศรีมงคล (2557: 38) ได้กล่าวว่า การฟังเป็นกระบวนการรับสารทั้งที่เป็นวจนภาษา และอวจนภาษา โดยผ่านกระบวนการรับรู้เสียง ซึ่งการฟังจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ โดยการทำความเข้าใจ จับประเด็น วิเคราะห์ ตีความ ประเมินคุณค่าของสิ่งที่ฟัง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การฟัง เป็นทักษะทางภาษาอย่างหนึ่งที่สำคัญเพื่อการติดต่อสื่อสาร โดยผ่านการสื่อสารและรับสาร รวมทั้งประเมินว่าสารนั้นมีคุณค่าหรือไม่ อยางไร โดยการเขียนสรุปสาระสำคัญจากการฟัง

การพูด

นักวิชาการหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับการพูด ไว้ดังนี้

สมจิต ชิวปรีชา (2540: 1) ได้กล่าวถึง การพูดไว้ว่า เป็นการติดต่อสื่อสารระหว่าง มนุษย์โดยใช้เสียง ภาษาแวตวา สีหน้า ท่าทางต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิดจากผู้พูดไปยัง ผู้ฟัง ให้เป็นที่เข้าใจกัน

อรทัย วิมลโนธ, ประภาศรี สีหอาไพ, และอัจฉิมา (2533: 62-69) ได้กล่าวถึง การพูดไว้ว่า เป็นการแสดงความรู้ ความเข้าใจและความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องพูด เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ทำให้เกิดการเรียนรู้เข้าใจ การแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยแบ่งประเภท การอภิปรายได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ การอภิปรายภายในกลุ่มและการอภิปรายหน้าที่ประชุม

สุวิชา ศรีมงคล (2557: 38) ได้กล่าวถึง การพูดไว้ว่า เป็นการสื่อสารด้วยการใช้ ถ้อยคำซึ่งเป็นทั้งวัจนภาษา และอวัจนภาษาเพื่อการถ่ายทอดความรู้ ความคิด อารมณ์ ทัศนคติ ประสบการณ์และอื่น ๆ จากผู้พูดไปยังผู้ฟัง

จากที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การพูดเป็นการสื่อสารเพื่อถ่ายทอด และแสดงความคิด ความรู้สึกของผู้พูดไปยังผู้ฟัง

การอ่าน

การอ่านเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะการอ่าน เป็นถือเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้อย่างหนึ่งเป็นการถ่ายทอดความคิดระหว่างบุคคล นัก การศึกษาได้กล่าวถึงการอ่านไว้ดังนี้ ไพฑูรย์ สินลารัตน์, กวิสรา รัตนกร, และดวงใจ ไทยอุบุญ (2535: 66-67) ได้ กล่าวถึง การอ่านไว้ว่า การอ่านช่วยเพิ่มพูนสติปัญญา ทราบถึงข้อเท็จจริง เกี่ยวกับปัญญา ตลอดจนทำให้เข้าใจและเข้าถึงหนังสือการที่จะเข้าใจและเข้าถึงหนังสือจำเป็นต้อง ได้รับการฝึกทักษะการอ่าน โดยนำเสนอการอ่านเพื่อจับใจความสำคัญ เพื่อเก็บสาระสำคัญของ เรื่องที่อ่านตลอดจนแนวคิดหรือ ทัศนคติของผู้เขียน

สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์ (2545: 4-9) ได้กล่าวถึง การอ่านไว้ว่า การอ่านเป็น เครื่องมือสำคัญในการแสวงหาความรู้และมีจุดมุ่งหมายของการอ่าน ได้แก่ อ่านเพื่อตีความของ สัญลักษณ์ให้เป็นความหมายที่ถูกต้อง อ่านเรียงลำดับเหตุการณ์และสรุปแนวคิดเรื่องที่อ่านเพื่อ ตอบ คำถามได้ถูกต้อง และจุดมุ่งหมายของการอ่านแต่ละคน จะไม่เหมือนกันซึ่งรูปแบบการสอ นอ่านแบบ หนึ่ง คือ ใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดเพื่อหาคำตอบพื้นฐาน คำถามเพื่อคิด วิจัยรณญาณ และคำถาม เพื่อคิดสร้างสรรค์

ฉวีลักษณ์ บุญยะกาญจน (2547 อ้างถึงใน สุวิชา ศรีมงคล, 2557: 37) ได้กล่าวถึง การอ่านไว้ว่า การอ่านมิใช่การมองไปที่คำหรือสัญลักษณ์และตัวหนังสือเท่านั้น แต่จะประกอบไปด้วย สมานิติ คือ ใจที่สงบนิ่ง การรับรู้ การจัดลำดับ และการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการรับรู้เพื่อให้ได้ สาระ มากที่สุด

สุวิชา ศรีมงคล (2557: 37) ได้กล่าวถึง การอ่านไว้ว่า คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อ่าน กับบทอ่าน โดยผ่านกระบวนการใช้ความคิด ความสามารถที่จะเข้าใจสารที่อ่าน ตามความมุ่ง หมาย ของผู้เขียนที่สื่อออกมาในสารนั้น ๆ

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การอ่าน คือ การเพิ่มพูนสติปัญญาผ่านตัวหนังสือ เพื่อให้ เข้าใจในสิ่งที่ผู้เขียนต้องการนำเสนอโดยการเขียนสรุปสาระสำคัญจากการอ่าน

การเขียน

นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับการเขียนไว้ ดังนี้

บันลือ พุกกะวัน (2533: 55) ได้กล่าวถึง การเขียนไว้ว่า เป็นการสื่อความคิดต่อ สถานการณ์ต่าง ๆ ดังนั้น การส่งเสริมการเขียนอาจกำหนดสถานการณ์สมมติเพื่อให้นักเรียนได้ แสดงออกด้านความรู้สึกรู้สึกคิด ย่อมช่วยพัฒนาความคิดอันเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมในอนาคต

ปรัชญา อากาศ และการุณนันทน์ รัตนแสวงษ์ (2541: 131-134) ได้กล่าวถึง การเขียนไว้ว่า เป็นการแสดงออกเพื่อการติดต่อสื่อสารอย่างหนึ่งของมนุษย์ โดยตัวอักษรเป็นสื่อเพื่อ ถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความต้องการ ประสบการณ์ ของตนให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งสามารถคงทน อยู่ยาวนานตรวจสอบได้และใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงได้ การส่งเสริมการเขียนขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของ การเขียนและประเภทของการเขียน

สุวิชา ศรีมงคล (2557: 39) ได้กล่าวถึง การเขียนไว้ว่า เป็นวิธีการติดต่อสื่อสารของ มนุษย์ที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความต้องการ ความรู้สึก ประสบการณ์ของผู้เขียนให้ คนอื่นรับทราบโดยถ่ายทอดออกมาผ่านตัวอักษรให้ผู้รับสาร คือ ผู้อ่าน ได้ใช้ทักษะการอ่าน ดีความและ ทาความเข้าใจเนื้อหา

จากความหมายของการเขียนสรุปได้ว่า การเขียนเป็นวิธีการติดต่อสื่อสารที่ถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความรู้สึก ประสบการณ์ของผู้ส่งสารไปยังผู้รับสารผ่านทางตัวอักษร

จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารดังกล่าว สรุปได้ว่า เป็น การส่งเสริมทักษะการสื่อสารในด้านการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียนเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในการสื่อสารแต่ละประเด็นจะช่วยพัฒนา สมรรถภาพ ของการสื่อสารของนักเรียนตามที่ต้องการได้

8. การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หนึ่งหรือหลายอย่างนัก การศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science Communication) ไว้ดังนี้

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540: 16-19) ได้กล่าวถึง ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ คือ การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การ สังเกต และการทดลองในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลโดยการพูดหรือการเขียน

เนตรน ภางศ์ สัญ ศรีเมือง (2545: 6) ได้กล่าวถึง ทักษะการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ คือ การแสดงความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อแสดงความรู้ ความคิด ได้เปลี่ยนความรู้ และ แนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ เขียนสรุปสาระสำคัญจากการอ่านและการฟังในกิจกรรม การ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

รุ่งอรุณ เขียรประกอบ (2549: 3) ได้กล่าวถึง ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า พฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะทำงาน ในด้านการอธิบาย อภิปราย การแสดงความคิดเห็น การเขียน การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟ ตาราง วงจรหรือสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดทำข้อมูลลงในเว็บไซต์ การจัดป้ายนิทรรศการ การจัดทำข้อมูลรูปของ power point และอื่น ๆ

จากความหมายของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นความสามารถ ด้านการฝึกหรือใช้ภาษาทั้งการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาทักษะในด้านการสื่อสาร เช่น การเขียนสรุปเรื่องราวจากการอ่าน ศึกษา ค้นคว้าจากเอกสาร และการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ด้วยปากเปล่าผ่านการฟัง เพื่อแสดงออกถึง ความรู้ ความคิดเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

2. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดพฤติกรรมด้านทักษะการสื่อสาร ดังนี้

มังกร ทองสุขดี (2535: 143-151) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อ ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร สรุปได้ว่า การปลูกฝังการใช้ภาษา และการสื่อความหมายที่เหมาะสมให้กับนักเรียน คือสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ เพื่อจะได้ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น การฝึกทักษะทางภาษา และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ อาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การอ่านหนังสือ เป็นการอ่านเพื่อต้องการให้ค้นหาข้อเท็จจริงหลักเกณฑ์ รวมทั้ง ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในอันที่จะช่วยให้เกิดความคิดเพิ่มพูนสติปัญญาหรือความประทับใจ ครูควรจะต้องเลือกสรรเรื่องราวที่เด็กควรรู้ และควรจะมีแรงให้เด็กทราบถึงจุดประสงค์ของการอ่านแต่ครั้งควรมีประโยชน์อย่างไรบ้าง เพราะการอ่านเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นั้นจะมีเป้าหมายการอ่านที่แตกต่างไปจากการอ่านหนังสือประเภทอื่น ๆ ในห้องสมุดก็ดี หรือมุมหนังสือในห้องเรียนก็ดี จะได้รับการเสาะหาหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เช่น ตารา วารสาร เอกสาร บทความ ให้มีจำนวนมากพอแก่ความต้องการ

2. การพัฒนาศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ คือ คำที่บัญญัติ ขึ้นเพื่ออธิบาย ความหมายในเนื้อหาของวิชาการมักเป็นคำเฉพาะที่นักเรียนจะได้พบเห็น และต้องศึกษาอยู่เสมอ การทำความเข้าใจในศัพท์จะช่วยให้การเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แต่มีศัพท์วิทยาศาสตร์ อยู่เป็นจำนวนมากที่มักจะใช้ปนอยู่กับการใช้ภาษาประจำวัน ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจเอาเองว่าตนเองเข้าใจคืออยู่แล้ว สิ่งเหล่านี้ จะทำให้การเรียนการสอน มีปัญหา

เกิดขึ้น การพัฒนาเรื่องศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก อาจจะทำได้ 2 ทาง คือ ครูสอนหรืออธิบาย ให้เด็ก ทราบโดยตรงก่อนที่จะเริ่มบทเรียน และครูอาจจะสอนศัพท์ให้เด็กในขณะที่การเรียนกำลัง ดำเนินอยู่ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันอยู่ทั่วไป

3. การฝึกให้เด็กมีทักษะทางการพูด และการแก้ปัญหาในการสอน วิทยาศาสตร์ อาจฝึกให้เด็กมีทักษะเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้โดยระบบการสื่อสารอยู่ 2 วิธีการ คือ การ รายงานโดยปากเปล่า กับ การแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างทักษะทางสังคมให้แก่เด็กอีกด้วย ใน การนำเสนอปากเปล่า เด็กจะต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของตนให้แก่เพื่อนอย่างมี ประสิทธิภาพมากที่สุด ฉะนั้น การใช้ภาษาพูดอย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดกับปัญหาเพื่อให้ ได้ คำตอบที่ดีที่สุด ครูจะต้องพยายามอธิบายให้เด็กทราบการแก้ปัญหานั้นว่าไม่ใช่การรายงาน ไม่ใช่ การโต้เถียง ไม่ใช่การท่องจำให้ขึ้นใจ และไม่ใช่การสนทนา แต่การแก้ปัญหานั้น หมายถึง ความพยายาม ร่วมกันที่จะแก้ปัญหาเพื่อต้องการทดสอบถึงข้อเท็จจริง หรือเสนอข้อคิดเห็น โดยครู จะต้องเป็นบุคคลสำคัญของการเป็นผู้นำเพื่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างนักเรียนกับครูจะต้องเป็น ผู้วางแผนให้เด็กได้ ทราบว่าเขาจะต้องกระทำอย่างไรบ้าง เช่น เด็กจะต้องรู้จักอำนาจหน้าที่ของ ตนเอง และรู้ว่าตนเอง จะต้องมีความรับผิดชอบอย่างไร

4. การฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟัง ในการเรียนรู้ของนักเรียนย่อมจะต้อง อาศัยการ ฟัง เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งเด็กที่มีทักษะในการฟังย่อมทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพ เพิ่มขึ้น และทักษะในการฟังนั้นเป็นสิ่งที่สามารถจะปรับปรุงแก้ไขได้ดีขึ้นได้ทั้งการฟังและการอ่านมี ลักษณะที่คล้ายกันอยู่มากมาย และมีวัตถุประสงค์อยู่หลายประการ เช่น

4.1 การฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟังเพื่อความถูกต้อง เช่น ฝึกให้เด็กฟัง คำชี้แจง ฟังเพื่อตอบปัญหา ฟังเพื่อติดตามเรื่องราว ฟังเพื่อให้ระลึกถึงสิ่งที่ผ่านมาแล้ว เป็นต้น

4.2 การฝึกให้มีทักษะในการฟังเพื่อพิจารณาและวิจารณ์ เช่น ฝึก ให้เด็กฟัง เกี่ยวกับคุณค่า ให้รู้จักข้อแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น เพื่อสรุปความหรือ แสดง ความคิด

4.3 การฝึกให้มีทักษะในการฟังเพื่อให้เกิดความซาบซึ้ง เช่น ฟัง เรื่องราวเกี่ยวกับ ประวัติศาสตร์ คำประพันธ์หรือละคร

4.4 การฝึกให้มีทักษะในการฟังเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เช่น ช่วย ให้เด็ก เกิดความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ภายหลังที่เด็กได้ฟังเกี่ยวกับการทดลอง การสาธิตการวิจัย เรื่องราว ทางวิทยาศาสตร์หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เป็นต้น

5. การฝึกให้มีทักษะการเขียน นักเรียนมีโอกาสดูที่แสดงความสามารถในการเขียน ได้มากมาย เช่น การทำกรบ้าน การตอบปัญหา การเขียนรายงานอาจจะแบ่งได้ ดังนี้

5.1 การทำรายการ เพื่อแสดงตัวเลขประกอบคำอธิบายตัวเลขเหล่านี้ ได้แก่ ความจริงต่าง ๆ การแสดงความคิด เพื่อแสดงข้อคิดเห็นของตน

5.2 การรวบรวมความคิดสำคัญเป็นการเขียนเกี่ยวกับข้อคิด การวิจารณ์ นักเรียน จะต้องรู้จักการเลือก การตัดสินใจมากกว่าการใช้ความจำ

5.3 การเขียนเพื่อแสดงการจำแนกแจกแจงแบ่งชั้น ในกรณีนี้นักเรียนจะต้องใช้ การสังเกต ความพยายาม การค้นคว้าประกอบ

5.4 การสรุป เป็นการเขียนเพื่อตอบปัญหาการแสดงผลการทดลอง การรายงาน เป็นต้น

6. ฝึกให้ทักษะการใช้ห้องสมุด ครูควรจะหาทางยั่วยุหรือกระตุ้นให้เด็กเข้าห้องสมุด เพื่อศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงและสะสมความรู้ให้กว้างขวางอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้น ครู ควรแนะนำให้ได้รู้จักการใช้ห้องสมุด โดยแนะนำให้รู้จักเลือกหาหนังสือวารสารเอกสาร หนังสืออ้างอิง

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540: 16-19) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน วิชาวิทยาศาสตร์ว่าความสามารถ ในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำ ๆ และสามารถฝึกทักษะ ในการสื่อสารได้ดังนี้

1. การเล่าหรือพูดทางวิทยาศาสตร์เป็นการให้ข้อมูลข่าวสาร และแนวคิด สำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผล การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจาก วารสาร หนังสือพิมพ์ หนังสือต่าง ๆ จากการดูโทรทัศน์หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยครู มอบหมายให้นักเรียน ไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษาหรือการศึกษาภาคสนามในโอกาส ที่นักเรียน กลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ความคิด ใน บางเรื่องที่ได้รับ จากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดที่เขาเขียว นักเรียน ควรจะสามารถเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของ สัตว์ป่าบางชนิดรวมทั้งสภาพความเป็นอยู่ และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัด สภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ป่า เหล่านั้น หรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะสามารถเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ ซึ่ง

รูปแบบของรายงานอาจจะเป็นแบบปลายเปิด ส่วนการจัดกิจกรรมภาคสนามโดยปกติต้องมีแบบบันทึกการสังเกตเฉพาะเรื่อง ให้นักเรียน ได้บันทึกสิ่งที่สังเกตต่าง ๆ การศึกษาภาคสนามถือว่าเป็นการฝึกทักษะการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง เช่น การศึกษาภาคสนามเกี่ยวกับระบบนิเวศชายฝั่ง เพื่อการสำรวจ พันธุ์พืช สัตว์น้ำ สัตว์บก ลักษณะของ ดิน ความเข้มของแสง ระดับน้ำ ชั้นลงข้อมูลเหล่านี้ อาจบันทึกโดยข้อความหรือภาพให้ได้รายละเอียด มากที่สุดเพื่อนำมาเขียนสรุปหรือเล่าสู่กันฟัง

3. การเล่าหรือบันทึกสิ่งที่สังเกตในเรื่องใดเรื่องหนึ่งกิจกรรมในส่วนนี้อาจทำได้เช่น ครูอาจให้นักเรียนผ่าผลไม้ 3 ชนิด เช่น ฝรั่ง มะละกอ แตงโม สังเกต และเขียนภาพแสดง ลักษณะภายใน พร้อมทั้งคำอธิบาย แล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังเกี่ยวกับลักษณะภายในของผลไม้จาก เปลือกนอกถึงภายใน และชี้ความแตกต่างของลักษณะภายในของผลไม้เหล่านั้น

4. การจัดแสดงผลงานหรือการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือโครงงานอื่น ๆ ในการจัดแสดงผลงานนี้ นักเรียนจะได้มีโอกาสออกแบบการจัดแสดงผลงานรวมทั้งการจัดการ เพื่อให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่จำกัด ซึ่งควร มีทั้งข้อความโดยสรุปและตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอควรให้มีทั้งการเสนอด้วยวาจา และผลงาน นอกจากนี้กิจกรรมการทดลองในหลักสูตรสามารถใช้ฝึกทักษะในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนฝึกเขียนสรุปการทดลองแล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังก่อนที่จะเรียนครั้งต่อไปและถือว่า เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนไปด้วยทั้งนี้อาจมอบหมายให้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นผู้เล่า

5. การพูดหรือการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกทักษะในการสื่อสารได้วิธีหนึ่ง ให้นักเรียนช่วยกันระบุเรื่องที่จะพูดหรืออภิปรายกำหนดให้นักเรียนขึ้นมาพูด หรืออภิปรายเป็นกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันในประเด็นที่จะพูดและแบ่งกันไปอ่าน และค้นคว้าหา ข้อมูลมาประกอบในการพูดหรืออภิปราย ตัวอย่างเช่น การพูดหรืออภิปรายเรื่องราวในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า การกำจัดขยะในบ้าน การป้องกันและรักษาป่า

6. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาให้ นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ตรงตาม จุดประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้ การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านค้นหาข้อมูลและหาความรู้ รู้จักนำเสนอข้อมูล ในรูปแบบที่เหมาะสมและทันสมัย

สุวิชา ศรีมงคล (2557: 47) สรุปเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านทักษะการสื่อสาร ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกได้ว่า พฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกจะครอบคลุมทั้ง การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และอาจมีการสื่อสารผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ การจัดแสดงผลงานหรือการสาธิต โดยมีพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้

ตาราง 2 พฤติกรรม และตัวบ่งชี้ของความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรม	ตัวบ่งชี้
1. การอ่าน	1. อ่านจับใจความสำคัญของบทความ / หนังสือ / วารสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. การฟัง	1. ฟังเรื่องราวจากเทปบันทึกเสียง / บุคคล / การดูวีดิทัศน์ เพื่อจับใจความสำคัญ 2. ฟังคำสั่งหรือคำชี้แจงแล้วปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
3. การพูด	1. การตอบคำถามเพื่อแสดงความรู้ ความคิด แนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม 2. การอภิปราย / การรายงาน / การเล่า / การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้เข้าใจได้อย่างเหมาะสม 3. การนำเสนอรายงานการทดลองด้วยข้อเท็จจริง และสรุปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ 4. การนำเสนอผลงาน การสาธิตผลงานต่อสาธารณชน
4. การเขียน	1. เขียนสรุปสาระสำคัญของบทเรียน การอ่าน การฟัง ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยเลือกรูปแบบวิธีการที่เหมาะสมถูกต้องชัดเจน 2. เขียนวิเคราะห์วิจารณ์ / จำแนก แจกแจง แบ่งชั้น เกี่ยวกับข้อมูลหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

ที่มา : การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยด้านทักษะการสื่อสาร กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2542 : 23

จากกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นพฤติกรรมด้านทักษะการสื่อสาร ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกทั้งการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ การอ่านจับใจความ สำคัญ หนังสือหรือวารสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การฟังเรื่องราวจากการดูวีดิทัศน์

หรือจาก บุคคลเพื่อจับใจความสำคัญ การพูดตอบคำถามจากการฟังเพื่อแสดงความรู้เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ และการเขียนสรุปสาระสำคัญจากบทเรียน การอ่าน การฟังในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์

9. การวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

การวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสามารถวัดได้ทั้งการ ฟัง พูด อ่านและเขียน อาจทำได้โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ในการสื่อสารหรือแบบสังเกต พฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะวิธีการวัดและ ประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2542 : 61) ได้กล่าวถึง การวัดและการประเมินผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ผู้ประเมินควรคำนึงถึงประเด็นในการ ประเมิน 2 ประเด็น คือ

1. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ในการสื่อสาร
2. การวัดและประเมินกระบวนการในการสื่อสาร

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 26) ได้กล่าวถึงการประเมินการอ่าน การ คิด การวิเคราะห์และการเขียนไว้ พอจะสรุปได้ว่า เป็นการประเมินศักยภาพของผู้เรียนในการอ่าน เอกสาร หนังสือต่าง ๆ อย่างถูกต้องและสามารถวิเคราะห์เนื้อหาที่อ่าน สรุปเป็นความเข้าใจของ ตนเองแล้วสามารถถ่ายทอดความคิดเหล่านั้นด้วยการพูด การเขียนที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ ประสบการณ์และทักษะ ในการเขียนด้วยสำนวนภาษาที่ถูกต้องและมีลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ ที่สามารถสร้างความเข้าใจให้ผู้อ่านได้อย่างชัดเจน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 13) ได้สรุปว่า กระบวนการเรียนรู้ด้านการสื่อสารสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน โดย มีการสื่อสารความรู้หรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์หรือความคิดเห็น แสดงออกได้ดังนี้

1. ให้ความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้
2. พูดหรือเขียนในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน และมีเหตุผล
3. อธิบายหรือเขียนสรุปเรื่องราวสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
4. นำเสนอผลงานด้วยการบันทึก จัดแสดงผลงานหรือสาธิต
5. สื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากการให้ความหมายของการวัดและประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ทำได้ดังนี้

1. การใช้แบบทดสอบเขียนหรือการสัมภาษณ์

2. การพูดอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้
3. การเขียนหรือการพูดตอบคำถาม อธิบายหรือแสดงความคิดเห็น
4. การสรุปใจความสำคัญหรือจัดลำดับเหตุการณ์จากเรื่องที่อ่านหรือฟังได้ถูกต้อง
5. การนำเสนอผลงานด้วยการจัดแสดงหรือการสาธิต

จากการพิจารณาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปพฤติกรรมด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกได้ว่าพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกครอบคลุมทั้งการฟัง การพูด การอ่านและการเขียนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีการสื่อสารผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดแสดงผลงาน โดยมีพฤติกรรมบ่งชี้ ดังแสดงในตาราง 1

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

อารยา คุ้มฉัตรกุล และคนอื่น ๆ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการเรียนรู้แบบปกติที่ส่งผลต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลอง พบว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองกลุ่มการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่ากลุ่มเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภรทิพย์ และคนอื่น ๆ (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยลักษณะการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องโครงสร้างอะตอมมีการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด ร่วมกับการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม พบว่า มีแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ธนกร อรรถนาววัฒน์ (2558) ได้จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงาน เป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง มีการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนและหลัง

เรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบประเมินความสามารถในการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ โดยครูและบุคคลทั่วไป เป็นผู้ประเมิน 2) แบบประเมินความสามารถในการทำงาน เป็นทีม โดยนักเรียนประเมินตนเอง เพื่อน เป็นผู้ประเมิน และครูเป็นผู้ประเมิน ซึ่งหลังการจัดการ เรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนอยู่ใน ระดับพอใช้ คือการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด องค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถใน ระดับดี คือ ภาษาและสิ่งแทนความ และระดับพอใช้ ในเรื่องของเนื้อหาและบริบท ส่วนการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ด้านการเขียน องค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถใน ระดับดี คือ ภาษา และระดับ พอใช้ คือ เนื้อหา บริบท และสิ่งแทนความ และนักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ใน ระดับดีอีกด้วย

ศิริรัตน์ เดชะแก้ว (2560) ได้จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนาทักษะ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบประสาท ระบบโครงร่างและการเคลื่อนไหว ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1.) การนำเข้าสู่เนื้อหา มีการสื่อการสอน ได้แก่ แบบจำลอง เกม คลิป เพื่อดำเนินกิจกรรมที่เน้นในลักษณะของกิจกรรมกลุ่ม 2.) การสืบค้น นอกห้องเรียน นักเรียนเรียนรู้นอกห้องเรียนด้วยตนเองและจัดบันทึกข้อสงสัยมาถามครูในห้องเรียน 3.) การพัฒนาองค์ความรู้นอกห้องเรียน ครูหมอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อ ถามเพื่อนลงใน Facebook แต่ละกลุ่มต้องเลือกตอบคำถามของเพื่อน 4.) การประยุกต์ใช้องค์ ความรู้ เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย นำเสนอหน้าชั้น เน้นให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้มา ประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งพบว่าเมื่อนักเรียนผ่านการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กล่าวมานั้น เกิดการพัฒนาทักษะ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและเขียน และสามารถใช้สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แผนผัง กราฟ หรือตาราง ร่วมกับการอธิบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Nonye, M., et al. (2012) ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษ ที่ 21 ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์โดยการประยุกต์ใช้หนังสือทำอาหารในการปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาการสกัดดีเอ็นเอจากจมูกข้าวสาลี มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ (5E) กับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการ แก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมปลาย ผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานร่วมกันผนวกไปกับกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะ (5E) ได้อย่างกลมกลืน นักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มี

การสื่อสารระหว่างเพื่อนในกลุ่มจนสามารถค้นหาคำตอบได้ และสามารถสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ในตารางและแผนภูมิภาพ เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

Lucy Mercer-Mapstone (2015) ได้ศึกษาทักษะหลักสำหรับวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพการสื่อสาร: ทรัพยากรการสอนสำหรับการศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาตรี ซึ่งการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่หลากหลายและสหวิทยาการและสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อทักษะที่เกี่ยวข้องได้รับการปรับให้เหมาะกับบริบททางการศึกษาที่เฉพาะเจาะจง มีแหล่งข้อมูลทางวิชาการเพียงไม่กี่แห่งเป็นแนวทางในการสอนการสื่อสารกับผู้ชมที่ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี การศึกษาวิธีการผสมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจว่าทักษะใดสำหรับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพของวิทยาศาสตร์กับผู้ชมที่ไม่ใช่ทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการสอนภายในระดับปริญญาตรี ประเทศออสเตรเลีย สิ่งนี้ทำเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างทรัพยากรการสอนสำหรับการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรี ประการแรก การวิจารณ์วรรณกรรมเชิงวิชาการอย่างกว้างขวางคือเสรีจลิน์เพื่อกลับกรอง 'ทักษะการสื่อสารหรือ 'องค์ประกอบ' โดยทั่วไปอ้างว่าเป็นศูนย์กลางการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพของวิทยาศาสตร์จากสาขาวิทยาศาสตร์การสื่อสารการศึกษาและการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ภายในบริบทของการสอน นักศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาตรีเพื่อสื่อสารกับผู้ชมที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นทรัพยากรการสอนแบบอิงหลักฐานเชิงประจักษ์: ทักษะหลักสำหรับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพซึ่งสะท้อนถึงทฤษฎีปัจจุบันและการปฏิบัติ ทรัพยากรนี้อาจใช้ในการสอนหรือเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารสำหรับนักศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาตรีในประเทศออสเตรเลียและที่อื่น ๆ

Cistema (2019) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมพบว่าหลักสูตรและการสอนส่งผลกับมโนทัศน์ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน(Plan) การลงมือปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และสะท้อนผล (Reflect) โดยผู้วิจัยจะได้นำเสนอรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. บริบทของห้องเรียน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. การวางแผน (plan)
2. การลงมือปฏิบัติ (action)
3. การสังเกต (observe)
4. การสะท้อนผล (reflect)

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสังกัดเทศบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 28 คน โดยใช้วิธีเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling)

บริบทของห้องเรียน

บริบทภายในห้องเรียนของโรงเรียนสังกัดเทศบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย โดยภาพรวมแล้วมีความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ห้องเรียนมีอากาศถ่ายเทสะดวก มีหน้าต่างให้เพื่อระบายอากาศและให้แสงเข้าอย่างเพียงพอ โต๊ะและเก้าอี้มีเพียงพอสำหรับนักเรียนทุกคน การจัดโต๊ะภายในห้องเรียนเป็นการจัดเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 5 - 6 คน มีโทรทัศน์ 1 เครื่อง มีกระดานไวท์บอร์ด 2 กระดานติดกัน

เครื่องมือวิจัย

1. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหลอมเหลวจำนวน 4 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแข็งตัว จำนวน 3 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การกลายเป็นไอ จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการควบแน่นจำนวน 4 ชั่วโมง

การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการจัดการกิจกรรม การเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง
1	การหลอมเหลว	การหลอมเหลว	4
2	การแข็งตัว	หวานเย็นแข็งเฉียบ	3
3	การกลายเป็นไอ	การระเหย	3
4	การควบแน่น	เมฆในขวดแก้ว	4
รวม			14

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไรประกอบด้วย

2.1 แบบบันทึกการเรียนรู้

2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน

1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการจัดกิจกรรม การเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

1.5 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา เพื่อรับข้อเสนอแนะ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ ในการสอน ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยที่อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน ครูประจำการที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานจำนวน 2 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51- 2.50คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ ต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความเหมาะสมมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.5 คะแนนและผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แผนแสดงในภาคผนวก ข

1.8 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้เพิ่มรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีการเชื่อมโยงการนำความรู้ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดหัวข้อในการบันทึก

2.2 พิจารณาหัวข้อแบบบันทึกโดยรวมให้ครอบคลุมทุกประเด็นที่ต้องการสะท้อนผล

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ ในการสอน ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยที่อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน ครูประจำการที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานจำนวน 2 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00 คะแนน	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50 คะแนน	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

2.51 - 3.50 คะแนน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 คะแนน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมน้อย

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความเหมาะสมมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.5 คะแนนและผลการประเมินแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แผนแสดงในภาคผนวก ค

2.4 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.5 สร้างแบบบันทึกสะท้อนผล

3. แบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดรายการพฤติกรรมที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสังเกต และกำหนดเกณฑ์การปฏิบัติ

3.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โครงสร้างและภาษาที่ใช้แล้ว ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะ

3.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตและความเหมาะสมของเกณฑ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง

3.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมในทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการการเก็บรวบรวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยประกอบไปด้วย 4 วงจรปฏิบัติการในการดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ว15101 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร พร้อมทั้งชี้แจงชุดประสงค์

2. ทดสอบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ก่อนจะเริ่มกระบวนการเรียนรู้

3. ดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การวางแผน (Plan)

3.2 การลงมือปฏิบัติ (Action)

3.3 การสังเกต (Observe)

3.4 การสะท้อนผล (Reflect)

4. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาพัฒนาและวางแผนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 2

5. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาพัฒนาและวางแผนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 3

6. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาพัฒนาและวางแผนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 4

7. นำข้อมูลที่เกิดขึ้นได้มาวิเคราะห์ และสรุปถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยคำถามวิจัย 2 ข้อ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการตอบคำถามวิจัยโดยอาศัยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ดังนี้

1. เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ถอดความข้อมูลที่รวบรวมได้ออกมาเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย จัดกลุ่มข้อมูลดิบว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามวิจัยได้

1.1 คำถามวิจัย 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ควรเป็นอย่างไร เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บ

รวบรวมได้จากแบบบันทึกการสะท้อนผล ที่มีความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง ในการให้ข้อมูลประเด็นเดียวกันและใช้เครื่องมือวิจัยเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Resource triangulation) คือ ผู้วิจัย และครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอน

1.2 คำถามวิจัย 2) เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร จะพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมได้จากการใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่า 1 ชนิด สำหรับเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Method triangulation) เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกพฤติกรรม การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาคัดเลือกข้อมูลดิบที่รวบรวมได้ว่าส่วนใดสามารถตอบคำถามวิจัยได้แล้วเก็บไว้ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยก็ตัดทิ้งไป

3. วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่คัดเลือกได้ โดยการดึงข้อมูลส่วนที่สำคัญออกมา ซึ่งข้อมูลที่คัดเลือกจากแบบบันทึกการเรียนรู้ที่มีการวิเคราะห์การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้าน คือ การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

4. รวมกลุ่มข้อมูล โดยข้อมูลที่มีรูปแบบเดียวกันให้จัดอยู่ในหมวดหมู่ (Category) เดียวกันเพื่อให้เกิดรูปแบบ (Pattern) ของข้อมูลที่ตกผลึกแล้วใช้ตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 กุมภาพันธ์ – 26 มีนาคม 2564 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบสะท้อนผล แบบสังเกตพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลเป็นเชิงคุณภาพตามคำถามวิจัยดังนี้

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร

ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การหลอมเหลว

1. ชั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหลอมเหลวจำนวน 4 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแข็งตัว จำนวน 3 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การกลายเป็นไอ จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการควบแน่นจำนวน 4 ชั่วโมง โดยมีการจัดการเรียนรู้ทุกวันพุธเวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีเวลา 08.30 - 09.30 น. และวันศุกร์เวลา 08.30 - 09.30 น. สำหรับ วงจรปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในวันพุธที่ 24 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 08.30 - 09.30 น. วันศุกร์ที่ 26 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 08.30 - 09.30 น. และวันเสาร์ที่ 27 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 08.30 - 09.30 น. (ในวันเสาร์ทางโรงเรียนมีการจัดการเรียนการสอนชดเชย) ซึ่งเป้าหมายที่สำคัญ

ของแผนการจัดการเรียนรู้คือการให้ผู้เรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างแบบจำลองการหลอมเหลวจากการดูการสัทธิการทดลองการละลายของน้ำแข็ง

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแผนวิจัย ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ชั้นสำรวจแนวคิด

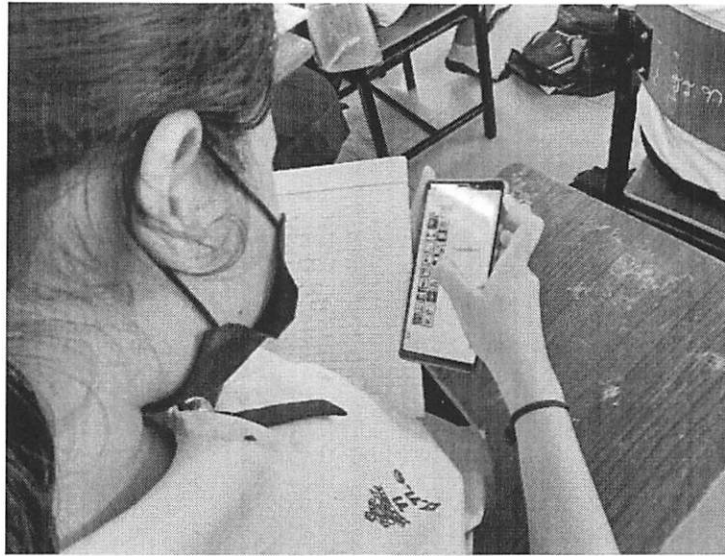
ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และสำรวจแนวคิดเดิมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยครูให้นักเรียนดูรูปภาพแล้วครูตั้งประเด็นคำถาม จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิดลงในใบกิจกรรมที่ 1

2.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

สำหรับชั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกับเพื่อน และให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เขียนบรรยายในใบกิจกรรมที่ 1 และครูสุ่มให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันต่อเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสสาร โดยการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสสาร จะไม่ทำให้เกิดสารใหม่ และทำให้สสารนั้นกลับสู่สภาพเดิมได้ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสสาร จะทำให้เกิดสารใหม่และทำให้กลับมาเป็นสารเดิมได้ยากหรือไม่ได้ ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนเกี่ยวกับรูปภาพในใบกิจกรรมที่ครูกำหนดให้

2.3 ชั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ชั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันสรุปข้อมูลจากการดูวิดีโอที่ครูเปิดให้และค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ พร้อมทั้งให้นำสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือจากการสืบค้นมาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่อง การหลอมเหลวมาเขียนสรุปความรู้ที่ได้ลงในใบกิจกรรม และสร้างแบบจำลองโดยวาดภาพหรือเขียนข้อความลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทางด้านการเขียนของนักเรียนจากการเขียนบันทึกความรู้ เรื่องการหลอมเหลว



ภาพ 1 แสดงค้นคว้าหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตของนักเรียน
2.4 ชี้นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มผลัดกันออกมานำเสนอแบบจำลองการหลอมเหลวของน้ำแข็ง และให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองที่นำเสนอ จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองที่ผ่านการนำเสนอแล้วไปอธิบายที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ ผู้เรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดจึงอธิบายไม่ได้ ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการสื่อสารทางด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูด อภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์



ภาพ 2 แสดงการออกมานำเสนอผลงานของนักเรียน

2.5 ชั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ชั้นนี้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาแบบจำลองของกลุ่มที่ร่วมกันสร้าง โดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง

- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองผู้เรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองอีกครั้งตามข้อจำกัดเพื่อทำให้แบบจำลองสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยให้ผู้เรียนนำเสนอแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้

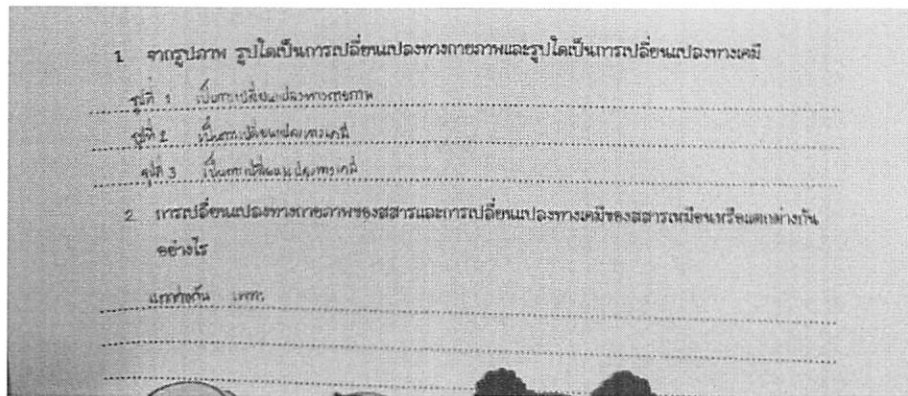
3. ชั้นสังเกต (Observe)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าเกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และสังเกตว่าการจัดการเรียนรู้ที่นั่นดีหรือไม่ ต้องปรับปรุงอย่างไร ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาจากแบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการบันทึกลงในเครื่องมือวิจัยในแต่ละครั้งหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวัน ซึ่งในแต่ละชั้นนี้ผู้วิจัยจะสังเกตตามชั้นการจัดการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ชั้นสำรวจแนวคิด

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในชั้นนี้เกิดปัญหาคือ ผู้เรียนบางคนไม่เขียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพจากรูปภาพที่กำหนดให้ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ในขณะนั้น คือ กระตุ้นและแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าใบกิจกรรมนี้จะต้องส่งท้ายชั่วโมงเพื่อทำการเก็บคะแนนการงาน จึงทำให้ผู้เรียนรีบตอบคำถามในใบกิจกรรม

หลังจากที่ผู้เรียนได้ตอบคำถามจากภาพที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนดูและได้ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนแนวคิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารพบว่า คำตอบของผู้เรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร และผู้เรียนบางส่วนยังไม่สามารถเขียนและพูดอธิบายคำถามเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพได้



ภาพ 3 แสดงการตอบคำถามของนักเรียน

3.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

ชั้นนี้ผู้วิจัยพบปัญหาก็คือ ในตอนแรกผู้วิจัยให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเอง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เขียนบรรยายในใบกิจกรรม และให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ ทำให้ผู้เรียนที่มีผลการเรียนดีจับกลุ่มกันเอง และผู้เรียนที่มีผลการเรียนอ่อนไปรวมกลุ่มกัน ทำให้ผู้เรียนที่มีผลการเรียนอ่อนไม่สามารถออกมากอภิปรายในแนวคิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารไม่ได้ ผู้วิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนโดยการแบ่งกลุ่มโดยการคละเด็กเก่ง กลาง อ่อน

3.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ในชั้นนี้ในตอนแรกที่ผู้วิจัยจะให้ผู้เรียนจับกลุ่มใหม่อีกครั้งตามการจับสลากคำ แต่เนื่องจากพบปัญหาจากชั้นที่แล้ว ผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนเป็นกลุ่มเดิมจากผู้วิจัยจับให้ในชั้นที่แล้ว และจากการเปิดวิดิทัศน์ให้นักเรียนดู นักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างดีและสามารถช่วยกันตอบคำถามจากการดูวิดิทัศน์ได้ และจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ช่วยกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร แต่ยังพบว่าผู้เรียนบางคนในกลุ่มไม่ช่วยเพื่อสืบค้นและยังไปก่อกรวนกลุ่มอื่น และผู้เรียนบางคนยังใช้สมาร์ทโฟนในการเล่นเกมที่ให้นำมาสืบค้นข้อมูล จึงทำให้แต่ละกลุ่มมีผู้เรียนเพียง 2 - 3 คนเท่านั้นที่จะช่วยกันสืบค้นหาข้อมูลและออกแบบการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเข้าไปติดตามการทำงานของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนช่วยกับสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างแบบจำลอง

3.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ชั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอแบบจำลองการหลอมเหลวที่ได้ ออกแบบไว้ จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันและแบ่งกันออกมานำเสนอได้เป็นอย่างดี แต่ยังพบว่าผู้เรียนบางคนไม่กล้าแสดงออกในการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยจึง

ช่วยกระตุ้นและสร้างบรรยากาศตอนนำเสนอให้มีความสุข มีการพูดคุยหยอกล้อให้ผู้เรียนไม่เกร็งในการนำเสนอจนเกินไป

หลังจากการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่มที่ได้ออกแบบแล้วนั้น ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำแบบจำลองของกลุ่มตนเองมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดจึงอธิบายไม่ได้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการสื่อสารกันภายในกลุ่มได้ดีขึ้น มีการแสดงความคิดเห็นกัน บางกลุ่มแบบจำลองสามารถอธิบายได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ไม่ครบถ้วน บางกลุ่มแบบจำลองไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้

3.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ขั้นนี้ผู้วิจัยสาธิตการทดลองการละลายของน้ำแข็งเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจนมากขึ้น ในตอนแรกผู้เรียนมีความตื่นเต้นและสนใจว่าผู้วิจัยจะสาธิตการทดลองเรื่องใด เมื่อผู้เรียนดูการสาธิตการทดลองไปสักระยะหนึ่ง ผู้เรียนเริ่มมีการพูดคุยและไม่สนใจดูการสาธิตการทดลอง ผู้วิจัยจึงกระตุ้นโดยใช้คำถามและเพิ่มความดึงดูดให้ผู้เรียนมาสนใจการสาธิตการทดลองมากขึ้น

หลังจากนั้น ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาเกี่ยวกับแบบจำลองของกลุ่มตนเองโดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองนักเรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองของตนเองพร้อมทั้งบอกจุดเด่น-จุดด้อยของแบบจำลองของตนเอง จากนั้นผู้เรียนกลุ่มอื่นและผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะ หลักจากนั้นทุกกลุ่มจะร่วมกันอภิปราย ซึ่งจากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนส่วนมากตั้งใจฟังการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายทั้งห้องค่อนข้างดีมาก แต่ยังมีปัญหาคือ ผู้เรียนแย่งกันตอบและอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นจึงส่งผลให้ได้ข้อสรุปล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้

นอกจากนี้จากการสะท้อนผลหลังการทำกิจกรรมของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเชิงบวกในด้านต่าง ๆ เช่น การร่วมมือกันที่จะช่วยกันออกแบบแบบจำลองของกลุ่มตนเอง มีการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบ เป็นต้น

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการเพื่อนำไปปรับปรุงแผนวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดตามขั้นการจัดการเรียนรู้ดังนี้

4.1 ขั้นสำรวจแนวคิด

การให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามจากรูปภาพที่ผู้สอนนำมาให้ดู พบว่า จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นได้ในการเรียนเพิ่มได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังคงมากเท่าใดนัก เพราะผู้เรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ไม่ตอบคำถามในใบกิจกรรม ผู้สอนต้องคอยกระตุ้นและแจ้งให้นักเรียนทราบว่าใบกิจกรรมจะต้องส่งท้ายชั่วโมง ผู้เรียนจึงจะพยายามทำและหาคำตอบ

4.2 ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

จากการสะท้อนผลพบว่า การจับกลุ่มของผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนนี้มีผลการเรียนอ่อนมีความกระตือรือร้นและช่วยกันหาแนวทางคำตอบได้ดีกว่าให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเอง ผู้เรียนที่มีผลการเรียนดีจะคอยกระตุ้นเพื่อนในกลุ่มให้ช่วยกันหาคำตอบ และช่วยกันนำเสนอคำตอบของตนเอง

4.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

สำหรับในขั้นนี้จากการสะท้อนผลพบว่า ส่วนมากผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาบ่อย บางกลุ่มไม่มีการสื่อสารมีแต่ผู้เรียนเพียง 2-3 ที่ช่วยกันสืบค้นและช่วยกันออกแบบแบบจำลอง เพราะสมาชิกบางคนไม่ช่วยกันค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม

4.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

จากการสะท้อนผลพบว่า ผู้เรียนทุกกลุ่มค่อนข้างที่จะให้ความร่วมมือกับกลุ่มของตนเองโดยมีการพูดคุย อภิปราย นำเสนอและช่วยกันนำแบบจำลองที่ออกแบบขึ้นมาอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ในใบกิจกรรม ช่วยกันคิดและมีการแสดงความคิดเห็น แต่ยังมีผู้เรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่ไม่ช่วยเพื่อนคิดแบบจำลองที่ออกแบบขึ้น

4.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

จากการสะท้อนผลพบว่า การสาธิตการทดลองเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นได้ดี และการสาธิตการทดลองต้องเป็นการทดลองที่ดึงดูดผู้เรียน มิเช่นนั้นจะทำให้ผู้เรียนไม่สนใจ และหันไปคุยกับเพื่อน และผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในช่วงให้ร่วมกันอภิปราย โดยแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอจุดเด่น-จุดด้อยของตนเอง

แต่อย่างไรก็ตามการที่ผู้วิจัยได้ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอทั้งหมด แล้วจึงให้ผู้เรียนทุกคนร่วมมือกันอภิปรายของแต่ละกลุ่มว่าควรปรับปรุงแบบจำลองอย่างไร พบว่า ผู้เรียนลิ้มแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม แต่เมื่อสอบถามความคิดเห็นเพื่อนำเสนอให้ปรับปรุงงานของแต่ละ

กลุ่มพบว่า ผู้เรียนไม่แสดงความคิดเห็น ซึ่งสาเหตุอาจจากผู้เรียนค่อนข้างเบื่อกัน และไม่อยากจะเกิดการโต้เถียงกันในกลุ่มอื่น อีกทั้งในช่วงนี้ส่วนมากผู้เรียนจะลืมนึกว่าแบบจำลองของเพื่อนกลุ่มอื่นเป็นแบบใด และช่วยกันสรุป พบว่ามีความวุ่นวายเกิดขึ้นเพราะผู้เรียนบางคนมีคำถาม ผู้เรียนบางคนแย้งกันตอบคำถามจากที่ผู้สอนได้ตั้งคำถามเพื่อนกระตุ้นให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป จึงทำหาข้อสรุปได้ช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้

นอกเหนือจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด พบว่าจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาไม่ตรงตามที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ คือจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ตั้งไว้ทั้งหมดคือ 4 ชั่วโมงแต่นำมาใช้จริงใช้เวลา 5 ชั่วโมง และปัญหาโดยภาพรวมคือ ผู้เรียนบางกลุ่มทำงานล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมหลังจากที่เลิกเรียน

บทบาทหน้าที่ของผู้วิจัย

ผู้วิจัยมีหน้าที่ในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนคละตามความสามารถ สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสร้างแนวคิด ผู้วิจัยได้ติดตามการทำงานและคอยกระตุ้นการทำงานของแต่ละกลุ่ม เพื่อผู้เรียนช่วยกันสืบค้นหาแนวคิดที่จะออกแบบแบบจำลองของกลุ่ม และทำการสอบถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสื่อสารกันเพื่อช่วยกันออกแบบแบบจำลอง และการนำเสนอของผู้เรียน ผู้วิจัยจะให้ข้อเสนอแนะและให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบแบบจำลองให้ดีที่สุด
วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 2 เรื่อง การแข่งตัว

1. ชั้นวางแผน (Plan)

ชั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการเรียนรู้ที่ 2 ตามการสะท้อนผลของวงจรถวายปฏิบัติกรที่ 1 โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมในชั้นการสอนดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแข่งตัว ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 4 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 3 – 6 มีนาคม 2564 โดยมีการจัดการเรียนรู้ทุกวันพุธเวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีเวลา 08.30 – 09.30 น. และวันศุกร์เวลา 08.30 – 09.30 น. สำหรับวงจรถวายปฏิบัติกรนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวันพุธที่ 3 มีนาคม 2564 เวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีที่ 4 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. วันศุกร์ที่ 5 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. และวันเสาร์ที่ 6 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. (ในวันเสาร์ทางโรงเรียนมีการจัดการเรียนการสอนชดเชย) โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจแนวคิด เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

สร้างกิจกรรมให้มีความแตกต่างจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยให้นักเรียนมีการแข่งขันกันตอบคำถาม ซึ่งพัฒนาจากการสะท้อนผลในวงปฏิบัติการที่ 1 ชั้นที่ 2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแผนวิจัย ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ชั้นสำรวจแนวคิด

ในชั้นนี้ผู้วิจัยถามคำถามจากรูปภาพในใบกิจกรรมและให้นักเรียนตอบคำถามแล้วเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสถานะจากรูปภาพทั้งสองรูปที่แตกต่างกัน ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดูแลให้คำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลที่นักเรียนทำร่วมกัน รวมถึงสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวและการแข็งตัว รวมทั้งสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดตอบคำถาม

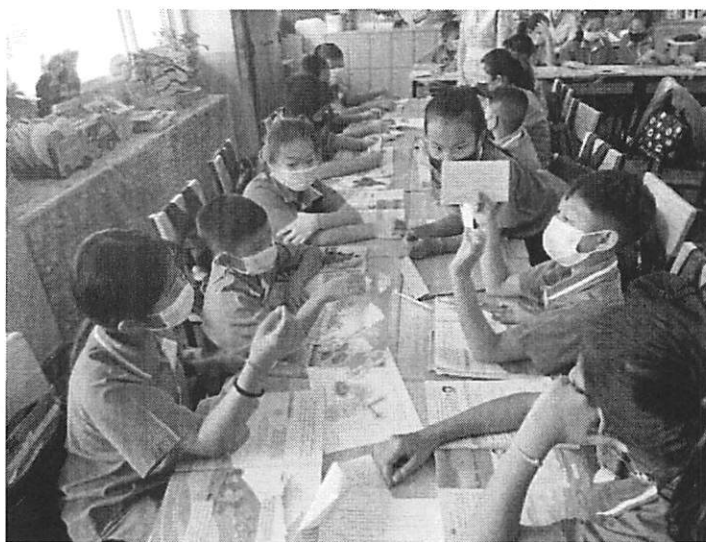
2.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

สำหรับชั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกับเพื่อน และให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เขียนบรรยายในใบกิจกรรมที่ 1 และครูสุ่มให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันต่อเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน จากนั้นโดยการเปลี่ยนแปลงในรูปที่ 1 เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารแบบการหลอมเหลว จะเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวเมื่อมีการเพิ่มความร้อน ส่วนรูปที่ 2 เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารแบบการแข็งตัว จะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนเกี่ยวกับรูปภาพในใบกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการฟังความคิดเห็นแนวคิดของเพื่อนในกลุ่มแนวคิดจากกลุ่มอื่น ๆ

2.3 ชั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ชั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันสืบค้นวิธีการทำหวานเย็นแข็งเจ็บบ จากอินเตอร์เน็ตและหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการทำหวานเย็นจากใบความรู้ที่ครูให้ และนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นที่ได้มาแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่มและออกแบบขั้นตอนการทำหวานเย็นโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการแข็งตัวในใบกิจกรรมที่ 2 หวานเย็นแข็งเจ็บบ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ใช้ใน

กิจกรรมที่ 1 หวานเย็นแข็ง นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 หวานเย็นแข็งเจี๊ยบ โดยปฏิบัติกิจกรรม สมาชิกในกลุ่มทุกคนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 3 ที่นักเรียนได้ช่วยกันออกอย่างละเอียดไว้ และร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนให้ครบถ้วนและถูกต้องทุกขั้นตอน จากนั้นบันทึกผลลงใน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง จากการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการสร้างแบบจำลองการแข็งตัวเป็นแผนภาพลงในใบกิจกรรม ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารของการทดลองหวานเย็นแข็งเจี๊ยบ โดยการวาดแผนภาพการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารลงในใบกิจกรรมที่ 3 ผู้วิจัยได้ดูแล ให้คำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่นักเรียนร่วมกันบรรทุกลงในใบกิจกรรม และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายผลการทดลองของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองหวานเย็นแข็งเจี๊ยบ และการเขียนผ่านใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อลงข้อสรุป และสร้างแบบจำลองโดยวาดภาพหรือเขียนข้อความลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทางด้านการเขียนของนักเรียนจากการเขียนบันทึกความรู้ เรื่องการหลอมเหลว



ภาพ 4 แสดงการค้นคว้าหาความรู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อนำมาสร้างแบบจำลอง

2. ช้่นนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มผลัดกันออกมานำเสนอแบบจำลองการหลอมเหลวของน้ำแข็ง และให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองที่นำเสนอ จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองที่ผ่านการนำเสนอแล้วไปอธิบายที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบกิจกรรม โดยให้

ผู้เรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ ผู้เรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดจึงอธิบายไม่ได้ ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการสื่อสารทางด้านการพูดผ่านพฤติกรรม การพูดอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ และการอ่านผ่านพฤติกรรมการศึกษาหาปรากฏการณ์ที่สามารถอธิบายแบบจำลองของกลุ่มตนเอง

2.5 ชั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ชั้นนี้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาแบบจำลองของกลุ่มที่ร่วมกันสร้าง โดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองผู้เรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองอีกครั้งตามข้อจำกัดเพื่อทำให้แบบจำลองสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยให้ผู้เรียนนำเสนอแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สังเกตการณ์สื่อสารทางด้านการพูดผ่านพฤติกรรม การพูดอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์

3. ชั้นสังเกต (Observe)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าเกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และสังเกตว่าการจัดการเรียนรู้ที่ดีหรือไม่ ต้องปรับปรุงอย่างไร ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาจากระบบบันทึกพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการบันทึกลงในเครื่องมือวิจัยในแต่ละครั้งหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวัน ซึ่งในแต่ละชั้นนี้ผู้วิจัยจะสังเกตตามชั้นการจัดการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ชั้นสำรวจแนวคิด

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในชั้นนี้เป็นชั้นสำรวจแนวคิด ผู้วิจัยได้สร้างความสนใจในการเรียน เรื่อง การแข็งตัว โดยการให้นักเรียนดูรูปภาพที่ผู้วิจัยเตรียมให้ และให้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารจากรูปภาพทั้ง 2 รูปว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างไร โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรมที่ 1 และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการ

เปลี่ยนแปลงสถานะของสสารของรูปภาพที่ผู้วิจัยกำหนดให้ทั้ง 2 รูป โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนผ่านการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1

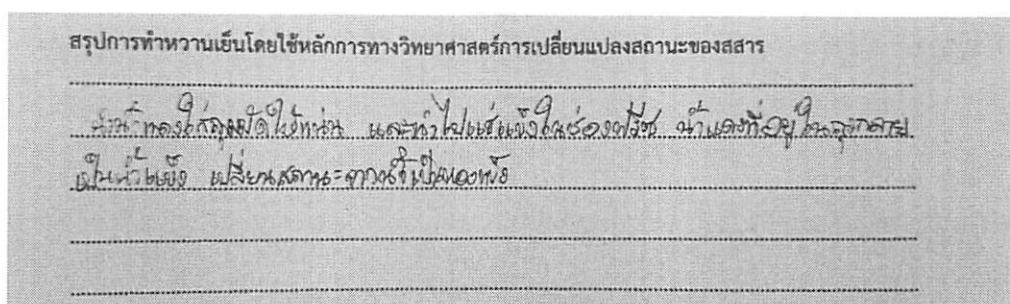
3.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

ชั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการหลอมเหลว และการแข็งตัว จากนั้นได้มีการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง กิจกรรมนี้แสดงให้เห็นถึงความกล้าแสดงออกของนักเรียน นักเรียนสามารถตอบได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่อง การหลอมเหลวและการแข็งตัว แตกต่างกันอย่างไร การที่ทำให้นักเรียนออกนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียนทำให้เพื่อนคนอื่น ๆ ตั้งใจดูและตอบคำถามมากกว่าการที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมหน้าห้องเรียนอย่างเห็นได้ชัด ทำให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้รับว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่

3.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำหวานเย็นจากใบความรู้และจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์วิธีการทำหวานเย็นแข็งเจ็บบ และนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มและออกแบบขั้นตอนการทำหวานเย็นแข็งเจ็บบ โดนอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการแข็งตัวในใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องที่ได้ศึกษาและนำสถานการณ์ที่ได้สืบค้นมาเปรียบเทียบกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้ลงในใบกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากคำถามที่ผู้วิจัยได้ถามไว้และจากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย เพื่อหาคำตอบ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองหวานเย็นแข็งเจ็บบจากอุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้ ตามการออกแบบการทดลองของแต่ละกลุ่ม ซึ่งในการทำการทดลองนักเรียนต้องร่วมกันกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐานการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 และร่วมกันปฏิบัติการทดลองให้ครบถ้วนตามที่ออกแบบ และนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการทดลองมาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการเรียน มีความกระตือรือร้นที่ได้ทำการทดลองและมีการอภิปรายผลกันภายในกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยช่วยกันทำการทดลอง มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเรื่อง การแข็งตัว ซึ่งขณะที่นักเรียนสร้างแบบจำลองผู้วิจัยได้สังเกตการณ์ทำงานและตรวจแบบจำลองของนักเรียน นักเรียนทั้ง 5 กลุ่มสามารถสร้าง

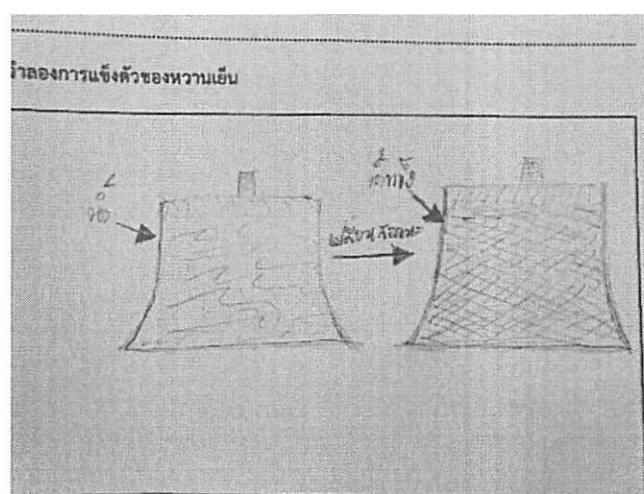
แบบจำลองเสร็จภายในชั่วโมงเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทางด้าน การพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นนั้นมีความ หลากหลาย และบางกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน



ภาพ 5 แสดงการเขียนสรุปขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงของการทำหวานเย็นจากการดู วิดีทัศน์

3.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอแบบจำลองการหลอมเหลวที่ได้ ออกแบบไว้ จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันและแบ่งกันออกมานำเสนอได้เป็น อย่างดี แต่ยังพบว่าผู้เรียนบางคนไม่กล้าแสดงออกในการมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยจึง ช่วยกระตุ้นและสร้างบรรยากาศตอนนำเสนอให้มีความสนุก มีการพูดคุยหยอกล้อให้ผู้เรียนไม่เกร็ง ในการนำเสนอจนเกินไป



ภาพ 6 แสดงแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะของการทำหวานเย็น

หลังจากการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่มที่ได้ออกแบบแล้วนั้น ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะต้องนำแบบจำลองของกลุ่มตนเองมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบ กิจกรรม โดยให้นักเรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัย กำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

จึงอธิบายไม่ได้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการสื่อสารกันภายในกลุ่มได้ดีขึ้น มีการแสดงความคิดเห็นกัน บางกลุ่มแบบจำลองสามารถอธิบายได้ แต่ยังอธิบายเหตุผลได้ไม่ครบถ้วน บางกลุ่มแบบจำลองไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้

3.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ขั้นนี้ผู้วิจัยสาธิตการทดลองการละลายของน้ำแข็งเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจนมากขึ้น ในตอนแรกผู้เรียนมีความตื่นเต้นและสนใจว่าผู้วิจัยจะสาธิตการทดลองเรื่องใด เมื่อผู้เรียนดูการสาธิตการทดลองไปสักระยะหนึ่ง ผู้เรียนเริ่มมีการพูดคุยและไม่สนใจดูการสาธิตการทดลอง ผู้วิจัยจึงกระตุ้นโดยใช้คำถามและเพิ่มความดึงดูดให้ผู้เรียนมาสนใจการสาธิตการทดลองมากขึ้น

หลังจากนั้น ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาเกี่ยวกับแบบจำลองของกลุ่มตนเอง โดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองนักเรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองของตนเองพร้อมทั้งบอกจุดเด่น-จุดด้อยของแบบจำลองของตนเอง จากนั้นผู้เรียนกลุ่มอื่นและผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะ หลักจากนั้นทุกกลุ่มจะร่วมกันอภิปราย ซึ่งจากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนส่วนมากตั้งใจฟังการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายทั้งห้องค่อนข้างดีมาก แต่ยังมีปัญหาคือ ผู้เรียนแย่งกันตอบและอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นจึงส่งผลให้ได้ข้อสรุปล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้

นอกจากนี้จากการสะท้อนผลหลังการทำกิจกรรมของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเชิงบวกในด้านต่าง ๆ เช่น การร่วมมือกันที่จะช่วยกันออกแบบแบบจำลองของกลุ่มตนเอง มีการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบ เป็นต้น

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการเพื่อนำไปปรับปรุงแผนวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดตามขั้นการจัดการเรียนรู้ดังนี้

4.1 ขั้นสำรวจแนวคิด

การให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามจากรูปภาพที่ผู้สอนนำมาให้ดู พบว่า จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นได้ในการเรียนเพิ่มได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังคงมากเท่าใดนัก เพราะผู้เรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ไม่ตอบคำถามในใบกิจกรรม ผู้สอนต้อง

คอยกระตุ้นและแจ้งให้นักเรียนทราบว่าใบกิจกรรมจะต้องส่งท้ายชั่วโมง ผู้เรียนจึงจะพยายามทำและหาคำตอบ

4.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

จากการสะท้อนผลพบว่า การจับกลุ่มของผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนนี้มีการเรียนอ่อนมีความกระตือรือร้นและช่วยกันหาแนวทางคำตอบได้ดีกว่าให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเอง ผู้เรียนที่มีผลการเรียนดีจะคอยกระตุ้นเพื่อนในกลุ่มให้ช่วยกันหาคำตอบ และช่วยกันนำเสนอคำตอบของตนเอง

4.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

สำหรับในขั้นนี้จากการสะท้อนผลพบว่า ส่วนมากผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาบ่อย บางกลุ่มไม่มีการสื่อสารมีแต่ผู้เรียนเพียง 2-3 ที่ช่วยกันสืบค้นและช่วยกันออกแบบแบบจำลอง เพราะสมาชิกบางคนไม่ช่วยกันค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม

4.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

จากการสะท้อนผลพบว่า ผู้เรียนทุกกลุ่มค่อนข้างที่จะให้ความร่วมมือกับกลุ่มของตนเองโดยมีการพูดคุย อภิปราย นำเสนอและช่วยกันนำแบบจำลองที่ออกแบบขึ้นมาอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดไว้ในใบกิจกรรม ช่วยกันคิดและมีการแสดงความคิดเห็น แต่ยังมีผู้เรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่ไม่ช่วยเพื่อนคิดแบบจำลองที่ออกแบบขึ้น

4.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

จากการสะท้อนผลพบว่า การสาธิตการทดลองเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นได้ดี และการสาธิตการทดลองต้องเป็นการทดลองที่ดึงดูดผู้เรียน มิเช่นนั้นจะทำให้ผู้เรียนไม่สนใจ และหันไปคุยกับเพื่อน และผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในช่วงให้ร่วมกันอภิปราย โดยแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอจุดเด่น-จุดด้อยของตนเอง

แต่อย่างไรก็ตามการที่ผู้วิจัยได้ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอทั้งหมด แล้วจึงให้ผู้เรียนทุกคนร่วมมือกันอภิปรายของแต่ละกลุ่มว่าควรปรับปรุงแบบจำลองอย่างไร พบว่า ผู้เรียนลิ้มแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม แต่เมื่อสอบถามความคิดเห็นเพื่อจะนำเสนอให้ปรับปรุงงานของแต่ละกลุ่มพบว่า ผู้เรียนไม่แสดงความคิดเห็น ซึ่งสาเหตุอาจจากผู้เรียนค่อนข้างเบื่อ และไม่ยากเกิดการโต้เถียงกันในกลุ่มอื่น อีกทั้งในช่วงนี้ส่วนมากผู้เรียนจะลิ้มว่าแบบจำลองของเพื่อนกลุ่มอื่นเป็นแบบใด และช่วยกันสรุป พบว่ามีความวุ่นวายเกิดขึ้นเพราะผู้เรียนบางคนมีคำถาม ผู้เรียนบางคนแย่งกันตอบคำถามจากผู้สอนได้ตั้งคำถามเพื่อนกระตุ้นให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป จึงทำหาคำสรุปได้ช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้

นอกเหนือจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด พบว่าจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาไม่ตรงตามที่คุณวิจัยคาดหวังไว้ คือจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ตั้งไว้ทั้งหมดคือ 4 ชั่วโมงแต่นำมาใช้จริงใช้เวลา 5 ชั่วโมง และปัญหาโดยภาพรวมคือ ผู้เรียนบางกลุ่มทำงานล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมหลังจากที่เลิกเรียน

บทบาทหน้าที่ของผู้วิจัย

ผู้วิจัยมีหน้าที่ในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนคละตามความสามารถ สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสร้างแนวคิด ผู้วิจัยได้ติดตามการทำงานและคอยกระตุ้นการทำงานของแต่ละกลุ่ม เพื่อผู้เรียนช่วยกันสืบค้นหาแนวคิดที่จะออกแบบแบบจำลองของกลุ่ม และทำการสอบถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสื่อสารกันเพื่อช่วยกันออกแบบแบบจำลอง และการนำเสนอของผู้เรียน ผู้วิจัยจะให้ข้อเสนอแนะและให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบแบบจำลองให้ดีที่สุด

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การกลายเป็นไอ

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการเรียนรู้ที่ 3 ตามการสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมในขั้นการสอนดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การกลายเป็นไอ ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 4 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 3 – 6 มีนาคม 2564 โดยมีการจัดการเรียนรู้ทุกวันพุธเวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีเวลา 08.30 – 09.30 น. และวันศุกร์เวลา 08.30 – 09.30 น. สำหรับวงจรปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวันพุธที่ 3 มีนาคม 2564 เวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีที่ 4 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. วันศุกร์ที่ 5 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. และวันเสาร์ที่ 6 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. (ในวันเสาร์ทางโรงเรียนมีการจัดการเรียนการสอนชดเชย) โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจแนวคิด เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง สร้างกิจกรรมให้มีความแตกต่างจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยให้นักเรียนมีการแข่งขันกันตอบคำถาม ซึ่งพัฒนาจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ขั้นที่ 3 ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแผนวิจัย ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ชั้นสำรวจแนวคิด

ในชั้นนี้ผู้วิจัยถามคำถามจากรูปภาพในใบกิจกรรมและให้นักเรียนตอบคำถามแล้วเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสถานะจากรูปภาพทั้งสองรูปที่แตกต่างกัน ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดูแลให้คำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลที่นักเรียนทำร่วมกัน รวมถึงสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวและการแข็งตัว รวมทั้งสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดตอบคำถาม

2.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

สำหรับชั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกับเพื่อน และให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เขียนบรรยายในใบกิจกรรมที่ 1 และครูสุ่มให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันต่อเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน จากนั้นโดยการเปลี่ยนแปลงในรูปที่ 1 เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารแบบการหลอมเหลว จะเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวเมื่อมีการเพิ่มความร้อน ส่วนรูปที่ 2 เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารแบบการแข็งตัว จะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนเกี่ยวกับรูปภาพในใบกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ และสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการฟังความคิดเห็นแนวคิดของเพื่อนในกลุ่ม แนวคิดจากกลุ่มอื่น ๆ

2.3 ชั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ชั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันสืบค้นวิธีการทำหวานเย็นแข็งเจ็บบ จากอินเทอร์เน็ตและหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการทำหวานเย็นจากใบความรู้ที่ครูให้ และนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นที่ได้มาแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่มและออกแบบขั้นตอนการทำหวานเย็นโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการแข็งตัวในใบกิจกรรมที่ 2 หวานเย็นแข็งเจ็บบ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในกิจกรรมที่ 1 หวานเย็นแข็ง นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 หวานเย็นแข็งเจ็บบ โดยปฏิบัติกิจกรรม สมาชิกในกลุ่มทุกคนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 3 ที่

นักเรียนได้ช่วยกันออกอย่างละเอียดไว้ และร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนให้ครบถ้วนและถูกต้องทุกขั้นตอน จากนั้นบันทึกผลลงใน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง จากการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการสร้างแบบจำลองการแข็งตัวเป็นแผนภาพลงในใบกิจกรรม ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารของการทดลองหวานเย็นแข็งเจี๊ยบ โดยการวาดแผนภาพการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารลงในใบกิจกรรมที่ 3 ผู้วิจัยได้ดูแล ให้คำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่นักเรียนร่วมกันบันทึกลงในใบกิจกรรม และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายผลการทดลองของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองหวานเย็นแข็งเจี๊ยบ และการเขียนผ่านใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อลงข้อสรุป และสร้างแบบจำลองโดยวาดภาพหรือเขียนข้อความลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทางด้านการเขียนของนักเรียนจากการเขียนบันทึกความรู้ เรื่องการกลายเป็นไอ

2.4 ขั้นนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มผลัดกันออกมานำเสนอแบบจำลองการหลอมเหลวของน้ำแข็ง และให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองที่นำเสนอ จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองที่ผ่านการนำเสนอแล้วไปอธิบายที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ ผู้เรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดจึงอธิบายไม่ได้ ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการณ์สื่อสารทางด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ และการอ่านผ่านพฤติกรรมการศึกษาหาปรากฏการณ์ที่สามารถอธิบายแบบจำลองของกลุ่มตนเอง



ภาพ 7 คลิปวิดีโอที่ผู้วิจัยเตรียมสำหรับให้นักเรียนศึกษาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

2.5 ชั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ชั้นนี้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาแบบจำลองของกลุ่มที่ร่วมกันสร้าง โดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองผู้เรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองอีกครั้งตามข้อจำกัดเพื่อทำให้แบบจำลองสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยให้ผู้เรียนนำเสนอแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้และสังเกตการสื่อสารทางด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์

3. ชั้นสังเกต (Observe)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าเกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และสังเกตว่าการจัดการเรียนรู้นั้นดีหรือไม่ ต้องปรับปรุงอย่างไร ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาจากแบบบันทึกพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการบันทึกลงในเครื่องมือวิจัยในแต่ละครั้งหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวัน ซึ่งในแต่ละชั้นนี้ผู้วิจัยจะสังเกตตามชั้นการจัดการเรียนรู้อย่างนี้

3.1 ชั้นสำรวจแนวคิด

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในขั้นนี้เป็นขั้นสำรวจแนวคิด ผู้วิจัยได้สร้างความสนใจในการเรียน เรื่อง การแข็งตัว โดยการให้นักเรียนดูรูปภาพที่ผู้วิจัยเตรียมให้ และให้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารจากรูปภาพทั้ง 2 รูปว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างไร โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรมที่ 1 และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารของรูปภาพที่ผู้วิจัยกำหนดให้ทั้ง 2 รูป โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนผ่านการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1

3.2 ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

ขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการหลอมเหลว และการแข็งตัว จากนั้นได้มีการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง กิจกรรมนี้แสดงให้เห็นถึงความกล้าแสดงออกของนักเรียน นักเรียนสามารถตอบได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่อง การหลอมเหลวและการแข็งตัว แตกต่างกันอย่างไร การที่ให้นักเรียนออกนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียนทำให้เพื่อนคนอื่น ๆ ตั้งใจและตอบคำถามมากกว่าการที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมหน้าห้องเรียนอย่างเห็นได้ชัด ทำให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้รับว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่

3.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำหวานเย็นจากใบความรู้และจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทำหวานเย็นแข็งเจี๊ยบ และนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มและออกแบบขั้นตอนการทำหวานเย็นแข็งเจี๊ยบ โดนอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการแข็งตัวในใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องที่ได้ศึกษาและนำสถานการณ์ที่ได้สืบค้นมาเปรียบเทียบกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้ลงในใบกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากคำถามที่ผู้วิจัยได้ถามไว้และจากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย เพื่อหาคำตอบ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองหวานเย็นแข็งเจี๊ยบจากอุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้ ตามการออกแบบการทดลองของแต่ละกลุ่ม ซึ่งในการทำการทดลองนักเรียนต้องร่วมกันกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐานการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 และร่วมกันปฏิบัติการทดลองให้ครบถ้วนตามที่ออกแบบ และนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่าการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการทดลองมาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมี

ความตื่นตัวในการเรียน มีความกระตือรือร้นที่ได้ทำการทดลองและมีการอภิปรายผลกันภายในกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยช่วยกันทำการทดลอง มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเรื่อง การแข็งตัว ซึ่งขณะที่นักเรียนสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยได้สังเกตการณ์ทำงานและตรวจแบบจำลองของนักเรียน นักเรียนทั้ง 5 กลุ่มสามารถสร้างแบบจำลองเสร็จภายในชั่วโมงเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นนั้นมีความหลากหลาย และบางกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน

3.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอแบบจำลองการหลอมเหลวที่ได้ ออกแบบไว้ จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันและแบ่งกันออกมานำเสนอได้เป็นอย่างดี แต่ยังพบว่าผู้เรียนบางคนไม่กล้าแสดงออกในการมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงช่วยกระตุ้นและสร้างบรรยากาศตอนนำเสนอให้มีความสนุก มีการพูดคุยหยอกล้อให้ผู้เรียนไม่เกร็งในการนำเสนอจนเกินไป

หลังจากการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่มที่ได้ออกแบบแล้วนั้น ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำแบบจำลองของกลุ่มตนเองมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด จึงอธิบายไม่ได้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการสื่อสารกันภายในกลุ่มได้ดีขึ้น มีการแสดงความคิดเห็นกัน บางกลุ่มแบบจำลองสามารถอธิบายได้ แต่ยังอธิบายเหตุผลได้ไม่ครบถ้วน บางกลุ่มแบบจำลองไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้

3.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ขั้นนี้ผู้วิจัยสาธิตการทดลองการละลายของน้ำแข็งเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจนมากขึ้น ในตอนแรกผู้เรียนมีความตื่นตัวและสนใจว่าผู้วิจัยจะสาธิตการทดลองเรื่องใด เมื่อผู้เรียนดูการสาธิตการทดลองไปสักระยะหนึ่ง ผู้เรียนเริ่มมีการพูดคุยและไม่สนใจดูการสาธิตการทดลอง ผู้วิจัยจึงกระตุ้นโดยใช้คำถามและเพิ่มความดึงดูดให้ผู้เรียนมาสนใจการสาธิตการทดลองมากขึ้น

หลังจากนั้น ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาเกี่ยวกับแบบจำลองของกลุ่มตนเองโดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง

- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองนักเรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองของตนเองพร้อมทั้งบอกจุดเด่น-จุดด้อยของแบบจำลองของตนเอง จากนั้นผู้เรียนกลุ่มอื่นและผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะ หลักจากนั้นทุกกลุ่มจะร่วมกันอภิปราย ซึ่งจากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนส่วนมากตั้งใจฟังการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายทั้งห้องค่อนข้างดีมาก แต่ยังพบปัญหาคือ ผู้เรียนแย่งกันตอบและอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นจึงส่งผลให้ได้ข้อสรุปล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้

นอกจากนี้จากการสะท้อนผลหลังการทำกิจกรรมของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนแสดงความเห็นเชิงบวกในด้านต่าง ๆ เช่น การร่วมมือกันที่จะช่วยกันออกแบบแบบจำลองของกลุ่มตนเอง มีการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบ เป็นต้น

4. ชั้นสะท้อนผล (Reflect)

ชั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการเพื่อนำไปปรับปรุงแผนวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดตามชั้นการจัดการเรียนรู้ดังนี้

4.1 ชั้นสำรวจแนวคิด

การให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามจากรูปภาพที่ผู้สอนนำมาให้ดู พบว่า จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นได้ในการเรียนเพิ่มได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังคงทำได้นัก เพราะผู้เรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ไม่ตอบคำถามในใบกิจกรรม ผู้สอนต้องคอยกระตุ้นและแจ้งให้นักเรียนทราบว่าใบกิจกรรมจะต้องส่งท้ายชั่วโมง ผู้เรียนจึงจะพยายามทำและหาคำตอบ

4.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

จากการสะท้อนผลพบว่า การจับกลุ่มของผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนนี้มีการเรียนอ่อนมีความกระตือรือร้นและช่วยกันหาแนวทางคำตอบได้ดีกว่าให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเอง ผู้เรียนที่มีผลการเรียนดีจะคอยกระตุ้นเพื่อนในกลุ่มให้ช่วยกันหาคำตอบ และช่วยกันนำเสนอคำตอบของตนเอง

4.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

สำหรับในชั้นนี้จากการสะท้อนผลพบว่า ส่วนมากผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาบ่อย บางกลุ่มไม่มีการสื่อสารมีแต่ผู้เรียนเพียง 2-3 ที่ช่วยกันสืบค้นและช่วยกันออกแบบแบบจำลอง เพราะสมาชิกบางคนไม่ช่วยกันค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม

4.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

จากการสะท้อนผลพบว่า ผู้เรียนทุกกลุ่มค่อนข้างที่จะให้ความร่วมมือกับกลุ่มของตนเองโดยมีการพูดคุย อภิปราย นำเสนอและช่วยกันนำแบบจำลองที่ออกแบบขึ้นมาอธิบาย

ปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ในใบกิจกรรม ช่วยกันคิดและมีการแสดงความคิดเห็น แต่ยังมีผู้เรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่ไม่ช่วยเพื่อนคิดแบบจำลองที่ออกแบบขึ้น

4.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

จากการสะท้อนผลพบว่า การสาธิตการทดลองเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นได้ดี และการสาธิตการทดลองต้องเป็นการทดลองที่ดึงดูดผู้เรียน มิเช่นนั้นจะทำให้ผู้เรียนไม่สนใจ และหันไปคุยกับเพื่อน และผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในช่วงให้ร่วมกันอภิปราย โดยแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอจุดเด่น-จุดด้อยของตนเอง

แต่อย่างไรก็ตามการที่ผู้วิจัยได้ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอทั้งหมด แล้วจึงให้ผู้เรียนทุกคนร่วมมือกันอภิปรายของแต่ละกลุ่มว่าควรปรับปรุงแบบจำลองอย่างไร พบว่า ผู้เรียนสืมแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม แต่เมื่อสอบถามความคิดเห็นเพื่อจะนำเสนอให้ปรับปรุงงานของแต่ละกลุ่มพบว่า ผู้เรียนไม่แสดงความคิดเห็น ซึ่งสาเหตุอาจจากผู้เรียนค่อนข้างเบือ และไม่อยากเกิดการโต้เถียงกันในกลุ่มอื่น อีกทั้งในช่วงนี้ส่วนมากผู้เรียนจะสืมว่าแบบจำลองของเพื่อนกลุ่มอื่นเป็นแบบใด และช่วยกันสรุป พบว่ามีความวุ่นวายเกิดขึ้นเพราะผู้เรียนบางคนมีคำถาม ผู้เรียนบางคนแย่งกันตอบคำถามจากผู้สอนได้ตั้งคำถามเพื่อนกระตุ้นให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป จึงทำการข้อสรุปได้ช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้

นอกเหนือจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด พบว่าจำนวนชั่วโมงในการจัดการเรียนรู้อาจไม่ตรงตามที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ คือจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อตามแผนที่ตั้งไว้ทั้งหมดคือ 4 ชั่วโมงแต่นำมาใช้จริงใช้เวลา 5 ชั่วโมง และปัญหาโดยภาพรวมคือ ผู้เรียนบางกลุ่มทำงานล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมหลังจากที่เลิกเรียน

บทบาทหน้าที่ของผู้วิจัย

ผู้วิจัยมีหน้าที่ในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนคละตามความสามารถ สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสร้างแนวคิด ผู้วิจัยได้ติดตามการทำงานและคอยกระตุ้นการทำงานของแต่ละกลุ่ม เพื่อผู้เรียนช่วยกันสืบค้นหาแนวคิดที่จะออกแบบแบบจำลองของกลุ่ม และทำการสอบถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสื่อสารกันเพื่อช่วยกันออกแบบแบบจำลองและการนำเสนอของผู้เรียน ผู้วิจัยจะให้ข้อเสนอแนะและให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบแบบจำลองให้ดีที่สุด

วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การควบแน่น

1. ชั้นวางแผน (Plan)

ชั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการเรียนรู้ที่ 3 ตามการสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 4 โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมในชั้นการสอนดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแข็งตัว ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 4 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 10 – 13 มีนาคม 2564 โดยมีการจัดการเรียนรู้ทุกวันพุธเวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีเวลา 08.30 – 09.30 น. และวันศุกร์เวลา 08.30 – 09.30 น. สำหรับวงจรปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวันพุธที่ 10 มีนาคม 2564 เวลา 13.30 - 14.30 น. วันพฤหัสบดีที่ 11 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. วันศุกร์ที่ 12 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. และวันเสาร์ที่ 13 มีนาคม 2564 เวลา 08.30 – 09.30 น. (ในวันเสาร์ทางโรงเรียนมีการจัดการเรียนการสอนชดเชย) โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจแนวคิด เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง สร้างกิจกรรมให้มีความแตกต่างจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยให้นักเรียนมีการแข่งขันกันตอบคำถามและมีการเสริมแรงทางบวกโดยมีการให้รางวัล ซึ่งพัฒนาจากการสะท้อนผลในวงปฏิบัติการที่ 2 ขั้นที่ 3 ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแผนวิจัย ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ขั้นสำรวจแนวคิด

ในชั้นนี้ผู้วิจัยถามคำถามจากรูปภาพในใบกิจกรรมและให้นักเรียนตอบคำถามแล้วเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสถานะจากรูปภาพทั้งสองรูปที่แตกต่างกัน ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดูแลให้คำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลที่นักเรียนทำร่วมกัน รวมถึงสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนเกี่ยวกับการกลายเป็นไอและการควบแน่น รวมทั้งสังเกตการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูดตอบคำถาม

2.2 ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

สำหรับชั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกับเพื่อน และให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เขียนบรรยายในใบกิจกรรมที่ 1 และครูสุ่มให้ตัวแทนแต่ละกลุ่ม

นำเสนอสิ่งที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันต่อเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน จากนั้นโดยการเปลี่ยนแปลงในรูปที่ 1 เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารแบบการกลายเป็นไอ จะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวเมื่อมีการเพิ่มความร้อน ส่วนรูปที่ 2 เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารแบบการควบแน่น จะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะจากไอเป็นของแข็ง ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการพูดและการเขียนผ่านพฤติกรรมกรรมการพูดอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนเกี่ยวกับรูปภาพในใบกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการฟังความคิดเห็นแนวคิดของเพื่อนกลุ่ม แนวคิดจากกลุ่มอื่น ๆ

2.3 ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันสืบค้นวิธีการเกิดเมฆ จากอินเทอร์เน็ตและหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเกิดเมฆจากใบความรู้ที่ครูให้ และนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นที่ได้มาแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่มและออกแบบขั้นตอนการเกิดเมฆ โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการควบแน่น ในใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในกิจกรรมที่ 1 เมฆในขวดแก้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 เมฆในขวดแก้ว โดยปฏิบัติกิจกรรม สมาชิกในกลุ่มทุกคนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 3 ที่นักเรียนได้ช่วยกันออกอย่างละเอียดไว้ และร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนให้ครบถ้วนและถูกต้องทุกขั้นตอน จากนั้นบันทึกผลลงใน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง จากการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะของการเกิดเมฆ เป็นแผนภาพลงในใบกิจกรรม ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารของการทดลองเมฆในขวดแก้ว โดยการวาดแผนภาพการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารลงในใบกิจกรรมที่ 3 ผู้วิจัยได้ดูแล ให้คำแนะนำ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่นักเรียนร่วมกันบันทึกลงในใบกิจกรรม และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านพฤติกรรมกรรมการพูดอภิปรายผลการทดลองของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลอง เมฆในขวดแก้ว และการเขียนผ่านใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อลงข้อสรุป และสร้างแบบจำลองโดยวาดภาพหรือเขียนข้อความลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการณ์สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทางการเขียนของนักเรียนจากการเขียนบันทึกความรู้ เรื่องการควบแน่น

2.4 ช้้นนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ในชั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มผลัดกันออกมานำเสนอแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารของเกิดเมฆในขวดแก้ว และให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองที่นำเสนอ จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองที่ผ่านการนำเสนอแล้วไปอธิบายที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ ผู้เรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดจึงอธิบายไม่ได้ ผู้วิจัยได้ดูแลและให้คำแนะนำแก่นักเรียน และสังเกตการสื่อสารทางด้านการพูดผ่านพฤติกรรม การพูดอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ และการอ่านผ่านพฤติกรรมการศึกษาหาปรากฏการณ์ที่สามารถอธิบายแบบจำลองของกลุ่มตนเอง



ภาพ 8 แสดงการนำปรากฏการณ์การเกิดวัฏจักรน้ำมาอธิบายแบบจำลอง

2.5 ชั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ชั้นนี้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาแบบจำลองของกลุ่มที่ร่วมกันสร้าง โดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองผู้เรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองอีกครั้งตามข้อจำกัดเพื่อทำให้แบบจำลองสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยให้ผู้เรียนนำเสนอแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้และสังเกตการณ์สื่อสารทางด้านการพูดผ่านพฤติกรรมการพูด อภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์

3. ขั้นสังเกต (Observe)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าเกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และสังเกตว่าการจัดการเรียนรู้ที่ดีหรือไม่ ต้องปรับปรุงอย่างไร ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาจากแบบบันทึกพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและครูประจำการจะทำการบันทึกลงในเครื่องมือวิจัยในแต่ละครั้งหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวัน ซึ่งในแต่ละขั้นนี้ผู้วิจัยจะสังเกตตามขั้นการจัดการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ขั้นสำรวจแนวคิด

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในขั้นนี้เป็นขั้นสำรวจแนวคิด ผู้วิจัยได้สร้างความสนใจในการเรียน เรื่อง ควบแน่น โดยการให้นักเรียนดูรูปภาพที่ผู้วิจัยเตรียมให้ และให้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารจากรูปภาพทั้ง 2 รูปว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างไร โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรมที่ 1 และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารของรูปภาพที่ผู้วิจัยกำหนดให้ทั้ง 2 รูป โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนผ่านการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1

3.2 ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

ขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการหลอมเหลว และการแข็งตัว จากนั้นได้มีการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง กิจกรรมนี้แสดงให้เห็นถึงความกล้าแสดงออกของนักเรียน นักเรียนสามารถตอบได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่อง การหลอมเหลวและการแข็งตัว แตกต่างกันอย่างใด การที่ให้นักเรียนออกนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียนทำให้เพื่อนคนอื่น ๆ ตั้งใจดูและตอบคำถามมากกว่าการที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมหน้าห้องเรียนอย่างเห็นได้ชัด ทำให้เกิดการทบทวนความรู้ที่ได้รับว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่

3.3 ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำหวานเย็นจากใบความรู้และจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์วิธีการทำ

หวานเย็นแข็งเจี๊ยบ และนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มและ ออกแบบขั้นตอนการทำหวานเย็นแข็งเจี๊ยบ โดนอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลง สถานะของสสาร เรื่องการควบแน่นในใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย เรื่องที่ได้ศึกษาและนำเสนอสถานการณ์ที่ได้สืบค้นมาเปรียบเทียบกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุป ความรู้ที่ได้ลงในใบกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากคำถามที่ผู้วิจัยได้ถามไว้และจากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกัน อภิปราย เพื่อหาคำตอบ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเมฆในขวดแก้ว จากอุปกรณ์ที่ครู เตรียมให้ ตามการออกแบบการทดลองของแต่ละกลุ่ม ซึ่งในการทำการทดลองนักเรียนต้องร่วมกัน กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐานการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 และร่วมกันปฏิบัติการทดลองให้ ครบถ้วนตามที่ออกแบบ และนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลอง อภิปรายผลและ สรุปผลการทดลอง ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำ การทดลองมาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการเรียน มีความ กระตือรือร้นที่ได้ทำการทดลองและมีการอภิปรายผลกันภายในกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรมโดยช่วยกันทำการทดลอง มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน และอภิปรายร่วมกันภายใน กลุ่มเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเรื่อง การแข็งตัว ซึ่งขณะที่นักเรียนสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยได้สังเกตการณ์ทำงานและตรวจแบบจำลองของนักเรียน นักเรียนทั้ง 5 กลุ่มสามารถสร้าง แบบจำลองเสร็จภายในชั่วโมงเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทางด้าน การพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นนั้นมีความ หลากหลาย และบางกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน

3.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ชั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอแบบจำลองการหลอมเหลวที่ได้ ออกแบบไว้ จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการเขียนแบบจำลองไม่ชัดเจน และยังไม่สามารถนำ แบบจำลองมาอธิบายปรากฏการณ์ได้ตรงประเด็นเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงช่วยกระตุ้นโดยใช้คำถามและ ให้นักเรียนเกิดแนวคิด และประเด็นที่จะนำไปปรับปรุงแบบจำลอง

หลังจากการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่มที่ได้ออกแบบแบบแล้วนั้น ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะต้องนำแบบจำลองของกลุ่มตนเองมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบ กิจกรรม โดยให้นักเรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัย กำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด จึงอธิบายไม่ได้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการสื่อสารกันภายในกลุ่มได้ดีขึ้น มีการแสดงความคิดเห็นกัน

บางกลุ่มแบบจำลองสามารถอธิบายได้ แต่ยังอธิบายเหตุผลได้ไม่ครบถ้วน บางกลุ่มแบบจำลองไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้

3.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ขั้นนี้ผู้วิจัยสาริตการทดลองการละลายของน้ำแข็งเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจนมากขึ้น ในตอนแรกผู้เรียนมีความตื่นเต้นและสนใจว่าผู้วิจัยจะสาริตการทดลองเรื่องใด เมื่อผู้เรียนดูวิดีโอทัศน์การเกิดวัฏจักรน้ำ โดยวิดีโอทัศน์มีสีสันสดใสและเป็นการดูจริงกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยระหว่างที่ให้นักเรียนดูผู้วิจัยใช้คำถามและเพิ่มความดึงดูดให้ผู้เรียนมาสนใจการดูวิดีโอทัศน์มากขึ้น

หลังจากนั้น ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาเกี่ยวกับแบบจำลองของกลุ่มตนเอง โดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการหลอมเหลวได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองนักเรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองของตนเองพร้อมทั้งบอกจุดเด่น-จุดด้อยของแบบจำลองของตนเอง จากนั้นผู้เรียนกลุ่มอื่นและผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะ หลักจากนั้นทุกกลุ่มจะร่วมกันอภิปราย ซึ่งจากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนส่วนมากตั้งใจฟังการนำเสนอแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายทั้งห้องค่อนข้างดีมาก แต่ยังมีปัญหาคือ ผู้เรียนแย้งกันตอบและอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นจึงส่งผลให้ได้ข้อสรุปล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้

นอกจากนี้จากการสะท้อนผลหลังการทำกิจกรรมของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเชิงบวกในด้านต่าง ๆ เช่น การร่วมมือกันที่จะช่วยกันออกแบบแบบจำลองของกลุ่มตนเอง มีการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบ เป็นต้น

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการเพื่อนำไปปรับปรุงแผนวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดตามขั้นการจัดการเรียนรู้ดังนี้

4.1 ขั้นสำรวจแนวคิด

การให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามจากรูปภาพที่ผู้สอนนำมาให้ดู พบว่า จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นได้ในการเรียนเพิ่มได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังคงมากเท่าใดนัก เพราะผู้เรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ไม่ตอบคำถามในใบกิจกรรม ผู้สอนต้องคอยกระตุ้นและแจ้งให้นักเรียนทราบว่าใบกิจกรรมจะต้องส่งท้ายชั่วโมง ผู้เรียนจึงจะพยายามทำ

และหาคำตอบและมีการเสริมแรงทางบวก โดยมีของรางวัลให้กับนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมเสร็จเป็นกลุ่มแรก

4.2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

จากการสะท้อนผลพบว่า การจับกลุ่มของผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนมีผลการเรียนอ่อน มีความกระตือรือร้นและช่วยกันหาแนวทางคำตอบได้ดีกว่าให้ผู้เรียนจับกลุ่มกันเอง ผู้เรียนที่มีผลการเรียนดีจะคอยกระตุ้นเพื่อนในกลุ่มให้ช่วยกันหาคำตอบ และช่วยกันนำเสนอคำตอบของตนเองและมีการตอบคำถามโดยใช้คำทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

4.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

สำหรับในขั้นนี้จากการสะท้อนผลพบว่า ผู้เรียนมีความสนใจในการทำการทดลอง มีความกระตือรือร้นที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้เรียนบางกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน มีการวางแผนสื่อสารพูดคุยในการทำกิจกรรม แต่จะมีบางกลุ่มที่ไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการทำกิจกรรมทำให้ทำกิจกรรมช้ากว่ากลุ่มอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงต้องคอยเดินดูแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมและคอยกระตุ้นบอกเวลาที่เหลือในการทำกิจกรรม

4.4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

จากการสะท้อนผลพบว่า ผู้เรียนทุกกลุ่มค่อนข้างที่จะให้ความร่วมมือกับกลุ่มของตนเองโดยมีการพูดคุย อภิปราย นำเสนอและช่วยกันนำแบบจำลองที่ออกแบบขึ้นมาอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ในใบกิจกรรม ช่วยกันคิดและมีการแสดงความคิดเห็น แต่ยังมีผู้เรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่ไม่ช่วยเพื่อนคิดแบบจำลองที่ออกแบบขึ้น

4.5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

จากการสะท้อนผลพบว่า การสาธิตการทดลองเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นได้ดี และการสาธิตการทดลองต้องเป็นการทดลองที่ดึงดูดผู้เรียน มิเช่นนั้นจะทำให้ผู้เรียนไม่สนใจ และหันไปคุยกับเพื่อน และผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในช่วงให้ร่วมกันอภิปราย โดยแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอจุดเด่น-จุดด้อยของตนเอง

แต่อย่างไรก็ตามการที่ผู้วิจัยได้ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอทั้งหมด แล้วจึงให้ผู้เรียนทุกคนร่วมมือกันอภิปรายของแต่ละกลุ่มว่าควรปรับปรุงแบบจำลองอย่างไร พบว่า ผู้เรียนลิ้มแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม แต่เมื่อสอบถามความคิดเห็นเพื่อจะนำเสนอให้ปรับปรุงงานของแต่ละกลุ่มพบว่า ผู้เรียนไม่แสดงความคิดเห็น ซึ่งสาเหตุอาจจากผู้เรียนค่อนข้างเบื่อ และไม่อยากเกิดการโต้เถียงกันในกลุ่มอื่น อีกทั้งในช่วงนี้ส่วนมากผู้เรียนจะลืมนำแบบจำลองของเพื่อนกลุ่มอื่นเป็นแบบใด และช่วยกันสรุป พบว่ามีความวุ่นวายเกิดขึ้นเพราะผู้เรียนบางคนมีคำถาม ผู้เรียนบางคนแย้งกัน

ตอบคำถามจากผู้สอนได้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป จึงทำหาคือสรุปได้ช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้

นอกเหนือจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด พบว่าจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาไม่ตรงตามที่คุณวิจัยคาดหวังไว้ คือจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ตั้งไว้ทั้งหมดคือ 4 ชั่วโมงแต่นำมาใช้จริงใช้เวลา 5 ชั่วโมง และปัญหาโดยภาพรวมคือ ผู้เรียนบางกลุ่มทำงานล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมหลังจากที่เลิกเรียน

บทบาทหน้าที่ของผู้วิจัย

ผู้วิจัยมีหน้าที่ในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนคละตามความสามารถ สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสร้างแนวคิด ผู้วิจัยได้ติดตามการทำงานและคอยกระตุ้นการทำงานของแต่ละกลุ่ม เพื่อผู้เรียนช่วยกันสืบค้นหาแนวคิดที่จะออกแบบแบบจำลองของกลุ่ม และทำการสอบถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสื่อสารกันเพื่อช่วยกันออกแบบแบบจำลอง และการนำเสนอของผู้เรียน ผู้วิจัยจะให้ข้อเสนอแนะและให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบแบบจำลองให้ดีที่สุด

ตาราง 4 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 1 ชั้นสำรวจแนวคิด

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่2	วงจรปฏิบัติการที่3	วงจรปฏิบัติการที่4
ข้อดี	จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปภาพกระตุ้นความสนใจ และให้นักเรียนเปรียบเทียบและตอบคำถามจากรูปภาพ	จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปภาพ และตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจจากวงจรปฏิบัติการที่1 โดยมี การแข่งขันตอบคำถามกำหนดเวลาในการส่งใบกิจกรรม	จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปภาพ ที่เป็นสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน และนำเสนอ	
ข้อเสีย	นักเรียนบางกลุ่มมีพฤติกรรมที่ไม่คิดหาปัญหา และไม่เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม	คำถามที่ใช้มีความคลุมเครือไม่ชัดเจน และรูปภาพไม่ดึงดูดความสนใจ		
แนวทางการปรับปรุง	กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำถาม และกำหนดเวลาเก็บใบกิจกรรม	ตั้งคำถามให้มีความชัดเจน และเหมาะสมกับเนื้อหา		

การจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 1 การสำรวจแนวคิด ได้ออกแบบกิจกรรมที่มีการใช้รูปภาพในการกระตุ้นการสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ3 ได้ออกแบบกิจกรรมที่คล้ายคลึงกัน โดยมีการปรับเปลี่ยนรูปภาพ และคำถามให้นำสนใจตามลำดับในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3

ตาราง 5 แสดงรูปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
ข้อดี	นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตอบคำถามโดยการเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และสามารถนำเสนอแนวคำตอบของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน	นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตอบคำถามโดยเขียนลงในใบกิจกรรมและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และสามารถนำเสนอแนวคำตอบของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน และให้นักเรียน และเขียนหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม	นักเรียนตอบคำถามเขียนอธิบายลงใบกิจกรรมที่มีรายละเอียดและเชื่อมโยงกับคำถาม และได้นำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนได้มากขึ้น	
ข้อเสีย	นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือ และการเขียนแนวทางคำตอบของนักเรียนบางกลุ่มจับใจความสำคัญไม่ได้ มีความคลาดเคลื่อนในเนื้อหา ไม่กล้าออกมาพูดนำเสนอแนวคิด	นักเรียนตอบคำถามสั้นๆ นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดสั้นๆ ไม่มีการอภิปรายเพิ่มเติม		
แนวทางการปรับปรุง	ให้นักเรียนเขียนหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มลงในใบกิจกรรมและกระตุ้นใ้โดนใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิด และร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อแนวคิด	แนะนำแนวทางคำตอบวิธีการนำเสนอ และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงแนวคิดของตนเอง		

ชั้นที่ 2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

การจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิดของนักเรียน เป็นขั้นที่สืบเนื่องต่อมาจากขั้นสำรวจแนวคิดของนักเรียน เมื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง นำแนวคิดที่ได้มาประเมิน โดยมีการนำเสนอแนวคิดที่ได้ตอบคำถามลงในใบกิจกรรม และมีการอภิปรายคำตอบร่วมกัน ซึ่งคำถามที่จะประเมินและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถออกมานำเสนอได้จะต้องมีความชัดเจนไม่คลุมเครือ และมีการกำหนดเวลาในการพูดนำเสนอหน้าห้องเรียน ซึ่งการสรุปและตอบคำถาม มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น และนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อฝึกฝนและพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนและการพูดของนักเรียน

ตาราง 6 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 3 ชั้นรวบรวมข้อมูลและสร้างแบบจำลอง

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
ข้อดี	จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีทัศน์ให้นักเรียนศึกษา นักเรียนมีความสนใจ และนักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการดูวิธีทัศน์มาเชื่อมโยงกับเนื้อหาและตอบคำถามลงในใบกิจกรรมได้	จัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลอง นักเรียนมีความสนใจ และกระตือรือร้นมากกว่า การดูวิธีทัศน์ และกระตือรือร้นในการหาคำตอบ	จัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลอง โดยครูอธิบายวิธีการทดลอง ให้ชัดเจน นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่ในการทดลอง	นักเรียนเขียน อภิปรายผลการทดลองและสรุปผลได้ไม่ชัดเจน
ข้อเสีย	นักเรียนเขียนแบบจำลอง ออกในรูปแบบที่หลากหลาย บางกลุ่มในรูปแบบของข้อความ บางกลุ่มวาดภาพ	การทดลองใช้เวลานาน ไม่สามารถสรุปการทดลองได้ในชั่วโมง การเขียนและสรุปผลการทดลองได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์ของการทดลอง	นักเรียนเขียนแบบจำลองได้ไม่ชัดเจน เขียนไม่ครบองค์ประกอบ	
แนวทางการปรับปรุง	ใช้การทดลองที่เห็นได้ชัด มาจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน	ยกตัวอย่างการเขียนสรุปผลการทดลอง และให้นักเรียนเขียนหน้าของสมาชิกแต่ละคนลงในใบกิจกรรม	ยกตัวอย่างการเขียนแบบจำลองว่าแบบจำลองสามารถเขียนออกมาได้ในรูปแบบใดบ้าง	

จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 ชั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองเป็นขั้นที่ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมขึ้นเอง โดนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีการทดลองที่หลากหลายเพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ชัดเจนจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม การสืบค้นข้อมูล การทำการทดลอง นี่ทำให้นักเรียนมีความตื่นเต้น กระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีการสื่อสารโต้ตอบกันภายในกลุ่ม มีการร่วมกันทำงานเป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในการนำมาสร้างแบบจำลองให้ประสบความสำเร็จ มีการเรียนรู้ไปพร้อมๆกัน และสามารถอธิบายเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล ให้คำแนะนำ และสังเกตพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการอ่านบทความ ใบความรู้ที่ได้จากการสืบค้น การพูดแสดงความคิดเห็น การนำเสนอหน้าเรียน

ตาราง 7 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 4 ชั้นนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่2	วงจรปฏิบัติการที่3	วงจรปฏิบัติการที่4
ข้อดี	จัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ใกล้ตัวของนักเรียนมาอธิบายแบบจำลอง	นักเรียนมีการสื่อสาร ออกความคิดเห็น ช ่ ว ย กั น ห า ม า อธิบายปรากฏการณ์ที่สามารถนำมาอธิบายแบบจำลองของตน	นักเรียนสามารถนำปรากฏการณ์ที่อยู่ใกล้ตัว มาอธิบายแบบจำลอง ได้ชัดเจนขึ้น	นักเรียนสามารถนำแบบจำลองมาอธิบายปรากฏการณ์การได้ชัดเจน
ข้อเสีย	นักเรียนบางกลุ่มมีพฤติกรรมที่ไม่คิดหาปัญหา และไม่เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม	นักเรียนบางคนในกลุ่ม ไม่ได้เสนอความคิดเห็นของตนเอง	คำถามและปรากฏการณ์ของนักเรียนบางคนยังไม่สอดคล้องกับแบบจำลอง	
แนวทางการปรับปรุง	กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำถามและกำหนดเวลาเก็บใบกิจกรรม	ให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามและค้นหาปรากฏการณ์ที่ตัวเองคนหามาคนละ 1 อย่าง และเขียนลงในใบคำตอบ ให้เลือกปรากฏการณ์ที่สามารถอธิบายได้มากที่สุด	กระตุ้นให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ และให้ร่วมกันอธิบายปรากฏการณ์ให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจชัดเจน	

ชั้นที่ 4 ชั้นนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 ชื่อนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ ในชั้นนี้เป็นชั้นที่นักเรียนจะต้องนำปรากฏการณ์จากการฟังเรื่องราว การอ่านปรากฏการณ์ จากการสืบค้น มาอธิบายแบบจำลองของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องสรุปปรากฏการณ์ต่าง ๆ และนำแบบจำลองมาอธิบายปรากฏการณ์ มีการสอดคล้องและสามารถอธิบายได้หรือไม่ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนศึกษา จากการฟังเรื่องราว การดูคลิป การอ่านปรากฏการณ์จากสืบค้นของแต่ละกลุ่ม และผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนบันทึกความรู้ ที่สามารถนำมาอธิบายแบบจำลองของกลุ่มตนเอง

ตาราง 8 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ชั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
ข้อดี	จัดการเรียนรู้โดยใช้การสาธิตการทดลองให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการดูการสาธิตการทดลอง	การดูวิดีโอที่เป็นภาพการ์ตูนการสาธิตการทดลองนักเรียนมีความสนใจในการดู และสามารถนำความรู้มาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองได้	แบบจำลองของนักเรียนมีความสมบูรณ์มากขึ้น	
ข้อเสีย	การทดลองไม่น่าสนใจมากพอ นักเรียนสนใจได้ไม่นาน	บางกลุ่มใช้เวลาปรับปรุงแบบจำลองนานเกินเวลาที่กำหนด		
แนวทางการปรับปรุง	ใช้วิดีโอเป็นภาพการ์ตูนที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเข้ามาให้นักเรียนสนใจมากขึ้น	ครูแจ้งเวลาที่เหลือในการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเป็นระยะ		

ชั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 5 ชั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้มีการสรุปแนวคิดของนักเรียนจากการดูการสาธิตการทดลอง การดูวิดีโอ เพื่อให้นักเรียนสรุปความรู้และนำมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง โดยผู้วิจัยได้มีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ศึกษามา และให้นักเรียนแก้ไขแบบจำลองของกลุ่มในการนำเอาความรู้ที่ได้จากการดูวิดีโอมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง และมานำเสนอแบบจำลองที่แก้ไขสมบูรณ์แล้วมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยผู้วิจัยไม่ต้องมีการบรรยายในห้องอีก ทำให้ในห้องเรียนไม่ต้องเสียเวลาในการสอนเนื้อหามากเกินไปโดยสามารถใช้เวลามากขึ้นสำหรับทำกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแลให้คำแนะนำ และสังเกตพฤติกรรม การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการเขียนแบบจำลอง และการพูดอภิปรายแสดงความคิดเห็น และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

คำถามวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูด ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่าน และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย 2 ชนิด ได้แก่ แบบบันทึกพฤติกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรม การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ข้อค้นพบหลัก คือ นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน และการเขียน โดยสามารถสื่อสารเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการนำเสนอ การพูด การอภิปรายและมีการแสดงความคิดเห็นได้อย่างถูกต้อง สามารถอธิบายเหตุผล และมีการให้เหตุผลในการประกอบการอธิบาย นักเรียนนำเสนอข้อมูลได้ตรงตามประเด็น และครอบคลุมเนื้อหา สามารถใช้ภาษาในการสื่อสารทำให้ผู้ฟังเกิดความเข้าใจได้โดยง่าย และสามารถใช้อำนาจเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและสามารถใช้แบบจำลองความคิดทางวิทยาศาสตร์ แผนผัง ตาราง ร่วมในการนำเสนอและอธิบาย ซึ่งผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 9 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
นักเรียนจับใจความ	นักเรียนจับใจความ	นักเรียนจับใจความ	นักเรียนจับใจความ
สำคัญจากการฟัง	สำคัญจากการฟัง	สำคัญจากการฟัง	สำคัญจากการฟัง
เรื่องราว หรือคำ	เรื่องราว หรือคำ	เรื่องราว หรือคำ	เรื่องราว หรือคำ
ชี้แจงได้ไม่ครบถ้วน	ชี้แจงได้ครบถ้วน	ชี้แจงได้ครบถ้วน	ชี้แจงได้ครบถ้วน
และปฏิบัติตามได้ไม่	และปฏิบัติตามได้	และปฏิบัติตามได้	และปฏิบัติตามได้
ถูกต้อง	ถูกต้องเป็นบางครั้ง	ถูกต้อง	ถูกต้อง และมีการ นำเสนอความ คิดเห็นของตนเอง

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนจับใจความสำคัญจากการฟังเรื่องราว หรือคำชี้แจงได้ไม่ครบถ้วน และปฏิบัติตามได้ไม่ถูกต้อง และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังมากขึ้น คือ นักเรียนจับใจความสำคัญจากการฟังเรื่องราว หรือคำชี้แจงได้ครบถ้วน และปฏิบัติตามได้ถูกต้อง และมีการนำเสนอความคิดเห็นของตนเอง

ตาราง 10 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
การอภิปรายและแสดงความคิดเห็น			
นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มน้อย เนื้อหาที่ร่วมกันอภิปรายมีทั้งส่วนที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง และมีการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลในบางครั้ง	นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม เนื้อหาที่ร่วมกันอภิปรายมีทั้งส่วนที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง และมีการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลมากขึ้น	นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม เนื้อหาที่ร่วมกันอภิปรายมีความถูกต้อง และมี การให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลมากขึ้น	นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม เนื้อหาที่ร่วมกันอภิปรายมีความถูกต้อง และมี การให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลมากขึ้น อย่างสม่ำเสมอ
การนำเสนอ			
นักเรียนมีการนำเสนอไม่ถูกต้องและไม่ตรงประเด็น และไม่มีการเกริ่นนำก่อนที่จำนำเข้าสู่เนื้อหา และไม่มีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอ	นักเรียนมีการนำเสนอ ได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุม มีการเกริ่นนำก่อนที่จำนำเข้าสู่เนื้อหา และมีการใช้คำ ศ พ ท ์ ท ำ ง	นักเรียนมีการนำเสนอ ได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุม มีการเกริ่นนำก่อนที่จำนำเข้าสู่เนื้อหา และมีการใช้คำศัพท์ทาง	นักเรียนมีการนำเสนอ ได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุม มีการเกริ่นนำก่อนที่จำนำเข้าสู่เนื้อหา มีการเรียงลำดับ ความสำคัญ ของ เนื้อหาที่นำเสนอได้ และมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มน้อย เนื้อหาที่ร่วมกันอภิปรายมีทั้งส่วนที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง และมีการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลในบางครั้ง และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มมากขึ้น มี

การนำเสนอได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุม มีการเกริ่นนำก่อนที่จําแนเข้าสู่เนื้อหา มีการเรียงลำดับความสําคัญของเนื้อหาที่นำเสนอได้และมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอได้อย่างถูกต้องตามลำดับ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านการนำเสนอในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีการนำเสนอไม่ถูกต้องและไม่ตรงประเด็น และไม่มีการเกริ่นนำก่อนที่จําแนเข้าสู่เนื้อหา และไม่มีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอ เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 นักเรียนมีการนำเสนอได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุม มีการเกริ่นนำก่อนที่จําแนเข้าสู่เนื้อหา มีการเรียงลำดับความสําคัญของเนื้อหาที่นำเสนอได้และมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 11 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
นักเรียนอ่านจับ	นักเรียนอ่านจับ	นักเรียนอ่านจับ	นักเรียนอ่านจับ
ใจความสําคัญไม่	ใจความสําคัญได้	ใจความสําคัญได้	ใจความสําคัญได้
ครบถ้วน และ	ครบถ้วน แต่นำเสนอ	ครบถ้วน และ	ครบถ้วน และ
นำเสนอได้ไม่ถูกต้อง	ยังไม่ครบถ้วนและ	นำเสนอได้ครบถ้วน	นำเสนอได้ครบถ้วน
ครบถ้วน	ถูกต้อง	และถูกต้อง	และถูกต้อง มีการนำเสนอข้อมูลจากการอ่าน

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนอ่านจับใจความสําคัญไม่ครบถ้วน และนำเสนอได้ไม่ถูกต้องครบถ้วน และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านมากขึ้น คือ นักเรียนอ่านจับใจความสําคัญได้ครบถ้วน และนำเสนอได้ครบถ้วนและถูกต้อง มีการนำเสนอข้อมูลจากการอ่าน

ตาราง 12 แสดงการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
นักเรียนยังไม่สามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องและตรงประเด็น และยังไม่ครอบคลุม มีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ถูกต้องครบถ้วน ประโยคในการเขียนยากต่อการทำความเข้าใจ	นักเรียนสามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องและตรงประเด็น แต่ยังไม่ครอบคลุม ครบถ้วน ประโยคในการเขียนเริ่มอ่านได้เข้าใจง่ายขึ้น	นักเรียนสามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องและตรงประเด็น และครอบคลุม เนื้อหามากขึ้น ประโยคในการเขียนเริ่มอ่านได้เข้าใจง่ายขึ้น	นักเรียนสามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหา มากขึ้น การเรียบเรียงประโยคในการเขียนง่ายต่อการทำความเข้าใจและมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องและตรงประเด็น และยังไม่ครอบคลุม มีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ถูกต้องครบถ้วน ประโยคในการเขียนยากต่อการทำความเข้าใจ และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนมากขึ้น คือ นักเรียนสามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น การเรียบเรียงประโยคในการเขียนง่ายต่อการทำความเข้าใจและมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพ เรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ผู้ร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 42 คน ของโรงเรียนสังกัดเทศบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ตามมาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวชี้วัด ป.5/1 – 4 และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 14 คาบ 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) แบบบันทึกการเรียนรู้ และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สรุปผลวิจัยตามคำถามวิจัยได้ดังนี้

แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร

การจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สำรวจแนวคิด ขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวคิด ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ และขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นสำรวจแนวคิด

ขั้นสำรวจแนวคิดของนักเรียน เป็นขั้นที่ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมขึ้นเอง โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีรูปภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบ และหาคำตอบ เพื่อสำรวจแนวคิดเดิมของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง โดยรูปภาพที่จะนำมาให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม จะต้องเป็นภาพที่มีสีสันสดใส หรือเป็นรูปภาพในแนวการ์ตูนที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี และคำถามที่จะทำให้นักเรียนเกิดการตอบคำถามได้ดี ต้องเป็นคำถามที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ นักเรียนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการตอบคำถามในใบกิจกรรม และสรุปเขียนอธิบายออกมาได้ดี โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล ให้คำแนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการพูดอภิปราย แสดงความคิดเห็น จากการสะท้อนผลพบว่าผู้เรียนมีความต้องการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีการสำรวจแนวคิด กระตุ้นและสร้างแรงจูงใจของผู้เรียน

2. ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิด

ขั้นประเมินและทบทวนแนวคิดของนักเรียน เป็นขั้นที่สืบเนื่องต่อมาขั้นสำรวจแนวคิดของนักเรียน เมื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง นำแนวคิดที่ได้มาประเมิน โดยมีการนำเสนอแนวคิดที่ได้ตอบคำถามลงในใบกิจกรรม และมีการอภิปรายคำตอบร่วมกัน ซึ่งคำถามที่จะประเมินและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถออกมานำเสนอได้จะต้องมีความชัดเจนไม่คลุมเครือ และมีการกำหนดเวลาในการพูดนำเสนอหน้าห้องเรียน ซึ่งการสรุปและตอบคำถาม มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น และนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อฝึกฝนและพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนและการพูดของนักเรียน

3. ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมขึ้นเอง โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีการทดลองที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้

ชัดเจนจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม การสืบค้นข้อมูล การทำการทดลอง นี่ทำให้นักเรียนมีความ
 ตื่นเต้น กระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีการสื่อสารโต้ตอบกันภายในกลุ่ม มีการร่วมกันทำงานเป็นทีม
 มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในการนำมาสร้างแบบจำลองให้ประสบความสำเร็จ มีการเรียนรู้
 ไปพร้อม ๆ กัน และสามารถอธิบายเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล
 ให้คำแนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการอ่านบทความ
 ใบความรู้ที่ได้จากการสืบค้น การพูดแสดงความคิดเห็น การนำเสนอหน้าเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ
 ลิปปนทร์ เกตุทัต (2541: 5-7) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
 เป็น กระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงมีความสุขและภาคภูมิใจในตนเอง
 ผู้สอนควร ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตรงตามความสนใจ
 ความสามารถและความ ถนัดของผู้เรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนลงมือคิด วิเคราะห์ ปฏิบัติ หาประสบการณ์
 ในการเรียนด้วยตนเอง โดยครูมี การกำหนดขอบเขต การวางแผนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ให้
 ผู้เรียนมีการอภิปราย และการให้ความ คิดเห็นต่อสิ่งที่ค้นพบฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ
 การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์นำความรู้ มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา ด้วยกิจกรรมที่
 หลากหลายตามความถนัดความสนใจ ตอบสนองความ แตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนจึงได้เรียนรู้
 จากการคิดปฏิบัติจริงเพื่อค้นพบความรู้ด้วยตนเองเกิดการ เรียนรู้ที่แท้จริงที่มีพัฒนาการ

4. ชี้นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

ชี้นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำ
 ปรากฏการณ์จากการฟังเรื่องราว การอ่านปรากฏการณ์ จากการสืบค้น มาอธิบายแบบจำลองของ
 นักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องสรุปปรากฏการณ์ต่าง ๆ และนำแบบจำลองมาอธิบายปรากฏการณ์ มี
 การสอดคล้องและสามารถอธิบายได้หรือไม่ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนศึกษา จากการฟัง
 เรื่องราว การดูคลิป การอ่านปรากฏการณ์จากสืบค้นของแต่ละกลุ่ม และผู้วิจัยได้มอบหมายให้
 นักเรียนบันทึกความรู้ ที่สามารถนำมาอธิบายแบบจำลองของกลุ่มตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ
 ผลการวิจัยของ (steer, 2005, p. 415) ได้ศึกษาวิธีการปรับเปลี่ยนมโนคติโดยใช้แบบจำลองเป็น
 ฐาน เพื่อช่วยพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับโครงสร้างโลก ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดย
 ใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ไปยอมรับ
 แนวคิดที่ถูกต้องได้

5. ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้มีการสรุปแนวคิดของ
 นักเรียนจากการดูการสาธิตการทดลอง การดูวิดีโอ เพื่อให้ นักเรียนสรุปความรู้และนำมาปรับปรุง

แก้ไขแบบจำลอง โดยผู้วิจัยได้มีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ศึกษามา และให้นักเรียนแก้ไขแบบจำลองของกลุ่มในการนำเสนอความรู้ที่ได้จากการดูวิดีโอมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง และมานำเสนอแบบจำลองที่แก้ไขสมบูรณ์แล้วมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยผู้วิจัยไม่ต้องมีการบรรยายในห้องอีก ทำให้ในห้องเรียนไม่ต้องเสียเวลาในการสอนเนื้อหามากเกินไปโดยสามารถใช้เวลามากขึ้นสำหรับทำกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแลให้คำแนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการเขียนแบบจำลอง และการพูดอภิปรายแสดงความคิดเห็น และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จึงเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยให้นักเรียนมีความสามารถทางด้านสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงการมีพัฒนาการตลอดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟัง

ผู้วิจัยได้ฝึกทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง ผู้สอนให้นักเรียนดูวิดีโอ และผู้สอนสุ่มนักเรียน 5 คน ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอเรื่องราว ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารและสิ่งที่นักเรียนเห็นในวิดีโอ ซึ่งนักเรียนต้องจับใจความสำคัญของสถานการณ์และความคิดเห็นของเรื่องราวแล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ผู้สอน แล้วระดมสมองในการคิดวิเคราะห์จากมบกิจกรรมที่ได้รับ โดยสมาชิกแต่ละคนรวบรวมข้อมูล ผลที่ได้จากดูวิดีโอการทดลอง และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ตนได้ไปศึกษาหาข้อมูล โดยนักเรียนแต่ละคนต้องรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน นักเรียนต้องทำความเข้าใจว่าผู้พูด ผ่างสารใดไว้ และขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้อีก ครั้งโดยผู้สอนช่วยแนะนำเพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวว่า การฟังทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยการคิดวิจารณ์ญาณ

และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้ สามารถเลือกรับและเข้าใจสารทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ผู้ฟังสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ฟังไปสู่การ คิดในระดับที่สูง ก่อให้เกิดมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น

2. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูด

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในห้องเรียนของการจัดการเรียนเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เน้นนักเรียนให้มีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มของนักเรียน มีโอกาสช่วยเหลือกัน ให้คำแนะนำซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจซึ่งกันและกัน การปฏิบัติกิจกรรมช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางด้านการสื่อสารมากขึ้น ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นของนักเรียน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มน้อย เนื้อหาที่ร่วมกันอภิปรายมีทั้งส่วนที่ต้องและไม่ถูกต้อง และมีการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลในบางครั้ง และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มมากขึ้น มีการนำเสนอได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุม มีการเกริ่นนำก่อนที่จําจำเข้าสู่เนื้อหา มีการเรียงลำดับความสำคัญของเนื้อหาที่นำเสนอได้และมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอได้อย่างถูกต้องตามลำดับ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านการนำเสนอในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีการนำเสนอไม่ถูกต้องและไม่ตรงประเด็น และไม่มีการเกริ่นนำก่อนที่จําจำเข้าสู่เนื้อหา และไม่มีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอ เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 นักเรียนมีการนำเสนอได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุม มีการเกริ่นนำก่อนที่จําจำเข้าสู่เนื้อหา มีการเรียงลำดับความสำคัญของเนื้อหาที่นำเสนอได้และมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับคำกล่าวของเสาวลักษณ์ รัตนวิชัย (2531) ที่กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ภาษาในการพูดคุยปรึกษาหารือกัน อย่างสนุกสนานในการทำงาน ตลอดจนการอภิปรายรายงานที่ได้รับมอบหมาย มีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในการทำกิจกรรม และเมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษาที่ตนต้องการในการสื่อสารในห้องเรียนเป็นผลสำเร็จจะทำให้ นักเรียนสามารถจำภาษาที่ใช้ได้ถูกต้องด้วยความแม่นยำ นอกจากนี้มีความสอดคล้องกับการวิจัยของอัจฉราภรณ์ สุริยงค์ (2548) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมองพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันปรึกษาหารือ แลกเปลี่ยนความรู้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหา และแสดงออกโดยการสื่อสารที่หลากหลาย จะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

3. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่าน

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมในห้องเรียนให้มีได้มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่าน โดยให้นักเรียนอ่านจับใจความสำคัญของบทความ หนังสือ วารสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการ พบว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนอ่านจับใจความสำคัญไม่ครบถ้วน และนำเสนอได้ไม่ถูกต้องครบถ้วนและตอบคำถามได้ไม่ครบถ้วนในใบกิจกรรม และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านมากขึ้น คือ นักเรียนอ่านจับใจความสำคัญได้ครบถ้วนและสามารถตอบคำถาม และนำเสนอได้ครบถ้วนและถูกต้อง มีการนำเสนอข้อมูลจากการอ่านและตอบคำถามได้ดีขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับ สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์ (2543: 4-9) ได้กล่าวว่าการอ่านเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการตรวจหาความรู้และมีจุดมุ่งหมายในการอ่านเพื่อสรุปแนวคิดการอ่านเพื่อตอบคำถามและอ่านเพื่อพัฒนาความคิดทำให้นักเรียนมีความรู้ เพิ่มขึ้นมีความเฉลียวฉลาด อาศัยความรู้และแนวคิดจากการอ่านไปสนทนาโต้ตอบกับผู้อื่นได้

4. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน

การจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง จนเกิดความเข้าใจ แล้วให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ พบว่า ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องและตรงประเด็น และยังไม่ครอบคลุม มีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ถูกต้องครบถ้วน ประโยคในการเขียนยากต่อการทำความเข้าใจ และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนมากขึ้น คือ นักเรียนสามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น การเรียบเรียงประโยคในการเขียนง่ายต่อการทำความเข้าใจ และมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องตามลำดับ สอดคล้องกับ จรัสลักษณ์ จีรวินบูลย์ (2546) ที่กล่าวไว้ว่า การสื่อสารสิ่งที่ตนเองคิดไว้ในใจหรือการถ่ายทอดความคิดโดยวิธีการเขียนออกมาเป็นลายลักษณ์อักษรและเป็นประโยคที่สมบูรณ์นั้น จะทำให้ผู้ที่ถ่ายทอดเกิดการบรรลุวัตถุประสงค์ของการเขียน กล่าวได้ว่าการเขียนเป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงสุด เนื่องจากผู้เขียนจะต้องถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยการบรรยายเป็นตัวอักษรเพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจตรงตามที่ตนเองต้องการจะสื่อสารได้ด้วยเหตุผล

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีการฝึกความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้น ช่วยส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และการวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นกระบวนการในการทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้นอย่างต่อเนื่อง ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดของตนเองด้วยการเขียน การพูดอธิบาย หรือการวาดภาพประกอบการอธิบาย และนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม และนำเสนอแนวคิดต่อเพื่อนในชั้นเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปประยุกต์ใช้กับหน่วยการเรียนรู้อื่น เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: อรุณ การพิมพ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ.(2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- ไกรยศ ภัทรวาท. (2555). *เปิดผลสำรวจทักษะของเด็กไทยในศตวรรษที่ 21*. จาก
<http://www.qlf.or.th/Mobile/Details?contentId=570>.
- ก่อเกียรติ พาณิชกุล. (2537). *พจนานุกรมศัพท์นิเทศศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดีการพิมพ์.
- กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *การสังเคราะห์รูปแบบการ
พัฒนาศักยภาพของเด็กไทย ด้านทักษะการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: การศาสนา.
- จิรวัดณ์ เพชรรัตน์ และ อัมพร ทองใบ. (2555). *ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ:
โอเดียนสโตร์.
- จรีลักษณ์ จิรวินบูลย์ . (2546). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการอ่านออกเสียง ของนักเรียน
ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านการอ่านที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดย การสอนการเล่นปน
เรียน . วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา พิเศษ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*.
- ชฎาภรณ์ ครองยุติ. (2548). *การพัฒนาแบบวัดทักษะการสื่อสารด้านการอ่าน กลุ่มสาระการ
เรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี)*.
- ทิวาวรรณ จิตตะภาค. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วย
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ)*.
- เนตรนภา ศัญศรีเมือง. (2545). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตาม
สภาพจริง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)*.
- บันลือ พุกกะวัน. (2533). *พัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- บรรจง อมรชีวิน.(2554). *Thinking School*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์
- บุญศรี ปราบณศักดิ์ และ ศิริพร จิรวัดณ์กุล. (2538). *การสื่อสารเพื่อพัฒนาคุณภาพการ
พยาบาล (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ประพิศ พรหมศิลา. (2545). ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มคณะผลสัมฤทธิ์ที่มีผล ต่อความสามารถในการฟังของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์).
- ปรัชญา อากาศ และ การุณันท์ รัตนแสนวงษ์. (2541). ศิลปะการใช้ภาษา การพูด การเขียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- ปรเมธี วิมลศิริ.(2559). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี อนาคตประเทศไทย เพื่อความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน .จ ก http://www.industry.go.th/psd/index.php?option=com_k2&view=item&id=10820
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2558). การจัดการเรียนรู้แนวในทศวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรืองและอริป จิตฤกษ์. (2554). ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21.กรุงเทพฯ: open word.
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง. (2558). Education for the future ปรับห้องเรียน เปลี่ยนอนาคต ผ่านทางต้นวิกฤตการศึกษาไทย ชู ทางออกอนาคตการศึกษาศตวรรษที่ 21. งานสัมมนาหัวข้อโลกสู่ไทย ทิศทางใหม่ของการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21 ปี 2558. คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วัชรีย์ ชันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- วิจารณ์ พานิช. (2556). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ. ตถาตาพับลิเคชัน.
- สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์. (2543). หลักและวิธีสอนอ่านภาษาไทย (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สนิท ตั้งทวี. (2531). ศิลปะการสอนภาษาไทย ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- ลีปนพนท์ เกตุทัต. (2541). *การศึกษาคือการเรียนรู้ตลอดชีวิต*. วารสารการศึกษานอกโรงเรียน. (กุมภาพันธ์ 2541)
- สุนีย์ ชัยสุขสังข์. (2557). *กลยุทธ์การบริหารวิชาการเพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนทางเลือก (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุฎิปบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.). (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- สมจิต ชิวปรีชา. (2540). *วาทวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิชา ศรีมงคล. (2557). *การส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21: ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์ด้วยสถานการณ์จำลอง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- เสาวลักษณ์ รัตนวิชัย. (2531). *เอกสารคำสอนหลักสูตรและการสอนภาษาอังกฤษในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ประยูรวงศ์พรินต์ติ้ง
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *วิทยาศาสตร์กับการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: เอพริล เรน พรินต์ติ้ง จำกัด
- อรรถัย วิมลอินธ, ประภาศรี สีหอาไพ และ อัจจิมา เกิดผล. (2533). *ภาษาไทย 2*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Buckley B.C. and Boulter C.J. (2000). *Investigating the Role of Representations and Expressed Models in Building Mental Models*. in Science Education. Springer, Dordrecht.
- Buckley, Barbara C. et al. (2004). *Model-Based Teaching and Learning With BioLogicaTM: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know?*. Journal of Science Education and Technology. 13(1), 23-41.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms*. Science Education, 84, 287-312.
- Reddi, C.V. (2009). *Effective public relations and media strategy*. PHI learning private limited: New Delhi.
- Gilbert, J. K., and C. Boulter, eds. (2000). *Developing models in science education*.

Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.

- Gilbert, J. D. and B. C. Buckley, 2002. *Introduction to model-based teaching and learning in science education*. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Gilbert, John K., (2005). *Visualizing the science of genomics*. Visualization in Science Education. Netherlands: Springer.
- Harrison and Treagust. (2000). *A typology of school science models*. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Justi and Gilbert. (2002). *Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers*. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387
- Nonye, M.A., David, J.G., & Mary, O.D. (2012). *Promoting 21st century skills in the science classroom by adapting cookbook lab activities: The case of DNA extraction of wheat germ*. Retrieved July 28, 2020, from <http://www.bioone.org/doi/full/10.1525/abt.2012.74.7.10>
- U.S. Department of Labor, Office of Disability Employment Policy (ODEP). (2012). *Soft Skills to Pay the Bills – Mastering Soft Skills for Workplace Success*. Retrieved December 24, 2016, from www.dol.gov/odep/topics/youth/softskills/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินทักษะ
การคิดเชิงคำนวณ เรื่อง วงจรไฟฟ้า

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. นางนพรัตน์ ตั้งสวัสดิ์

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทศบาลวัดไทยชุมพล(ดำรงประชาสรรค์) จังหวัดสุโขทัย

3. นางสาวกรรณิกา โตนดทอง

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทศบาลวัดไทยชุมพล(ดำรงประชาสรรค์) จังหวัดสุโขทัย

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
 ตาราง แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง
 เป็นฐาน

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
1.1	4	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2	4	4	4	13	4.33	0.58	มาก
1.3	3	5	4	13	4.33	0.58	มาก
2.1	4	3	4	11	3.67	1.53	มาก
2.2	4	3	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3	4	4	4	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4	4	5	๖	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3.1	5	4	3	13	4.33	1.15	มาก
3.2	4	4	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
3.4	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
3.5	4	4	3	11	3.67	1.53	มาก
3.6	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.7	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
5.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
6.4	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก

ภาคผนวก ค ตาราง แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3				
1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2	3	4	4	11	3.67	1.53	มาก
3	3	4	4	11	3.67	1.53	มาก
4.1	3	4	4	11	3.67	1.53	มาก
4.2	3	4	4	11	3.67	1.53	มาก
4.3	3	4	4	11	3.67	1.53	มาก
4.4	3	4	4	11	3.67	1.53	มาก

ภาคผนวก ง ตาราง แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสังเกตพฤติกรรมการ
สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การ
เปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3				
1	4	5	4	13	4.67	0.58	มาก
2	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
3	4	4	4	12	4	1	มาก
4	4	4	4	12	4	1	มาก
5	4	4	4	12	4	1	มาก
6	3	4	4	11	3.67	1.53	มาก

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้..... วิทยาศาสตร์..... รายวิชา/สาระ..... วิทยาศาสตร์
 ชื่อหน่วยการเรียนรู้..... การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร..... เรื่อง การกลายเป็นไอ
 ชั้น..... ประถมศึกษาปีที่ 5..... เวลา..... 1..... ชั่วโมง
 วันที่ทำการสอน..... ผู้สอน..... นางสาวธัญชนก ผินอินทร์
 โรงเรียนเทศบาลวัดไทยชุมพล(ดำรงประชาสรรค์) อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย

1. สาระสำคัญ

สสารที่อยู่รอบตัวเรามีหลายชนิด สสารแต่ละชนิดที่พบในชีวิตประจำวันอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งสสารอาจเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่งได้ โดยอาศัยการเพิ่มหรือลดความร้อนให้แก่สสารไปจนถึงระดับหนึ่ง เรียกว่า การเปลี่ยนสถานะ

การกลายเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส โดยเมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของเหลวจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นสถานะแก๊ส เรียกว่าการกลายเป็นไอ ซึ่งแบ่งได้ 2 กระบวนการ ได้แก่ การระเหย เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่อยู่บริเวณผิวหน้าไปเป็นแก๊ส และการเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวโดยเพิ่มความร้อนจนถึงจุดเดือดจนเป็นแก๊ส

2. มาตรฐาน / ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.5/1 อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐาน

เชิงประจักษ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการกลายเป็นไอได้ (K)
2. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองการเกิดการกลายเป็นไอได้ (P)
3. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้ (P)
4. ซื่อสัตย์ สุจริต (A)
5. มีวินัย รับผิดชอบ (A)
6. ใฝ่เรียนรู้ (A)
7. มุ่งมั่นในการทำงาน (A)

4. สารการเรียนรู้ / เนื้อหา

การกลายเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส โดยเมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของเหลวจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นสถานะแก๊ส เรียกว่าการกลายเป็นไอ ซึ่งแบ่งได้ 2 กระบวนการ ได้แก่ การระเหย เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่อยู่บริเวณผิวหน้าไปเป็นแก๊ส และการเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวโดยเพิ่มความร้อนจนถึงจุดเดือดจนเป็นแก๊ส

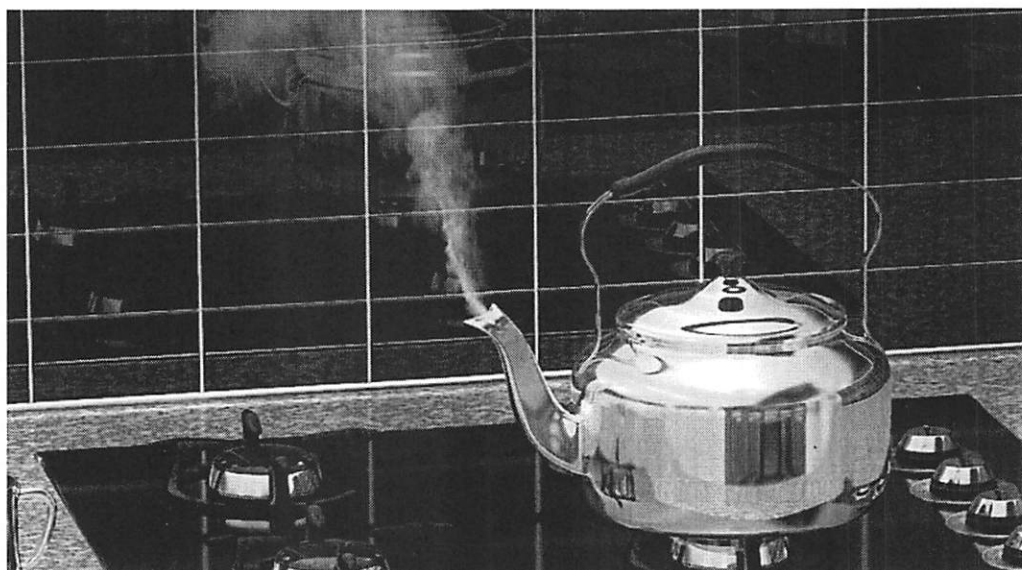
5. ชิ้นงาน / ภาระงาน

- แบบจำลองการการแข็งตัว
- ไปกิจกรรม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สำรวจแนวคิด

1. ครูทักทายกับนักเรียน แล้วแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ครูสำรวจความรู้เดิมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการกลายเป็นไอ โดยให้นักเรียนดูรูปภาพที่ครูเตรียมมาให้ จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถามว่า



จากรูป นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: สังเกตเห็นว่ามีไอน้ำออกมาจากกาน้ำ)

2. จากรูปมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิดลงในใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวคิด

1. ครูให้นักเรียนวมกลุ่มกับเพื่อน กลุ่มละ 5-6 คน แล้วให้นักเรียน แล้วให้นักเรียน อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เขียนบรรยายในใบกิจกรรมที่ 1

2. ครูสุ่มให้ตัวแทนแต่ละกลุ่ม นำเสนอสิ่งที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันต่อเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารจากใบกิจกรรมที่ 1 โดยการเปลี่ยนแปลงในรูปที่ 1 เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารแบบการกลายเป็นไอ จะเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส เมื่อมีการเพิ่มความร้อน

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้น การระเหยของน้ำ จากอินเทอร์เน็ตและหลักการทางวิทยาศาสตร์จากใบความรู้ที่ครูให้ และนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นที่ได้มาแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่มโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เรื่องการระเหยในใบกิจกรรมที่ 2 ระเหย

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องที่ได้อ่านและนำสถานการณ์ที่สืบค้นมาได้ นำมาเปรียบเทียบกัน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้ลงในใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

3. ครูตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียนว่า "การลดลงของปริมาณน้ำในฤดูร้อนมีผลกระทบต่อนักเรียนหรือไม่ อย่างไร และหลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารใดที่อธิบายการลดลงของปริมาณน้ำในฤดูร้อน" โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย เพื่อหาคำตอบ

4. ครูจัดเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมที่ 3 วัฏจักรของน้ำในถุง มาวางไว้หน้าชั้นเรียน ดังนี้

- ถุงซิปล็อคขนาด 11 ซม. x 8 ซม. 1 ใบ
- กระจกใส่น้ำแข็งขนาดกลาง 1 ใบ
- น้ำแข็ง
- เกลีส
- น้ำหวาน

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในกิจกรรม หวานเย็นแข็ง เจียบและออกแบบวิธีการทำหวานเย็นโดยใช้อุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้

6. ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรม วัตถุประสงค์ของน้ำในถุง ให้นักเรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติกิจกรรมที่ถูกต้อง

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม วัตถุประสงค์ของน้ำในถุง โดยปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

1) สมาชิกในกลุ่มทุกคนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 3 ที่นักเรียนได้ช่วยกันออกอย่างละเอียดไว้

2) ร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3

3) ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนให้ครบถ้วนและถูกต้องทุกขั้นตอน จากนั้นบันทึกผลลงใน

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการปฏิบัติกิจกรรม แล้วอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

9. จากการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการสร้างแบบจำลองการแข็งตัวเป็นแผนภาพลงในใบกิจกรรม

10. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารของการทดลอง หวานเย็นแข็งเจียบ โดยการวาดแผนภาพการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารลงในใบกิจกรรมที่ 3

11. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อลงข้อสรุป
ขั้นที่ 4 นำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มผลัดกันออกมานำเสนอ แบบจำลองวัตถุประสงค์ของน้ำในถุง หน้าชั้นเรียน แล้วให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองที่นำเสนอและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่นำเสนอไป

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอแบบจำลองที่ผ่านการนำเสนอแล้วไปใช้อธิบายตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในใบกิจกรรมที่ 4 โดยให้นักเรียนอธิบายว่าแบบจำลองของนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้มากน้อยเพียงใด และในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายได้ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดจึงอธิบายไม่ได้

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

1. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์ขั้นตอนการเกิดวัฏจักรน้ำ และหลักการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการระเหยเพื่อให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนขึ้น

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาเกี่ยวกับแบบจำลองที่กลุ่มร่วมกันสร้าง โดยพิจารณาในประเด็นดังนี้

- แบบจำลองนั้นแสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการการกลายเป็นไอได้บ้าง
- แบบจำลองของกลุ่มมีจุดเด่นอะไรบ้าง
- แบบจำลองมีข้อจำกัดอะไรบ้าง
- ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลองนักเรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงแบบจำลองอีกครั้ง ตามข้อจำกัดหรือข้อควรปรับปรุงต่าง ๆ เพื่อให้แบบจำลองสามารถอธิบายได้ดียิ่งขึ้น

4. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มเพื่อนำเสนอแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้วจำนวน 2 กลุ่ม

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม

7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) ใบความรู้ เรื่องการแข็งตัว
- 2) ใบงาน เรื่องการแข็งตัว

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) อินเทอร์เน็ต

8. การวัดผลและประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์ในการประเมินผล
ตรวจใบงานที่1	ใบงานที่1	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ประเมินทักษะการสื่อสารทางสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
ประเมินการนำเสนอแบบจำลอง	แบบประเมินการนำเสนอแบบจำลอง	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

9. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ปัญหาการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

11. แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวธัญชนก ผินอินทร์)

ครูผู้สอน

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่

ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ความคิดสร้างสรรค์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	การนำไปใช้ประโยชน์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน ให้ 3 คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่ ให้ 2 คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

ภาคผนวก จ ตัวอย่าง แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมาย \surd ลงในช่องว่างที่มีตัวเลขกำกับตามพฤติกรรมการสื่อสารที่ให้
สังเกต ได้โดยกำหนดความหมายของตัวเลขไว้ดังนี้

- 5 หมายถึง ดีมาก
- 4 หมายถึง ดี
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 1 หมายถึง ปรับปรุง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. สถานภาพ ตนเอง เพื่อน ครู

2. ชื่อ.....

นามสกุล.....

รายการประเมิน	พฤติกรรมบ่งชี้					รวม
	5	4	3	2	1	
1. ค้นคว้าข้อมูลได้ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์						
2. มีการเขียนสรุปข้อมูลอย่างเป็นระบบ						
3. การตอบปัญหาโดยสะท้อนความคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์						
4. อภิปรายประเด็นที่ซับซ้อนได้ชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย						
5. ให้เหตุผลประกอบการแสดงความคิดเห็นอย่างสมเหตุสมผล						

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ซื่อสัตย์ สุจริต	1.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	1.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
2. มีวินัย รับผิดชอบ	2.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ ครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน			
	2.2 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ ครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน			
3. ใฝ่เรียนรู้	3.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และนำไปปฏิบัติได้			
	3.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	3.3 เชื่อมโยงคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	3.4 ตั้งใจเรียน			
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	4.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับ มอบหมาย			
	4.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน

แบบประเมินผลงานแบบจำลองการกลายเป็นไอ

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
		3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1	การออกแบบชิ้นงาน			
2	ความถูกต้องของเนื้อหา			
3	การสร้างสรรคชิ้นงาน			
4	กำหนดเวลาส่งงาน			
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินผลงานแบบจำลองการกลายเป็นไอ

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพ/ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การออกแบบ ชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความ ถูกต้องตามที่ ออกแบบไว้ มี ขนาดเหมาะสม รูปแบบน่าสนใจ แปลกตา และ สร้างสรรค์ดี	ชิ้นงานมีความ ถูกต้องตามที่ ออกแบบไว้ มี ขนาดเหมาะสม รูปแบบน่าสนใจ และ สร้างสรรค์	ชิ้นงานมีความ ถูกต้องตามที่ ออกแบบไว้ มี ขนาดเหมาะสม รูปแบบน่าสนใจ
2. ความถูกต้อง ของเนื้อหา	สามารถอธิบาย กระบวนการ เปลี่ยนแปลงสถานะ ของสสาร เรื่อง การ กลายเป็นไอ ได้ ถูกต้องครบถ้วน	สามารถอธิบาย กระบวนการ เปลี่ยนแปลงสถานะ ของสสาร เรื่อง การ กลายเป็นไอได้ ถูกต้องบ้าง	สามารถอธิบาย กระบวนการ เปลี่ยนแปลงสถานะ ของสสาร เรื่อง การ กลายเป็นไอถูกต้อง น้อย
3. การสร้างสรรค์ ชิ้นงาน	ตกแต่งชิ้นงานได้ สวยงามดีมาก	ตกแต่งชิ้นงานได้ สวยงามดี	ตกแต่งชิ้นงานได้ สวยงามน้อย
4. กำหนดเวลาส่ง งาน	ส่งชิ้นงานภายใน เวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่า กำหนด 1-2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่า กำหนดเกิน 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

ใบกิจกรรมที่ 3
เรื่อง วัฏจักรของน้ำในถุง

ชั้น.....กลุ่มที่.....

สมาชิกภายในกลุ่ม

1.เลขที่.....
2.เลขที่.....
3.เลขที่.....
4.เลขที่.....
5.เลขที่.....
6.เลขที่.....

จุดประสงค์

1. สามารถปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง
2. วาดภาพแบบจำลองเพื่ออธิบายการระเหยได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ครูกำหนดให้พร้อมบันทึกผลที่ได้อย่างละเอียด และวาดรูปการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารที่เกิดขึ้น

ระบุปัญหา

สมมติฐาน.....

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ถุงซีป्लीคขนาด 11 ซม. x 8 ซม. 1 ใบ
2. กระจกใส่น้ำแข็งขนาดกลาง 1 ใบ
3. น้ำแข็ง
4. เกล็ด
5. น้ำหวาน

ขั้นตอนการทดลอง

1. ให้นักเรียนวาดภาพ "น้ำ ดวงอาทิตย์ ก้อนเมฆ" ลงบนถุง เพื่อสื่อความหมายถึง การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำเป็นไอด้วยพลังงานจากดวงอาทิตย์ (โดยใช้ภาพก้อนเมฆเพื่อสื่อถึงสถานะก๊าซของน้ำ)
2. ผสมสีผสมอาหารลงในน้ำเพียงเล็กน้อยเพียงเพื่อให้เกิดสีที่ง่ายต่อการสังเกต จากนั้นเทน้ำลงในถุงประมาณ 1/4 ของความจุของถุง ใส่อากาศออกจากถุงให้มากที่สุด จากนั้นปิดปากถุงให้สนิท

- 3. นำถุงไปติดไว้บนกระจกบริเวณที่ได้รับแสงอาทิตย์ หรือได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ จากนั้นจึงติดเทอร์โมมิเตอร์ไว้เพื่อแสดงอุณหภูมิอ้างอิง
- 4. ให้นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบปริมาณอากาศที่อยู่ในถุงกับความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรืออ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปการเกิดวัฏจักรน้ำในถุง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

.....

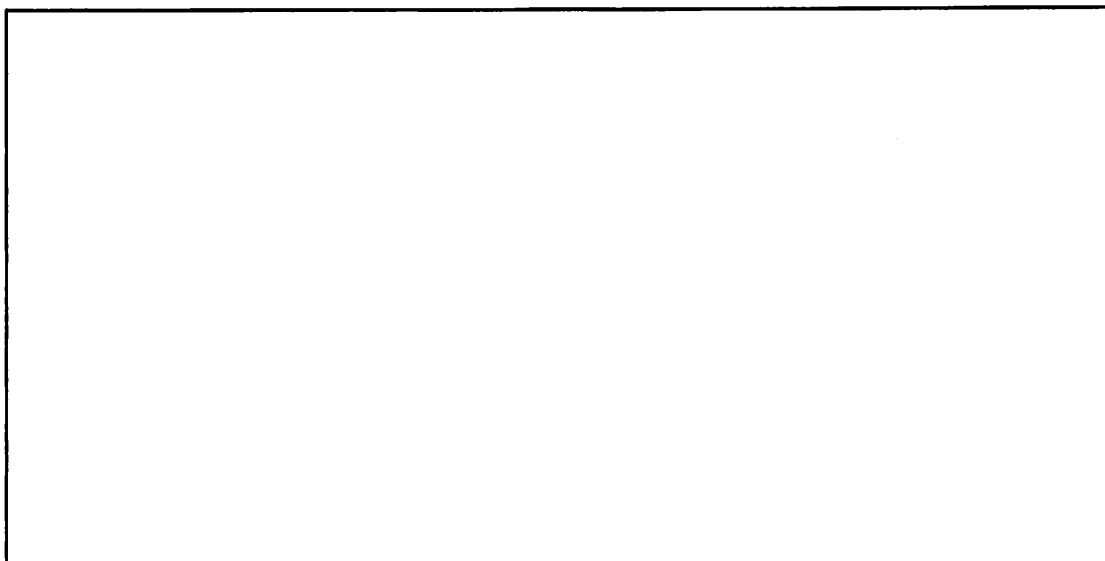
.....

.....

.....

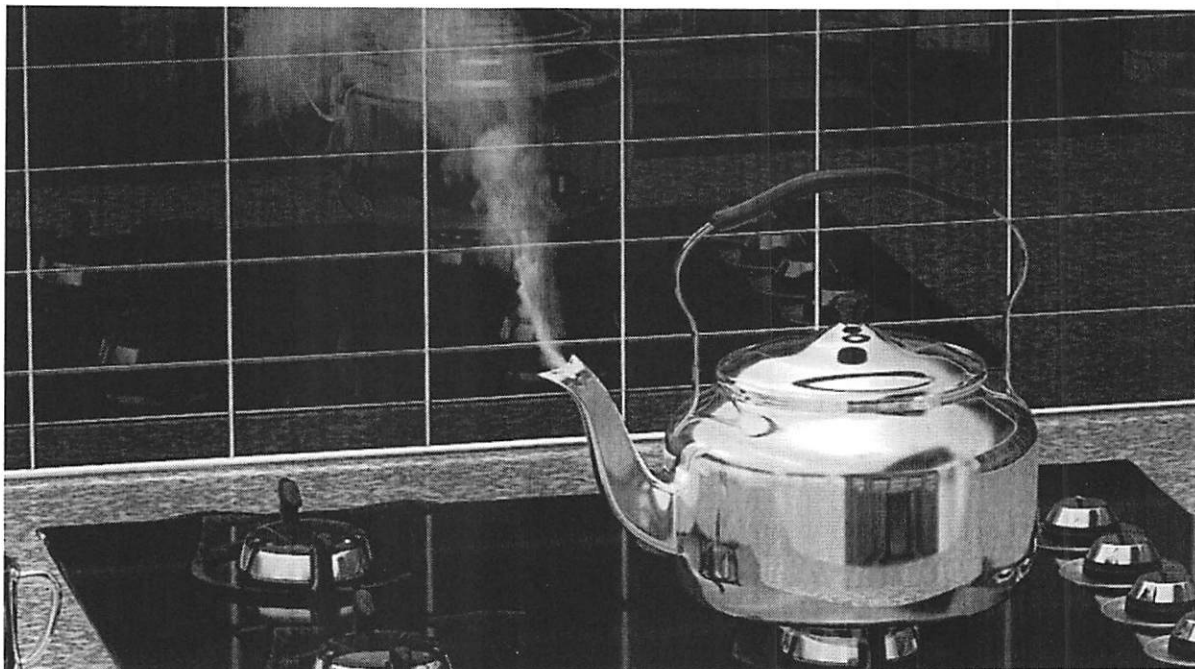
.....

วาดภาพแบบจำลองเกิดวัฏจักรน้ำและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร



ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง การหลอมเหลว

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูรูปภาพแล้วตอบคำถามต่อไปนี้



1. จากรูปภาพ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

2. จากรูปมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง การกลายเป็นไอ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับจากการดูวิดีโอทัศน์กระบวนการเกิดเมฆและ
สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารการกลายเป็นไอ

1. การระเหย หมายถึง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการระเหยของน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ เรื่อง กลายเป็นไอ

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสาร



1. การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

การใช้สถานะเป็นเกณฑ์สามารถจำแนกสารออกได้ 3 ชนิด คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สถานะของสารเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่การที่จะเปลี่ยนแปลงสถานะของสารได้นั้นจำเป็นต้องใช้ตัวช่วย คือ การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ

ในการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารนั้นจำเป็นต้องใช้การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิเข้ามาช่วย ด้วยการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิให้สาร แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สารไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส แต่ในทางกลับกันถ้าลดอุณหภูมิลง สารก็จะสามารถเปลี่ยนสถานะจากแก๊สกลายเป็นของเหลวและถ้าลดอุณหภูมิจนไปเรื่อย ๆ สารก็จะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายมาเป็นของแข็ง



การกลายเป็นไอ

การกลายเป็นไอ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส โดยเมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของเหลวจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นสถานะแก๊ส เรียกว่าการกลายเป็นไอ ซึ่งแบ่งได้ 2 กระบวนการ ได้แก่

การระเหย เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่อยู่บริเวณผิวหน้าไปเป็นแก๊ส

การเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวโดยเพิ่มความร้อนจนถึงจุดเดือดจนเป็นแก๊ส

ปัจจัยที่มีผลต่อการระเหย

1. อุณหภูมิ

- ที่อุณหภูมิสูง ของเหลวจะระเหยได้มาก
- ที่อุณหภูมิต่ำ ของเหลวจะระเหยได้น้อย

2. ชนิดของของเหลว

- ของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมาก จะระเหยได้ยาก จึงระเหยได้น้อย
- ของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อย จะระเหยได้ง่าย จึงระเหยได้มาก

3. พื้นที่ผิวของของเหลว

- ของเหลวที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก จะระเหยได้มาก
- ของเหลวที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อย จะระเหยได้น้อย

4. ความดันบรรยากาศ

- ที่ความดันบรรยากาศสูง ของเหลวจะระเหยได้ยาก จึงระเหยได้น้อย
- ที่ความดันบรรยากาศต่ำ ของเหลวจะระเหยได้ง่าย จึงระเหยได้มาก

5. อากาศเหนือของเหลว

- บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทหรือมีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยได้มาก
- บริเวณที่ไม่มีอากาศถ่ายเทหรือไม่มีลมพัดตลอดเวลา ของเหลวจะระเหยได้น้อย

6. การคนหรือกวน เมื่อมีการคนหรือกวนของเหลวของเหลวนั้นก็ระเหยได้เร็วขึ้น ดังนั้นของเหลวหนึ่งๆ จะระเหยกลายเป็นไอได้เร็วขึ้นก็ต่อเมื่อ พื้นที่ผิวของของเหลวเพิ่มขึ้นของเหลวนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น

- ความดันของบรรยากาศเหนือของเหลวลดลง
- อากาศเหนือของเหลวมีการถ่ายเทตลอดเวลา เพื่อป้องกันการอิมิตัวของไอ
- เมื่อมีการคนหรือกวนของเหลวนั้น

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง แบบจำลองกลายเป็นไอ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองที่กลุ่มนักเรียนร่วมกันสร้างขึ้นมา แล้วเขียน
ตอบคำถามให้สมบูรณ์

1. ในแบบจำลองของนักเรียนนั้น แสดงหลักฐานใดที่ใช้อธิบายการกลายเป็นไอได้

บ้าง

.....

.....

.....

.....

2. แบบจำลองของกลุ่มนักเรียนมีจุดเด่นอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. แบบจำลองของกลุ่มนักเรียนมีข้อจำกัดอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. ถ้ามีโอกาสปรับปรุงแบบจำลอง นักเรียนจะมีข้อการปรับปรุงอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีในแต่ละชั้นและความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น

1. ชั้นสำรวจแนวคิด ครูใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้ของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองด้วยการเขียน การพูดอธิบาย หรือการวาดภาพประกอบการอธิบาย

ประเด็น	มี	ไม่มี
1. ครูใช้คำถามเพื่อสำรวจแนวคิดและความรู้ของนักเรียนที่มีก่อนเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร		
2. นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองด้วยการเขียน การพูดอธิบาย หรือการวาดภาพประกอบการอธิบาย		

จุดเด่น / จุดด้อย

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

2. **ชั้นประเมินและทบทวนแนวคิด** ครูให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเอง โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม และนำเสนอแนวคิดต่อเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนมี

การปรับแนวคิดหรือค้นหาสิ่งที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ประเด็น	มี	ไม่มี
1. ครูให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเอง โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม		
2. นำเสนอแนวคิดต่อเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนมีการปรับแนวคิดหรือค้นหาสิ่งที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง		

จุดเด่น / จุดด้อย

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

3. **ขั้นรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง** นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลไปสร้างแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้หรือเข้าใจ ความหมายของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

ประเด็น	มี	ไม่มี
1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย		
2. มีการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน		
3. นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลไปสร้างแบบจำลองเพื่อให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้หรือเข้าใจ		

จุดเด่น / จุดด้อย

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

4. ชื่อนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ นักเรียนนำแบบจำลองของกลุ่มไปนำเสนอต่อเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ รับรู้แนวคิดของเพื่อน เพื่อให้ นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดและมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นของตนเอง

ประเด็น	มี	ไม่มี
1. นักเรียนนำแบบจำลองของกลุ่มไปนำเสนอต่อเพื่อนในชั้นเรียน		
2. นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ รับรู้แนวคิดของเพื่อน		
3. นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดและมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นของตนเอง		

จุดเด่น / จุดด้อย

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

5. ชั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนประเมินแบบจำลองของกลุ่ม และเมื่อพบว่าแบบจำลองมีข้อบกพร่อง นักเรียนจะต้องนำแบบจำลองไปปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องสมบูรณ์

ประเด็น	มี	ไม่มี
1. นักเรียนประเมินแบบจำลองของกลุ่มและเมื่อพบว่าแบบจำลองมีข้อบกพร่อง		
2. นักเรียนจะต้องนำแบบจำลองไปปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องสมบูรณ์		

จุดเด่น / จุดด้อย

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 การสรุปปัญหาหรือข้อเสนอแนะให้แก่ผู้วิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้

สะท้อนผล

(.....)

ประวัติผู้วิจัย

