



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์ศึกษา การศึกษา
สาขา ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย
การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปραกฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

The Development of Seventh Grade Students' Understanding of Nature of Science by
Explicit and Reflective Approach on Weather Phenomena

นามผู้วิจัย นางสาวจรรยา เชิญชัยภูมิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(..... อาจารย์จิตตมาศ สุขแสง, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(..... รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

The Development of Seventh Grade Students' Understanding of Nature of Science by
Explicit and Reflective Approach on Weather Phenomena

โดย

นางสาวจาริยา เชิญชัยภูมิ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จาริยา เชิญชัยภูมิ 2558: การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์จิตตมาศ สุขแสง, ปร.ค. 146 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ และ 2) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 51 คน จากโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง อนุทินสะท้อนความคิดของผู้วิจัย อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย และงานที่ได้รับมอบหมายต่างๆ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกลุ่มความเข้าใจ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน และมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ จากนั้นคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนแต่ละกลุ่มแล้วเปรียบเทียบผลก่อนเรียนและหลังเรียน ส่วนการวิเคราะห์เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้นั้น ใช้วิธีวิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย ผลการวิจัยพบว่าพบ 1) ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระยะปรับเปลี่ยน โดยเฉพาะประเด็นการสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิดนั้น นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดในแต่ละประเด็นอย่างชัดเจน นอกจากนี้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและใช้สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Jariya Chernchaiyaphum 2015: The Development of Seventh Grade Students' Understanding of Nature of Science by Explicit and Reflective Approach on Weather Phenomena. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Miss Chittamas Suksawang, Ph.D. 146 pages.

The purposes of this research were to 1) study seventh grade students' understanding of nature of science (NOS) for pre and post instruction of Explicit and Reflective Approach on Weather Phenomena. 2) study the effective ways of implementation of Explicit and Reflective Approach to enhance students' understanding of nature of science. The participants were fifty one seventh grade students from a private school in the Secondary Educational Service Area Office 2 in Bangkok. The research design is action research. The research tools according to students' understanding of NOS consisted of View of Nature of Science Form D questionnaire and semi – structured interview form. Student responses of nature of science were categorized into three groups: informed, transition and naïve views and then quantified into percentages of each groups for pre and post instruction. To study the effective ways of this approach, multiple data sources consisted of researcher' reflective journals, student journals and document review. Inductive analysis was used in this study. The findings indicated that 1) for pre instruction of Explicit and Reflective Approach on Weather Phenomena, the majority of students hold transitional view for all aspects of NOS, especially, the observation, inference and theoretical entities, creative and imaginative and tentative and social and cultural. However, the almost students developed their understanding of NOS. They hold more informed view of NOS of these aspects: the empirical, the tentative and social and cultural. 2) The effective ways of implementation of this approach consisted of integrating the aspects of NOS into the instruction and supporting the students to reflect their understanding of NOS for each of aspect, and using several learning activities and materials to enhance students' understanding of NOS.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยการดูแลที่เต็มเปี่ยมด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.จิตตมาศ สุขแสวง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำอันมีคุณค่าต่องานวิจัย และได้ชี้แนะแนวทางในการดำเนินการ ตรวจสอบความถูกต้องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และให้กำลังใจตลอดมาตั้งแต่เริ่มดำเนินการ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ โรงเรียน รองผู้อำนวยการ โรงเรียน คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้โรงเรียนเป็นสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 8 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ทุกคนที่ตั้งใจเรียน และให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่คอยให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการศึกษาและการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัย คอยให้คำปรึกษาแนะนำและให้กำลังใจตลอดมาจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จาริยา เชิญชัยภูมิ

ธันวาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	10
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	11
การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	23
การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	25
การวิจัยปฏิบัติการ	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	38
รูปแบบการวิจัย	38
กลุ่มที่ศึกษา	40
การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือ	41
การดำเนินการวิจัย	47
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	54
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	
ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็ง และการสะท้อนความคิด	
เรื่อง ปราบกฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	54
แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็ง และการสะท้อนความคิด	
เรื่อง ปราบกฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	81
สรุปผลการวิจัย	85
ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	89
ภาคผนวก	94
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	95
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	97
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	103
ภาคผนวก ง เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	122
ภาคผนวก จ ตารางวิเคราะห์ข้อมูล	133
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	146

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แผนผังการกระจายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปრაกฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	46
2	ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นต่างๆ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปრაกฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	56
ตารางผนวกที่		
1	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 1	123
2	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 2	124
3	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 3	125
4	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 4.1	126
5	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 4.2	127
6	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 4.3	128

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
7	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 5	129
8	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 6	130
9	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 7	131
10	เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามข้อที่ 8	132
11	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 1 การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	134
12	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 1 การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	135
13	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 2 การสังเกตและการลงสรุปและการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	136

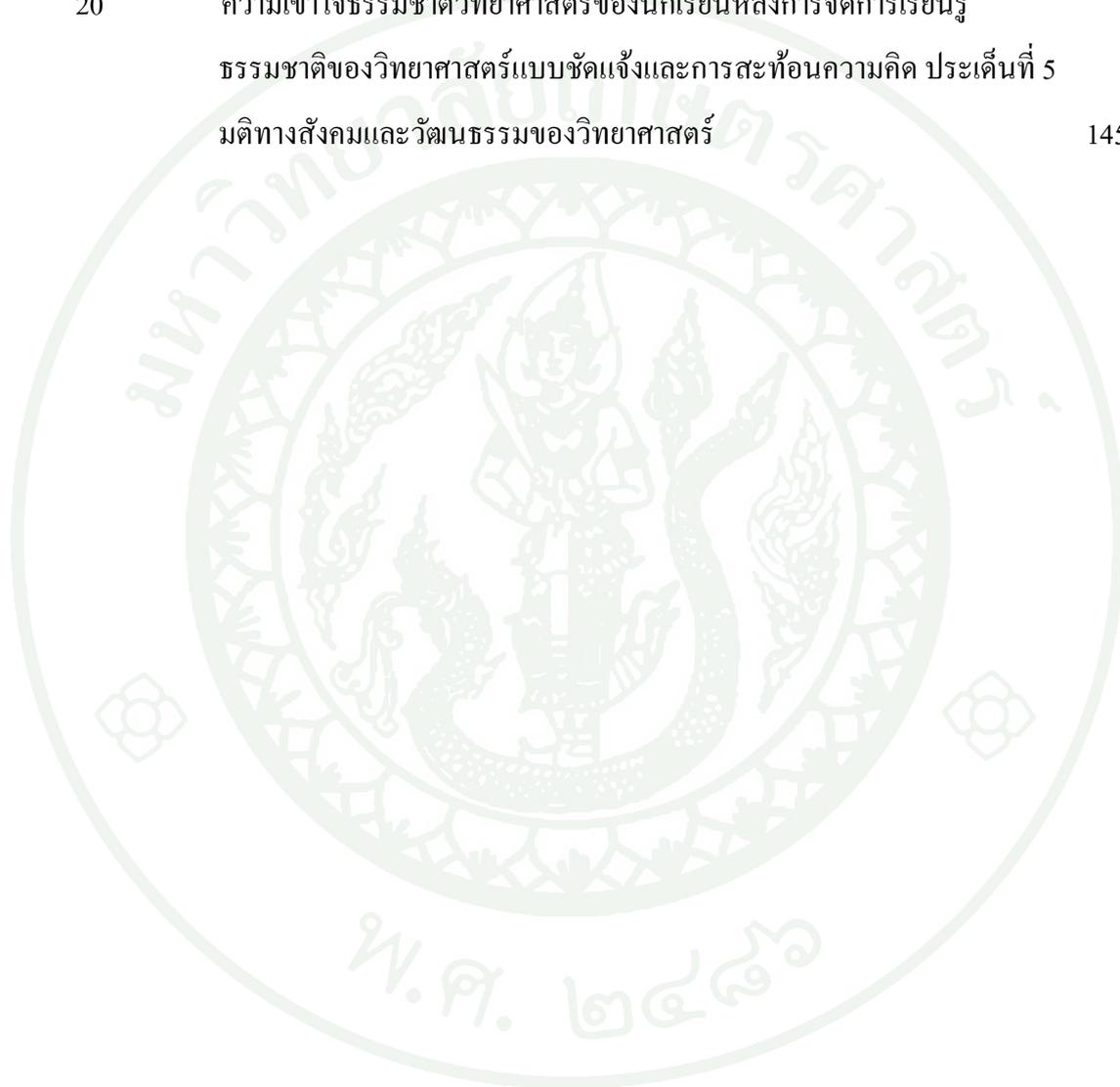
สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
14	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 2 การสังเกตและการลงสรุปและการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	138
15	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	140
16	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	141
17	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 4 ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	142
18	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 4 ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	143
19	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 5 มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

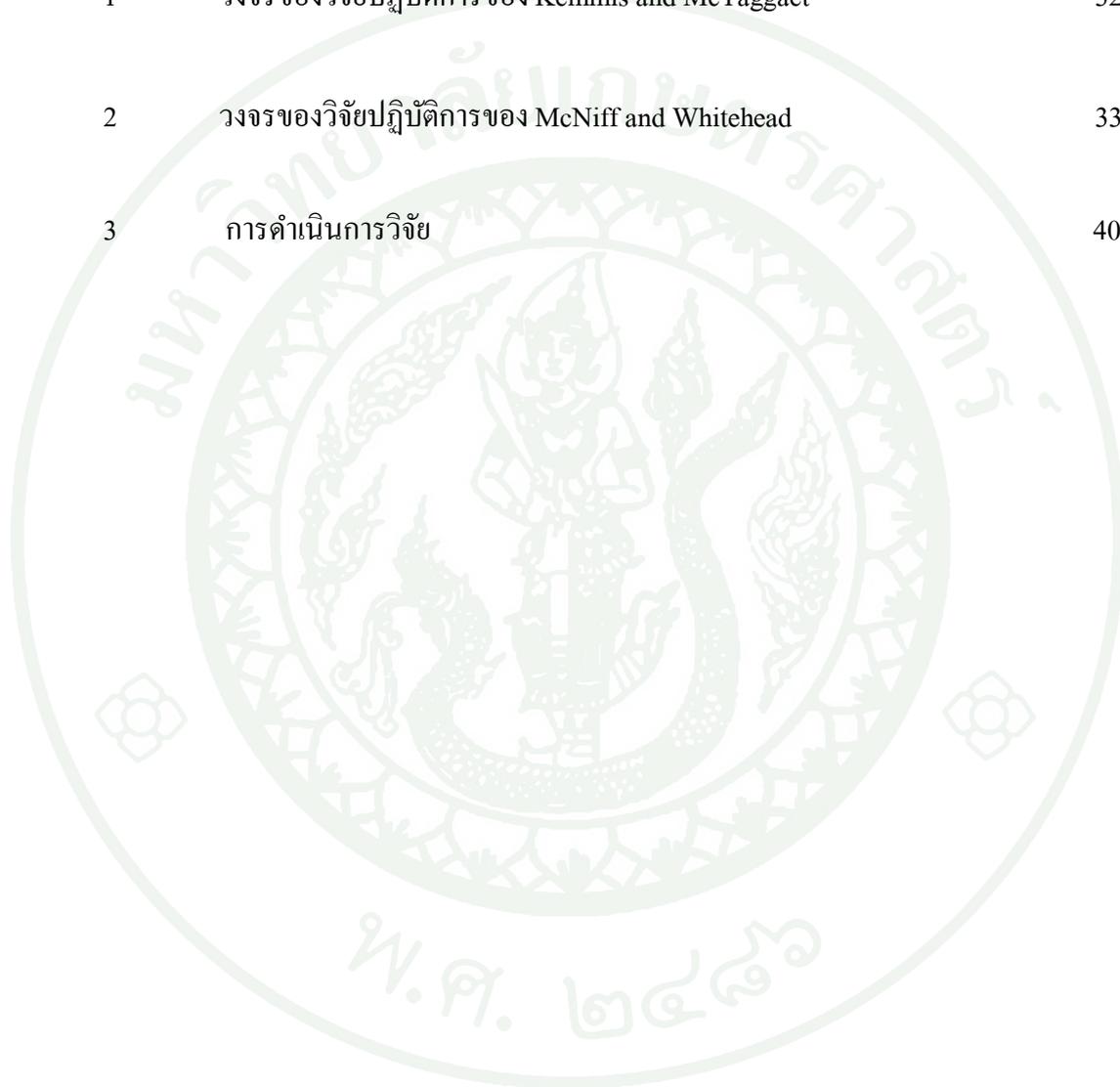
ตารางผนวกที่	หน้า
20	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 5 มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

145



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วงจรของวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggaet	32
2	วงจรของวิจัยปฏิบัติการของ McNiff and Whitehead	33
3	การดำเนินการวิจัย	40



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในสังคมปัจจุบันและจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน มนุษย์สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน และประกอบอาชีพต่างๆ นอกจากนี้ เครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ใช้ในปัจจุบันนั้นก็ล้วนเป็นผลจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และความรู้ในศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์จึงทำให้บุคคลได้มีการพัฒนาทักษะการคิด การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ และช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ให้สูงขึ้น ตลอดจนเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge – based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งที่แสดงออกถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์คือ การมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) (American Association for the Advancement of Science, 1993) ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) นั้นเป็นเป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งของวิทยาศาสตร์ศึกษาในหลายประเทศ ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรระดับชาติในประเทศสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และแคนาดา (McComas, 1998a อ้างใน สุทธิดา จำรัส, 2555)

รวมทั้งในประเทศไทยซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำเนินการจัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และได้มีการระบุมมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในมาตรฐาน ว 8.1 ได้กำหนดให้ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) นอกจากนี้ นักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์หลายกลุ่มได้ยืนยันว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และความสนใจในวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน รวมไปถึงการตัดสินใจในการ

แก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Science literate person) คือ มีความสามารถในการสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์รอบๆ ตัว ไม่ว่าจะเป็นการวิพากษ์ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหา ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่น และระดับชาติ (สุทธิดา จำรัส, 2555)

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนยังคงขาดความเข้าใจและมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายประเด็น เช่น ประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นงานทางสังคมที่ซับซ้อน โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองเพื่อประโยชน์ของตนเองมากกว่าประโยชน์ส่วนรวม (สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ชูตากม และ อรุณี อิงคากุล, 2548) ประเด็นเกี่ยวกับความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่ากฎมีความน่าเชื่อถือมากกว่าทฤษฎีเพราะกฎไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (สุทธิดา จำรัส, นฤมล ชูตากม และ พรทิพย์ ไชโย, 2552) ประเด็นเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากเป็นความรู้ที่ผ่านการพิสูจน์และตรวจสอบโดยการทดลองแล้ว (กาญจนา มหาลี, 2553) ประเด็นเกี่ยวกับทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้และผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่ากฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ประเด็นเกี่ยวกับอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมต่อวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่าการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม การเมือง และศาสนา (ขวัญหญิง ทิพแก้ว, 2555; ทศนี พุฒนอก, ปรีชา บุญญศิริ, และ สุปรียา ศรีวิจิตรเกษม, 2555) และประเด็นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ แต่ผู้เรียนไม่เข้าใจว่าหลักฐานเชิงประจักษ์ไม่ใช่สิ่งที่มีความชัดเจนในตัวเองหรือสิ่งที่สามารถอธิบายตัวเองได้ (ลี้อา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล, 2555)

นอกเหนือจากการศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแล้ว ยังมีการศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนอีกด้วย ซึ่งพบว่าครูผู้สอนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ถูกต้องครบถ้วนในหลายประเด็น เช่น ครูประถมศึกษายังมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอโดยครูเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์ดำเนินตามลำดับขั้นตอนที่แน่นอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และไม่ใช้จินตนาการในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ลฎาภา สุทธกุล, นฤมล ชูตากม, และ บุญเกื้อ วัชรเสถียร, 2555) รวมทั้งครู

วิทยาศาสตร์มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระยะปรับเปลี่ยนจำนวน 3 ประเด็น ได้แก่ การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ขวัญหญิง ทิพแก้ว, 2555) นอกจากนี้ ได้มีการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า นิสิตครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเข้าใจประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนบางประเด็น โดยนิสิตครูมีความเข้าใจว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนที่ตายตัวและเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ไม่ใช่สิ่งจำเป็นในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นกับปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม (พดุมพร ลลิตนุรักษ์, 2554) จากผลการวิจัยดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่าหากครูผู้สอนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ที่สำคัญดังกล่าวแล้ว ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนได้ (Lederman and Abd-El-Khalick, 2000 อ้างใน กาญจนา มหาดี, 2553)

จากประสบการณ์การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของผู้วิจัยในปีการศึกษา 2554 ที่ผ่านมา ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ปฏิบัติการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 (รหัส ว 21101) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 5 (รหัส ว 23102) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยและอาจารย์นิเทศก์ได้สะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย โดยสรุปพบว่า ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่ ด้วยการสอนแบบการบรรยายเป็นหลัก แต่บางครั้งผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ นอกห้องเรียน เช่น การค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต สวนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน ห้องสมุด ป้ายนิเทศ เป็นต้น และบางครั้งแม้ว่าผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองก็ตาม แต่ผู้วิจัยไม่มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตลอดจนไม่ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองและผู้วิจัยไม่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเท่าที่ควรซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนยังขาดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลายประเด็น เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีดังนี้ โดยครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ที่สะท้อนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกประเด็น เช่น วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมต่อวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่เพียง

มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ในการสอนวิทยาศาสตร์ที่คตินั้น ครูผู้สอนควรมีการนำเสนอประเด็นที่หลากหลาย เช่น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ การสอนวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเห็นว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม การนำเสนอประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่น่าสนใจของสังคมมาบูรณาการกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน (โครงการผลิตนักวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์, 2551) อังใน สุทธิดา จำรัส, 2555) จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองที่หลากหลายมากขึ้น รวมทั้งต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ทั้งเนื้อหาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเวลาเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ (สุทธิดา จำรัส, 2555)

อย่างไรก็ตาม ในอดีตที่ผ่านมา มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อาทิ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ (Historical Approach) โดยลักษณะการสอนมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่เกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และลักษณะองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ การสอนโดยวิธีนี้จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับเนื้อหาในบางเนื้อหา และช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ในบางประเด็นเท่านั้น (กาญจนา มหาลี, 2553) ส่วนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit Approach) มีลักษณะการสอน คือ เป็นการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาความรู้และเน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยไม่มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ออกมาให้ผู้เรียนได้รู้และไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเอง ซึ่งวิธีการเรียนรู้นี้ไม่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพได้ (สุชาวัลย์ มีศรี, 2550) และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective Approach) มีลักษณะการสอน คือ ผู้สอนให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยระบุการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านการอธิบาย การตอบคำถาม การอภิปราย หรือแสดงความคิดเห็นในลักษณะที่เรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว

สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทัศนคติและมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ผู้เรียนคิดว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร รวมทั้งมีการวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้ (กาญจนา มหาดี, 2553; อังคณา ปัทมพงศา, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, และ ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2555) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องมีการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective Approach) ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น (กาญจนา มหาดี, 2553; อังคณา ปัทมพงศา, 2555; เบญจพร สาทักดี, 2555; Akerson, Abd- El-Khalick, Lerderman, 2000; Khishfe and Abd- El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008; Jurarat Liangkriilas, 2009)

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด ซึ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ประกอบกับผู้วิจัยต้องการปรับปรุงการปฏิบัติการสอนของตนเองที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในเรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริงของผู้เรียนทั้งในเรื่องพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม การพยากรณ์อากาศ เอลนีโญ-ลานีญา การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกและมลพิษทางอากาศ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น หากผู้สอนมีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาและบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว อาจส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ประจำปีการศึกษา 2556 ซึ่งผู้วิจัยจะนำผลวิจัยที่ได้เสนอแนะกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ อย่างไร

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปραภูกการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปราภูกการณ์ทางลมฟ้าอากาศ
2. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปราภูกการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย

โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยมีจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งหมด 482 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 260 คน และนักเรียนชาย 222 คน

2. กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จากโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 51 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 17 คน และนักเรียนหญิง 34 คน โดยเป็นห้องเรียนที่ละความสามารถของนักเรียน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

ระหว่างเดือน มกราคม – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 รวมระยะเวลา 8 สัปดาห์

4. ประเด็นที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมี 5 ด้าน ได้แก่

- 1) หลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 2) การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
- 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 4) ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 5) มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

5. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในศึกษาครั้งนี้ คือ ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด 7 เรื่อง ได้แก่ พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม การพยากรณ์อากาศ เอลนีโญและลานีญา การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก และมลพิษทางอากาศ โดยผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และกำหนดคาบของการสอนเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พายุฟ้าคะนอง จำนวน 1 แผน (1 คาบ) พายุหมุนเขตร้อน จำนวน 1 แผน (1 คาบ) มรสุม จำนวน 1 แผน (1 คาบ) การพยากรณ์อากาศ จำนวน 1 แผน (2 คาบ) เอลนีโญและลานีญา จำนวน 1 แผน (1 คาบ) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก จำนวน 1 แผน (2 คาบ) และมลพิษทางอากาศ จำนวน 1 แผน (1 คาบ) รวมใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 แผน (รวมทั้งหมด 9 คาบ)

นิยามศัพท์เฉพาะ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างของวิทยาศาสตร์จากศาสตร์อื่น เช่น การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานร่วมกันของ

นักวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนในการอธิบาย เปรียบเทียบและยกตัวอย่าง ได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับประเด็นของวิทยาศาสตร์ซึ่งได้แก่ หลักฐานเชิงประจักษ์ทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีในวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว ซึ่งการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถวัดได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยมีประเด็นที่ศึกษาจำนวน 5 ประเด็น ได้แก่ หลักฐานเชิงประจักษ์ทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยผู้สอนระบุนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แสดงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ในแผนการสอนอย่างชัดเจน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น รวมทั้งมีการวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูผู้สอนได้ทราบความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. ผู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ครูผู้สอน โรงเรียน ผู้สร้างและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สถาบันผลิตและพัฒนาครู สามารถนำผลวิจัยไปใช้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ และศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.3 ขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4. การวิจัยปฏิบัติการ

4.1 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

4.2 ลักษณะของการวิจัยปฏิบัติการ

4.3 ขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เริ่มได้รับความสนใจตั้งแต่ช่วงศตวรรษที่ 20 โดยนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ มีความคิดเห็นว่า การเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะในส่วนขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการปฏิบัติการนั้นไม่เพียงพอ นักเรียนต้องเข้าใจความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ผสมผสานมาจากปรัชญาวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยาเพื่ออธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลายๆ แง่มุม เช่น วิทยาศาสตร์สามารถทำอะไรได้บ้าง การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรม (McComas, 1998a อ้างใน สุทธิดา จำรัส, 2555)

จากความสำคัญดังกล่าวจึงทำให้นานาประเทศได้กำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) เป็นเป้าหมายที่สำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรระดับชาติในประเทศสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และแคนาดา (McComas, 1998a อ้างใน สุทธิดา จำรัส, 2555) นอกจากนี้ การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และวิธีการหาความรู้ใหม่ ตลอดจนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2554) และเป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งที่แสดงออกถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, 1993) ส่วนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้มีการกำหนดสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ในสาระวิทยาศาสตร์สาระที่ 8 มาตรฐานที่ 8.1 ไว้ในทุกๆระดับชั้น โดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ว่าผู้เรียนควรสามารถ “ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

โดยสรุปจากความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ทำให้หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้นควรมุ่งเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปใช้แก้ปัญหาหรือตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย ดังนี้

McComas (2000) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน เช่น ประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เพื่ออธิบายว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร มีกระบวนการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่ม สังคมได้อย่างไร และสังคมมีปฏิสัมพันธ์อย่างไรในการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

Lederman, Abd-El-Khalick, Bell and Schwartz (2002) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอ้างถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในฐานะที่เป็นวิถีของการเรียนรู้ หรือ ค่านิยม ความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สสวท. (2551) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นค่านิยมข้อสรุปแนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใคร ทำงานอย่างไร และงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม ค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบายเหล่านี้จะผสมผสานกลมกลืนอยู่ในตัววิทยาศาสตร์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการมองสิ่งเหล่านี้ในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติวิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

จากความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างของวิทยาศาสตร์

จากศาสตร์อื่น เช่น การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

3. ขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และนักวิจัยได้อธิบายขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise) ซึ่งในแต่ละด้านสามารถสรุปได้ดังนี้ (AAAS, 1990; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554)

ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View)

นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวถึง ความเชื่อพื้นฐานบางอย่างและทัศนคติเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโลกและจักรวาลที่เกิดขึ้นและลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้

วิทยาศาสตร์คือ การพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกหรือในจักรวาลที่เกิดขึ้น เป็นรูปแบบที่สอดคล้องกันสามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญาและวิธีการศึกษาที่เป็นระบบผสมผสานกับการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่างๆ ที่ทันสมัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกและจักรวาลได้ ซึ่งวิทยาศาสตร์มีความเป็นสากลและเป็นระบบเดียวที่กว้างใหญ่ในจักรวาล ดังนั้น ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น จะอยู่ภายใต้พื้นฐานเดียวกัน เช่น กฎการเคลื่อนที่และแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่ตกลงบนพื้นผิวโลก นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาอธิบายการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ได้เช่นกัน การใช้กฎหรือแบบแผนที่เหมือนกันนี้ไม่ได้หมายความว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจะเหมือนกัน เพียงแต่ใช้กฎเดียวกันอธิบายปรากฏการณ์ เช่น ค่าแรงโน้มถ่วงบนโลกและดวงจันทร์จะแตกต่างกัน แต่ก็ใช้กฎเดียวกันอธิบายความสัมพันธ์ของแรงโน้มถ่วงกับมวลและความเร่ง เป็นต้น

1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์คือ กระบวนการสร้างองค์ความรู้ซึ่งประกอบด้วย การสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ การเปลี่ยนแปลงความรู้เป็นสิ่งที่ไม่สามารถสามารถหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งการสังเกตครั้งใหม่อาจได้ข้อมูลที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วยังไม่สามารถอธิบายได้นักวิทยาศาสตร์คิดว่าแม้ว่าในมุมมองวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีความจริงใดที่สมบูรณ์แบบที่สุด (Absolute Truth) แต่ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นจะยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความรู้ใหม่คัดค้านกับความรู้เดิม โดยความรู้ใหม่นั้นสามารถอธิบายได้อย่างกว้างขวาง ครอบคลุมมากกว่า ในทางวิทยาศาสตร์มีการตรวจสอบและการพัฒนาทฤษฎีอยู่เสมอ บางครั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงทฤษฎีเก่าเป็นทฤษฎีใหม่ หรือการพัฒนาทฤษฎีใหม่โดยอาศัยพื้นฐานจากทฤษฎีเก่า เช่น ในสมัยก่อนคนเชื่อว่าโลกแบน แต่เมื่อมีการค้นพบและมีหลักฐานมาอธิบายมากขึ้น แนวคิดดังกล่าวก็เปลี่ยนไปโดยเชื่อว่าโลกกลม เป็นต้น

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน

แม้ว่าในมุมมองวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีความจริงใดที่สมบูรณ์แบบที่สุด (Absolute Truth) และยอมรับความไม่แน่นอนเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทนเชื่อถือได้เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้องแม่นยำและเป็นที่ยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ แต่ความรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทนในระยะหนึ่ง ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการปรับปรุง พัฒนาความคิดทฤษฎีเดิม หรือขยายความคิดทฤษฎีเดิมมากกว่าการปฏิเสธความคิดหรือยกเลิกทฤษฎีและมีแนวโน้มที่ความรู้จะยังคงอยู่ต่อไปและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง เช่น ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ที่กล่าวว่า อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันย่อมมีสมบัติเหมือนกัน โดยทฤษฎีดังกล่าวนี้ก็ยังคงได้รับการยอมรับอยู่ ทั้งที่ยังมีทฤษฎีอะตอมของทอมสันหรือรัทเทอร์ฟอร์ดที่พัฒนาขึ้นภายหลัง ทั้งนี้เพราะทฤษฎีดังกล่าวยังสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

1.4 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แบบได้ทุกคำถาม

แม้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่อธิบายหรือเข้าใจได้ แต่ในบางเรื่องก็ไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ ตัวอย่างเช่น ความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งเหนือธรรมชาติ

หรือเรื่องที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ เช่น พลังเหนือธรรมชาติ (Supernatural Power and Being) ความเชื่อเรื่องปาฏิหาริย์ (Miracle) โสยศาสตร์ (Superstition) การทำนายโชคชะตา (Fortune-telling) หรือโหราศาสตร์ (Astrology) ซึ่งเรื่องต่างๆ เหล่านี้ไม่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ไม่มีหน้าที่ให้คำตอบและตัดสินถูกผิดในเรื่องเหล่านี้ แม้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจให้คำตอบหรือทางเลือกที่เป็นไปได้ก็ตามเพราะเป็นเรื่องเกี่ยวกับจิตใจที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรวจวัดได้ยากและอาจจะไม่สามารถตัดสินได้

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ มีส่วนที่คล้ายคลึงกัน ในหลักฐาน การใช้ทฤษฎีพื้นฐาน หลักการและเหตุผล และอื่นๆ อีกมากมาย อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นที่แตกต่างกันในเรื่องของการปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ตลอดจนวิธีการค้นคว้าหาความรู้ที่แตกต่างกัน การเชื่อถือข้อมูลในอดีตหรือการค้นพบจากการทดลอง การวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้อาศัยการสังเกตเพียงอย่างเดียวและไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว วิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะตัวในเรื่องการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Inventiveness) และเป็นทั้งการทำงานโดยส่วนตัวและการทำงานร่วมกันของกลุ่มคน แม้ว่าลักษณะดังกล่าวจะเป็นลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แต่นักวิทยาศาสตร์ทุกคนสามารถฝึกคิดเกี่ยวกับหลายสิ่งหลายอย่างทางวิทยาศาสตร์ที่สนใจรวมทั้งเรื่องราวต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ประเด็น ดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับการอ้างอิงหลักฐานที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจที่จะทำให้ข้อมูลถูกต้องโดยการพยายามค้นหาหลักฐาน ซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างอดทน ซึ่งทำในสถานที่จริง เช่น การสังเกตแผ่นดินไหว การอพยพย้ายถิ่นของนก เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์จะใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต ได้แก่ ตา ลิ้น หู จมูก และกายสัมผัส แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้ อาจไม่สามารถได้มาเนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ นักวิทยาศาสตร์จึงได้พัฒนาเครื่องมือและเทคนิคต่างๆ ที่ช่วยขยายประสาทสัมผัสในส่วนต่างๆ ให้ดีขึ้น เช่น การใช้กล้อง

จุลทรรศน์เพื่อช่วยขยายประสาทสัมผัสในการมองเห็น และเครื่องมือสำหรับบันทึกคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ ที่นอกเหนือจากสิ่งที่มนุษย์รับรู้ได้ เช่น สนามแม่เหล็ก เป็นต้น

ในบางครั้งการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ นักวิทยาศาสตร์สามารถควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้อย่างรอบคอบและแม่นยำ เพื่อการได้มาซึ่งหลักฐาน ตัวอย่างเช่น การควบคุมอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารเคมี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม บางครั้งการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์การควบคุมตัวแปรต่างๆ ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับดวงดาว การศึกษาเกี่ยวกับคน พฤติกรรมของสัตว์ ซึ่งจากการสังเกตอาจไม่ได้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริง เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ เนื่องจากความเชื่อในหลักฐาน นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามพัฒนาเครื่องมือและเทคนิคที่ดีขึ้นมาเพื่อใช้ในการสังเกตและการค้นพบต่างๆ ของผู้ศึกษาวิจัยจะต้องได้รับการตรวจสอบและได้รับการยอมรับจากหลักฐานดังกล่าวจากบุคคลอื่นด้วย

2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ

การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกซึ่งต้องมีการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุป อย่างไรก็ตาม การใช้ตรรกะเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการให้เหตุผลเชิงตรรกะและความคิดสร้างสรรค์จึงมีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างสมมติฐานทฤษฎีเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงต้องเชื่อถือและยอมรับในหลักการและเหตุผลที่เชื่อมโยงกันหลักฐานและข้อสรุปที่สร้างขึ้น เมื่อนักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีที่มีอยู่เดิมเพื่อนำไปใช้ให้มากขึ้นและให้เป็นที่ยอมรับ นักวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้หลักการและเหตุผลและการตรวจสอบหลักฐาน แต่อย่างไรก็ตาม หลักฐานนั้นยังไม่เพียงพอเพราะหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวไม่ได้ทำให้เกิดความหมายใดๆ หากไม่มีจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในโลกและนำมาเขียนอธิบายเป็นผลงานอย่างสร้างสรรค์และสามารถตรวจสอบได้ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์จึงจำเป็นต่อการอธิบายและให้ความหมายสิ่งที่ค้นพบ

2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย

นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและ

ปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อนเช่น ทฤษฎีการเคลื่อนตัวของทวีปมีความน่าเชื่อถือเพราะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่สอดคล้องกันเช่น การเกิดแผ่นดินไหวภูเขาไฟ ความเหมือนกันของซากฟอสซิล (Fossil) ที่พบในทวีปต่างๆรูปร่างของทวีปต่างๆและความสูงต่ำของพื้นที่ทะเล เป็นต้น นอกจากนี้วิทยาศาสตร์จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ แล้ววิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ในอดีตหรือในอนาคตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน เช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับต้นกำเนิดของมนุษย์ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากซากฟอสซิลที่ยังเหลืออยู่ แล้วสามารถนำมาศึกษาข้อมูลต่างเพิ่มเติมได้

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงอคติ

เมื่อมีการค้นพบข้อมูลต่างๆ หลักฐานจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีอคติเกิดขึ้นในขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือแม้กระทั่งการพิจารณาข้อมูล เชื้อชาติ เพศ อายุ และการเมืองอาจจะมีส่วนที่ทำให้เกิดความลำเอียง ความมีอคติอาจเกิดจากตัวบุคคลที่กำลังทำการสังเกต การตรวจสอบ การเลือกกลุ่มตัวอย่าง และการใช้เครื่องมือต่างๆ อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามค้นหาแหล่งที่มาของการเกิดอคติและพยายามหลีกเลี่ยงอคติแม้ว่าจะทำไม่ได้โดยตรงก็ตาม การป้องกันไม่ให้เกิดอคติก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ทำได้โดยให้มีผู้ศึกษาหลายกลุ่มสามารถทำงานในเรื่องเดียวกันได้ หรือการหลีกเลี่ยงการเกิดอคติวิธีการหนึ่งทำได้โดยการสังเกต ทดสอบหรือทดลองหลายๆ ครั้ง และทำการศึกษาในเรื่องเดียวกันแต่มีกลุ่มผู้ที่ศึกษาหลายกลุ่ม

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเผด็จการหรือมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น

วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับนับถือการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น (Authority) และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหนไม่ว่าจะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่การทำงานที่สูงกว่าจะมีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริงหรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่นๆเพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ตัวเองด้วยความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ โดยอาศัยแหล่งข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถพิสูจน์ตรวจสอบได้และความคิดเห็นที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาที่เกี่ยวข้อง

ด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise)

กิจการทางวิทยาศาสตร์ คือ เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีมิติในระดับของบุคคล สังคม หรือองค์กร ที่มีลักษณะซับซ้อนและสำคัญต่อมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน

3.1 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับบุคคลเป็นจำนวนมาก มนุษย์ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ตลอดเวลา บุคคลเหล่านี้ได้แก่นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร นักคณิตศาสตร์ นักฟิสิกส์ นักโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บรรณารักษ์ และอื่นๆ บุคคลเหล่านี้สามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการทำงานของตน กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมทางสังคมและได้รับผลสะท้อนต่อความคิดเห็นและมุมมองต่างๆ

วิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อสังคมเป็นอย่างมาก นักวิทยาศาสตร์ถูกจ้างให้มาทำงานในมหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐบาล องค์กรวิจัยอิสระ และสมาคมวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาจจะทำงานโดยลำพังหรือทำงานเป็นกลุ่มเล็ก หรือทำงานในกลุ่มวิจัยขนาดใหญ่ สถานที่ทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้แก่ ในห้องเรียน สำนักงาน ห้องปฏิบัติการทดลอง หรือการสำรวจธรรมชาติตั้งแต่อวกาศจนถึงใต้มหาสมุทร

เนื่องจากธรรมชาติของสังคมวิทยาศาสตร์การเผยแพร่ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญเพื่อความคืบหน้าทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์บางคนนำเสนอผลการวิจัยและทฤษฎีของพวกเขาในเอกสารที่มีการส่งมอบในที่ประชุมหรือตีพิมพ์ในวารสารทางวิทยาศาสตร์ เอกสารเหล่านี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ได้ทราบเกี่ยวกับแนวคิดและการทำงานของพวกเขาก็ไปสู่การวิจารณ์โดยนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ

3.2 วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร

วิทยาศาสตร์คือ การรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ปรากฏการณ์ที่ศึกษาเป้าหมายและเทคนิควิธีการที่ใช้การดำเนินงานที่แยกออกเป็นสาขาต่างๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบแต่

แต่ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่างๆ โดยตรงดังจะเห็นได้จากสาขาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาขา เช่น ฟิสิกส์ดวงดาว (Astrophysics) หรือชีววิทยาสังคม (Sociobiology) เป็นต้น นอกจากนี้กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ยังมีการดำเนินการในหลากหลายองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ภาครัฐกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงาน รัฐบาล หรือองค์กรอิสระ แต่อาจมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน เช่น มหาวิทยาลัยเน้นการแสวงหาความรู้และการให้การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ส่วนภาครัฐกิจอุตสาหกรรมมุ่งเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อประโยชน์และการนำไปใช้ เป็นต้น

3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ

นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (Ethical norms of science) เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูลมีความซื่อสัตย์ ความมีใจกว้าง เป็นต้น เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูลหรือข้อมูลค้นพบเป็นต้นจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอีกประการก็คือ การระวังอันตรายที่อาจเกิดจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หรือการนำผลการศึกษาไปใช้เช่นในการวิจัยกับคนนักวิทยาศาสตร์ต้องขออนุญาตและแจ้งให้บุคคลนั้นทราบถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ประโยชน์ที่ได้รับและสิทธิในการปฏิเสธการเข้าร่วมงานวิจัย เป็นต้น

3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและพลเมืองคนหนึ่ง

ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทักษะและประสบการณ์เฉพาะทางแต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะพลเมืองคนหนึ่งที่มีมุมมองความสนใจค่านิยมและความเชื่อส่วนตัว นักวิทยาศาสตร์สามารถนำเอาความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ใช้ในการวิเคราะห์มาใช้กับเรื่องที่กำลังเป็นประเด็นในสังคมและสามารถช่วยเหลือสังคมให้เข้าใจสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ได้

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกกลุ่ม (Lederman *et al.*, 2002; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) ได้อธิบายขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. หลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Empirical Nature of Scientific Knowledge) หมายถึง วิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่ง

สามารถอธิบายขอบเขตของการสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ และการขยายขอบเขตในการสังเกตโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้

2. การสังเกต การลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Observation, Inference, and Theoretical Entities in Science) หมายถึง วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็น ข้อมูลจากการสังเกตเป็นการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรือผ่านเครื่องมือ การลงความคิดเห็นเป็นการแปลความมาจากการสังเกตสิ่งเหล่านั้น ดังนั้นควรแยกการสังเกตและการลงข้อสรุปที่มีความแตกต่างกันได้ จะทำให้เข้าใจความเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ ยกตัวอย่าง เช่น การสังเกตคือ การบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น การปล่อยวัตถุตกลงสู่พื้นดิน แต่การลงข้อสรุปไม่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น การที่วัตถุตกลงสู่พื้นเป็นเพราะแรงโน้มถ่วงของโลก การที่เข้าใจความแตกต่างของทั้งสองสิ่งจะทำให้เข้าใจ ข้อสรุปต่างๆ ทฤษฎีต่างๆ ที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์

3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Theories and Laws) ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน กฎ (Law) คือ ข้อสรุปโดยทั่วไปเป็นการบรรยายรูปแบบข้อเท็จจริงในธรรมชาติรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้ ส่วนทฤษฎี (Theory) คือ คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ และกฎก็ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี เช่นกัน ดังนั้นทั้งสองจึงเป็นประเภทขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน

4. ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Creative and Imaginative Nature of scientific Knowledge) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกพัฒนามาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ อย่างไรก็ตามความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์และการให้เหตุผลเชิงตรรกะ การสร้างสรรค์ความรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและลงความคิดเห็นปรากฏการณ์การธรรมชาติ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถเฉพาะตัวของบุคคลซึ่งทำให้การแปลความหมายสิ่งเดียวกันของแต่ละคนแตกต่างกันไป และในกระบวนการหาความรู้ นักวิทยาศาสตร์มักจะใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการหาความรู้ เช่น การตั้งคำถาม การวางแผน การออกแบบ การทดลอง การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Theory – Laden Nature of Scientific Knowledge) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลและถูกขับเคลื่อนโดยกฎหรือ

ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จะได้รับการยอมรับในช่วงเวลาหนึ่ง ส่งผลให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปแต่อยู่กรอบภายใต้แนวคิดเดิม จึงเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การถูกเหนี่ยวนำ ทำให้นักวิทยาศาสตร์คิดหรือตัดสินใจตามกรอบ ยกเว้นมีการตีความข้อมูลจากมุมมองที่แตกต่างจากเดิม ซึ่งวิธีการนี้ทำให้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตโนมัติแฝงอยู่ สิ่งนี้นักวิทยาศาสตร์คิดหรือเห็นจึงมักประกอบด้วยกรอบความคิด ความเชื่อ และค่านิยมของนักวิทยาศาสตร์ด้วย

6. มติทางสังคมและวัฒนธรรมของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge) หมายถึง วิทยาศาสตร์เป็นองค์การขนาดใหญ่ที่มีมนุษย์เป็นผู้ดำเนินการ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่ เช่น โครงสร้างทางสังคม อำนาจทางการเมือง ปัจจัยทางสังคม และเศรษฐกิจ ปรัชญาและศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม ประเพณี รวมทั้งค่านิยมทางสังคม การบอกกล่าวเรื่องราววิวัฒนาการของมนุษย์ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ชีวสังคมอาจจะแสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรมที่ส่งผลกระทบต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์

7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Myth of the Scientific Method) หมายถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวและนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนก่อนหลัง ซึ่งในการทำงานจริงของนักวิทยาศาสตร์ได้มีการสลับขั้นตอนไปมา ข้ามขั้นตอนหรือทำซ้ำ นอกจากนี้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเพียงแค่การทดลองอย่างเดียว อาจได้มาจากการสังเกต การสำรวจ การเปรียบเทียบ การทดสอบ การคาดคะเน การกำหนดสมมุติฐาน การสร้างแบบจำลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างทฤษฎีและคำบรรยาย

8. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (The Tentative Nature of Scientific Knowledge) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ที่ได้จากการสังเกต ความก้าวหน้าของการคิด เทคโนโลยีสมัยใหม่ และคุณสมบัติอื่นๆ ทั้งหมดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นเหตุผลความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสิ่งที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์

McComas (2008) ได้ให้ขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์

2. การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีปัจจัยร่วมกันและมีจิตวิทยาศาสตร์ มาตรฐาน การคิดเชิงเหตุผล กระบวนการ เช่น การสังเกต การบันทึกข้อมูล ความน่าเชื่อถือในการรายงาน โดยมีหลักการดังนี้

- 1) วิธีทดลองไม่ใช่เป็นเพียงหนทางเดียวที่จะนำไปสู่ความรู้
- 2) วิทยาศาสตร์มีการใช้ทั้งเหตุและผลแบบอุปนัยและนิรนัยในการตรวจสอบ
- 3) วิทยาศาสตร์มีการพัฒนามาจากวิทยาศาสตร์ปกติ (Normal Science) และการปฏิวัติ
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว มีความมั่นคงในตัวเอง
4. กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันในชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สมมุติฐานมีความพิเศษ แต่เป็นชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน
5. วิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบ
6. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มององค์ประกอบเป็นของตนเอง ความคิด และการสังเกตในทางวิทยาศาสตร์จะมีทฤษฎีอยู่เบื้องหลัง ซึ่งอาจทำให้เกิดอคติในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์
7. ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม สังคมมีผลต่อการทำงานโดยตรงของวิทยาศาสตร์
8. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลซึ่งกันและกันแต่ทั้งสองสิ่งนี้ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน
9. วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม

จากขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1989) และขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman *et al.* (2002) และ McComas (2008) มีความสอดคล้องกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้กรอบแนวคิดของ Lederman *et al.* (2002) ซึ่งขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman *et al.* (2002) ได้แก่ หลักฐานเชิงประจักษ์ทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีในวิทยาศาสตร์ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และ

จินตนาการธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกรอบแนวคิดเกี่ยวกับขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman *et al.* (2002) สอดคล้องกับขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1989) ทั้ง 3 ด้าน และครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สำคัญต่างๆ และผู้วิจัยใช้เป็นกรอบแนวคิดดังกล่าวในการปรับปรุงเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบ D (View of Nature of Science Questionnaire : VNOS – Form D) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพและสามารถศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ศึกษาทั่วโลกจึงให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้รับการเน้นย้ำให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทัศนคติหรือความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะ มีข้อจำกัดหรือขอบเขตของวิทยาศาสตร์ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีการ และการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในกลุ่มคนที่ทำงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทัศนคติหรือความเข้าใจดังกล่าวจะทำให้บุคคลสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และเกิดความตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์รวมทั้งเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมากยิ่งขึ้น (Lederman, 1992 อ้างใน ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์, 2553)

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีหลายวิธีการซึ่งแต่ละวิธีมีลักษณะแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์ค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ (Historical Approach) คือ การจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนนำประวัติศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานหรือประวัติของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้มาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการยอมรับในสมัยหนึ่งแต่ความรู้นั้นก็ยังสามารถ

เปลี่ยนแปลงได้ ลักษณะและบทบาทของนักวิทยาศาสตร์รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (McComas, 2000) นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ยากที่จะให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์และธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกันได้ในเวลาไม่นาน และในช่วงเวลาสั้นๆ ที่จะเปลี่ยนแปลงความคิด ความเข้าใจของนักเรียนได้และที่สำคัญการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกประเด็น จะต้องมีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (กาญจนา มหาลี, 2553)

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจน (Implicit Approach) มีลักษณะการสอน คือ เป็นการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาความรู้และเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ออกมาให้นักเรียนรู้และไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเอง ซึ่งวิธีการเรียนรู้นี้ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพได้ (สุชาวัลย์ มีศรี, 2550)

3. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective Approach) คือ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการเนื้อหาบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเอง ผ่านการอภิปราย การตอบคำถาม การอภิปราย หรือแสดงความคิดเห็นในลักษณะที่เรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทัศนคติและมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ (กาญจนา มหาลี, 2553) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากวิธีการนี้มีประสิทธิภาพการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าการจัดการเรียนรู้โดยผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ (Historical Approach) และการจัดการแบบไม่ชัดเจน (Implicit Approach) อย่างไรก็ตามความสำคัญของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด (Explicit and

Reflective Approach) ส่งผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้และควรมีการวัดและประเมินการสอนแบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดหลังจากการสอนเพิ่มเติม เนื่องจากการวัดและประเมินผลมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อให้สามารถพัฒนารูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไปได้ (Bell, Matkins, and Ganseder, 2011)

สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective Approach) ซึ่งลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยผู้สอนระบุนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แสดงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ในแผนการสอนอย่างชัดเจน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น รวมทั้งมีการวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน มีนักการศึกษาหลายท่านได้ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือหลายชนิดเพื่อนำมาใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพบว่าในปัจจุบันแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย Lederman *et al.* (2002) มีผลต่อการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS) มีหลายรูปแบบ เช่น แบบ A B C และ D ซึ่งในแต่ละแบบจะแตกต่างกันในด้านของข้อคำถามและความซับซ้อนของภาษาที่ใช้ในแบบวัด สำหรับแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกรูปแบบ (แบบ A B C และ D) ประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิด ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้เขียนความเข้าใจของตนเองในประเด็นของคำถามในแต่ละข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะวัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้หลายประเด็น พร้อมกับการสัมภาษณ์เพิ่มเติม แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีความเหมาะสมกับกลุ่มที่ศึกษาที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (Lederman *et al.*, 2002)

1. View of Nature of science Questionnaire Form A (VNOS-Form A)

เป็นเครื่องมือที่ Lederman and O' Malley พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1990 ซึ่งใช้รวบรวมข้อมูลในเชิงลึกที่ผู้วิจัยใช้ตรวจสอบมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิดมักใช้ควบคู่กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ประกอบด้วยข้อคำถาม 7 ข้อ ใช้ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกันเพื่อนำมาใช้เพื่ออธิบายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยศึกษามุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 2) การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 4) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

2. View of Nature of science Questionnaire Form B (VNOS-Form B)

เป็นเครื่องมือที่ Abd-El-Khalick และคณะได้ปรับปรุงและพัฒนาจาก View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form A) เป็น View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form B) ในปี 1998 เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยจากการปรับข้อคำถามของ VNOS-Form A ซึ่ง VNOS-Form B จะประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 7 ข้อเป็นการพยายามสร้างข้อคำถามที่สามารถศึกษามุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามในบริบทที่กว้างขึ้นสามารถอธิบายได้ นักวิจัยมักใช้ VNOS-Form B ร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและทำให้ผู้วิจัยสามารถอธิบายข้อคำถามที่ผู้ตอบไม่เข้าใจได้ โดยศึกษามุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

- 2) การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 4) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

3. View of Nature of science Questionnaire Form C (VNOS-Form C)

เป็นเครื่องมือที่ Abd-El-Khalick และคณะ ได้ปรับปรุงและพัฒนาจาก View of Nature of science Questionnaire (VNOS-Form B) ในปี 1988 เนื่องจากเมื่อทำการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือ VNOS-Form A และ VNOS-Form B โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ไม่มีประสบการณ์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่ามีบางข้อคำถามที่ยังไม่สามารถสรุปอภิปรายได้ แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ขยายความให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและเพิ่มข้อคำถาม 3 ข้อ เพื่อให้สามารถวัดมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้น โดยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ร่วมกันตรวจสอบจนได้ข้อคำถามที่สมบูรณ์ จำนวน 10 ข้อโดยประเด็นที่เพิ่มเข้ามา คือ วิทยาศาสตร์กับสังคมวัฒนธรรม นอกจากนี้ได้ปรับปรุงข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับประเด็นคำถามในแบบสอบถามเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการของผู้วิจัยยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถใช้ได้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาในระดับปริญญาตรีและครูผู้สอน โดยศึกษามุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 2) การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 4) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

5) ความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี

6) วิทยาศาสตร์กับสังคม และวัฒนธรรม

4. View of Nature of science Questionnaire Form D (VNOS-Form D)

เป็นเครื่องมือที่ Lederman and Abd-El-Khalick ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือขึ้นในปี 8 ค.ศ. 2002 เพื่อสามารถนำไปใช้ในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (Elementary) และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (Middle School) โดยมีการปรับปรุงให้มีข้อความจำนวน 7 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด โดย VNOS-Form D เป็นข้อความที่เข้าใจง่าย ไม่สับสน จึงเหมาะกับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยศึกษามุมมองของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 2) การสังเกตและการลงข้อสรุป
- 3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 4) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

5. View of Nature of science Questionnaire Form E (VNOS-Form E)

เป็นเครื่องมือที่ Lederman *et al.* (2002) ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงขึ้นเพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น โดยมีข้อความปลายเปิดจำนวน 7 ข้อ มีประเด็นและข้อความคล้ายกับ VNOS-Form D แต่จะเป็นการยกตัวอย่างสถานการณ์ และมีรูปภาพเพิ่มเติมเพื่อให้เด็กมีความเข้าใจมากขึ้น แต่ข้อจำกัดของ VNOS-Form E คือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งจะค่อนข้างยุ่งยากเนื่องจากต้องนำไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นซึ่งจะเขียนหนังสือได้ไม่เท่าที่ควร ดังนั้นจึงมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น

สำหรับในงานวิจัยนี้ กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ View of Nature of science Questionnaire Form D (VNOS-Form D) เป็นเครื่องมือสำหรับวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่ง VNOS-Form D มีความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ Lederman *et al.* (2002) และได้รับการปรับปรุงให้มีข้อความให้เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีข้อความที่เข้าใจง่ายและไม่สับสนดังนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพและสามารถศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม

การวิจัยปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ไว้ดังนี้

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล (2549) ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบถึงการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานเอง เพื่อเข้าใจดีขึ้นหรือปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำอยู่ มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งได้จากการรวบรวม การร่วมมือ การสะท้อนตนเองและใช้วิจารณ์ญาณประกอบภายใต้กรอบจรรยาบรรณที่ยอมรับกัน

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการรวบรวม หรือ การแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการซ้ำหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ

สุวิมล ว่องวานิช (2552) ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการไว้ว่า การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลที่ได้มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ หรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น

ราตรี นันทสุคนธ์ (2554) ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานจริง โดยมีครูเป็นทั้งผู้ผลิตงานวิจัย และผู้บริหาร โภคงานวิจัย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง

คือ ครูเป็นนักวิจัยในชั้นเรียน ครูนักวิจัยจะตั้งคำถามที่มีความหมายในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ แล้วจะวางแผนการปฏิบัติงานและการวิจัย หลังจากนั้นครูจะดำเนินการสอนไปพร้อมๆ กับการจัดเก็บข้อมูลตามที่ได้วางแผนการวิจัยไว้ นำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลการวิจัย แล้วนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นไป

Kemmis and McTaggart (1998 อ้างใน กิตติพร ปัญญาภิบาล, 2549) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า เป็นแบบหนึ่งของการรวบรวม การศึกษาค้นคว้า การสะท้อนตนเอง โดยผู้ปฏิบัติงานในสถานการณ์ทางสังคม (ชั้นเรียน) เพื่อปรับปรุงหลักการเหตุผลและความยุติธรรมของสังคม (ชั้นเรียน) ของตนเอง หรือปฏิบัติการทางการศึกษา ในขณะที่เดียวกันก็เข้าใจงานที่ปฏิบัติ และเข้าใจสถานการณ์ที่กำลังดำเนินอยู่

โดยสรุปการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) คือ การวิจัยที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และแสวงหาข้อเท็จจริงของการปฏิบัติงานของผู้วิจัย หรือการสะท้อนการปฏิบัติงานของผู้วิจัย เพื่อมีความเข้าใจดีขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำอยู่เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในงานได้ รวมทั้งผู้วิจัยมีการปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการซ้ำหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งผลของการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือสามารถแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ สำหรับการวิจัยปฏิบัติการจำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นในหน่วยงาน โรงเรียน และชั้นเรียน

2. ลักษณะสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการ

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2549) ได้เสนอลักษณะสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการ โดยการวิจัยปฏิบัติการเริ่มจากการปรับปรุงงานของตนเป็นรายบุคคล แล้วเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้รับรู้ และเมื่อเกิดปัญหาอย่างเดียวกันต้องได้รับการปรับปรุงหรือพัฒนางาน โดยร่วมมือกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ดังนั้น ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ได้แก่

1) ในขณะที่ผู้ปฏิบัติกำลังปฏิบัติงานอยู่ ควรลงมือดำเนินการโดยใช้หลากหลายวิธีเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข

2) กระบวนการดำเนินงานจะต้องผ่านวงจรที่ต่อเนื่องกันเป็นชุดๆ เป็นวงจรเกลียวสว่าน (วงจรหนึ่งประกอบด้วย ได้แก่ การวางแผน ลงมือปฏิบัติ สังเกต-รวบรวมข้อมูล และสะท้อนผล) ซึ่ง

วนอย่างเป็นระบบและมีการปฏิบัติการอย่างมีวิจารณญาณ การปฏิบัติมีความสอดคล้อง มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันจนทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

3) มีการตอบสนองที่ทันเวลา ทันเหตุการณ์ในขณะที่ปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงให้ความสำคัญกับข้อมูลเชิงคุณภาพ

4) กิจกรรมทุกระยะสามารถเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนร่วมรับรู้งาน เข้ามามีส่วนร่วม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน วิพากษ์วิจารณ์ถึงกระบวนการปฏิบัติงานและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน และการช่วยให้การร่วมมือกันคงอยู่ เพราะจะเป็นการควบคุมกระบวนการของการปฏิบัติงานให้มีความเหมาะสมไปในตัว

สุวิมล ว่องวานิช (2552) ได้เสนอลักษณะสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการ โดยผู้วิจัย คือ ผู้ที่ทำหน้าที่ในหน่วยงาน (เช่น ในทางการศึกษา ผู้วิจัยคือ ครู) สิ่งที่ถูกวิจัย คือ ปฏิบัติการทางการศึกษา วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน การค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และการพัฒนาวิชาชีพ วิธีการวิจัย คือ กระบวนการค้นหาข้อความรู้ที่มีขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ การวิจัยและการปฏิบัติ โดยมีลักษณะสำคัญได้แก่

- 1) การสะท้อนกลับผลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของตนเองและผลที่เกิดขึ้น
- 2) การเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนและเพื่อนร่วมงาน มีส่วนในการวิพากษ์วิจารณ์การปฏิบัติงานและผลที่ได้รับ
- 3) กระบวนการที่มีการดำเนินงานเป็นวงจรต่อเนื่องและทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน
- 4) ผลที่ได้จากการวิจัยนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน

จากลักษณะสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการสามารถสรุปได้ดังนี้ การวิจัยปฏิบัติการ เป็นกระบวนการวิจัยที่มีเป้าหมายที่จะแก้ปัญหามุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน ปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน โดยมีการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งในการวิจัยนี้จะให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดกระบวนการวิจัย ซึ่งจะทำให้เกิดองค์ความรู้ต่างๆ ที่ได้มาจากระบวนการวิจัย

3. ขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1998 อ้างใน กิตติพร ปัญญาภิญ โยผล, 2549) ได้เสนอขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการ โดยกำหนดหลักเกณฑ์พื้นฐาน 4 ขั้นตอน ของการวิจัยปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน และพัฒนาต่อเนื่องกันเป็นวงจร และหมุนเป็นแบบเกลียวสว่าง ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ กลุ่มและสมาชิกจะต้องปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนาแผน (Plan) คือ แนวทางปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์และปรับปรุงการกำหนดแผนงานที่จะสามารถปฏิบัติได้จริงในสภาพที่เป็นอยู่

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) คือ การปฏิบัติจะต้องดำเนินการตามแผนที่ได้วางแผนไว้อย่างมีเหตุผลและมีการควบคุมอย่างสมบูรณ์ แต่การปฏิบัติจากแผนที่กำหนดไว้ อาจจะมีโอกาสพลิกผันไปตามสถานการณ์และบุคคล ดังนั้นแผนที่วางไว้สำหรับการปฏิบัติจะต้องสามารถปรับเปลี่ยนได้ และสามารถปรับปรุงไปได้เรื่อยๆ ตามผลการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการกระทำนั้นๆ

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) คือ การเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผลที่ได้จากการปฏิบัติงาน มีการสังเกตอย่างรอบคอบและระมัดระวัง เนื่องจากการปฏิบัตินั้นจะมีข้อจำกัด และไม่มีการคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องรายงานผลการสังเกตอย่างครบถ้วน นอกจากนี้การสังเกตในขั้นนี้ได้รวมถึงการสังเกตกระบวนการของการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติ (ที่ตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจ) สังเกตสถานการณ์ของข้อขัดข้องของการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการดำเนินงาน

ขั้นที่ 4 การสะท้อน (Reflect) คือ การสะท้อนทำให้คิดถึงการทำตามที่ได้บันทึกไว้จากการสังเกตและการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผลของการปฏิบัตินี้ จะเป็นพื้นฐานของการปรับปรุงและวางแผนงานต่อไปอย่างต่อเนื่องตลอดวงจร



ภาพที่ 1 วงจรของวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart

ที่มา: Kemmis and McTaggart (1998 อ้างใน กิตติพร ปัญญาภิญ โยผล, 2549)

McNiff and Whitehead (2006) ได้เสนอขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยกำหนดหลักเกณฑ์พื้นฐาน 6 ขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งในการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 1 Observe คือ การสังเกตและรวบรวมข้อมูล

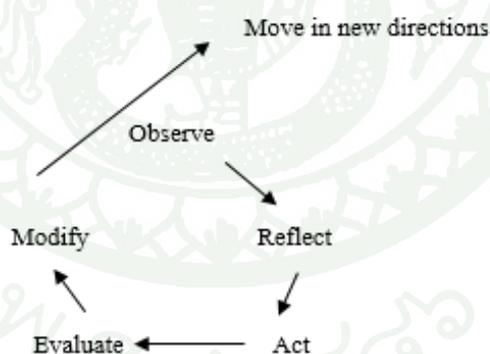
ขั้นที่ 2 Reflect คือ การสะท้อนจากสิ่งที่ได้บันทึกไว้จากการสังเกตและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 Act คือ การปฏิบัติซึ่งจะต้องดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้อย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 4 Evaluate คือ การประเมินผลจากการลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 Modify คือ การแก้ไขปรับเปลี่ยน

ขั้นที่ 6 Move in new direction คือ การดำเนินการในรูปแบบใหม่



ภาพที่ 2 วงจรของวิจัยปฏิบัติการของ McNiff and Whitehead

ที่มา: McNiff and Whitehead (2006)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ พบว่าขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart (1998 อ้างใน กิตติพร ปัญญาภิบาล, 2549) และขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ McNiff and Whitehead (2006) มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart (1998 อ้างใน

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2549) เพราะมีขั้นตอนที่สอดคล้องในงานวิจัย ได้แก่ ขั้นที่ 1 การวางแผน คือ การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ คือ การดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด ขั้นที่ 3 การสังเกต คือ ในขณะที่จัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้มีการสังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ และขั้นที่ 4 การสะท้อน คือ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และเอกสารที่เกี่ยวข้อง มาวิเคราะห์ ข้อมูลการปฏิบัติการสอนเพื่อนำมาปรับปรุงเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบซัดแจ็งและสะท้อนความคิดทั้งในและต่างประเทศ ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

กาญจนา มหาลี (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างครอบคลุมเนื้อหาธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในระยะที่ 2 มี วัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อ เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบซัดแจ็งร่วมกับการสะท้อน ความคิด เนื้อหาที่ใช้สอนคือ สารในชีวิตประจำวัน โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 35 คน ผลการศึกษาพบว่า ในระยะที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกด้าน ในระยะที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบซัดแจ็งร่วมกับการสะท้อนความคิด นักเรียนมีแนวโน้มเข้าใจบางส่วนและเข้าใจ ถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้นในประเด็นที่ศึกษา

เบญจพร สาทักดี (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบซัดแจ็ง ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สภาพอากาศ มี

วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ตำราวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น และ 3) ศึกษาลักษณะของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน (41 คน) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารอื่นๆ ผลการวิจัยพบว่า 1) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน 2) หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ และ 3) การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะต้องมีการสำรวจความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียน ระบุจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน สร้างโอกาสในการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสะท้อนความคิดของนักเรียน โดยมีครูเป็นผู้ให้ข้อเสนอแนะอย่างต่อเนื่องและทันที

อังคณา ปัทมพงศา (2555) ได้ศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์แสง โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องจำนวน 48 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยสำรวจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก VNOS-C ของ Lederman *et al.* (2002) ผลการศึกษาพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์และความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Akerson Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนความคิดของนักศึกษาครูหลักสูตรประถมศึกษา จำนวน 50 คน โดยแบ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 25 คนและระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 25 คน โดยใช้เวลา 100 ชั่วโมง โดยศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 7 ประเด็น ได้แก่ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ สังคมและวัฒนธรรมของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงข้อสรุป และความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ และได้มีการประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิดควบคู่กับการสัมภาษณ์ แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูหลักสูตรศึกษามีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมที่ออกแบบเป็นพิเศษร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน และได้มีการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า ครูหลักสูตรศึกษามีความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูหลักสูตรศึกษามีได้และเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นควรมีการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเพิ่มเติม

Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนความคิดเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนนักเรียน 62 คน สำหรับงานวิจัยนี้ได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนความคิดร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนความคิดร่วมกัน และนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจนร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนความคิด โดยนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจะใช้เวลา 2.5 เดือนเท่ากันในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ประเด็น ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว หลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การลงข้อสรุป และจินตนาการ

และความคิดสร้างสรรค์ และได้มีการประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิดควบคู่กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนความคิดมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจน จากผลการศึกษาดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนความคิดมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจน เนื่องจากสามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ควรมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนความคิดเพิ่มเติมด้วยเพราะจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

Khishfe (2008) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนความคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และได้มีการหิบยกประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาอภิปรายอย่างชัดเจน โดยศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ประเด็น ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และข้อแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงข้อสรุป หลังจากนั้นได้มีการประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประเด็น และระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ และเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือ
4. การดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

รูปแบบของงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการ (Action research) เป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยมีการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และแสวงหาข้อเท็จจริง ของการปฏิบัติงานของผู้วิจัย หรือการสะท้อนการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติ เพื่อมีความเข้าใจดีขึ้น และแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำอยู่และได้มีการสะท้อนผลการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้ที่เกี่ยวข้องร่วมกันซึ่ง ขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) และขั้นที่ 4 การสะท้อน (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวางแผนการสอน ดังนี้

1) ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 เพื่อศึกษาและกำหนดกรอบ ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดและศึกษาประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากงานวิจัย เพื่อนำมาสร้างและพัฒนาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์

2) กำหนดประเด็นศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตาม แนวคิดของ Lederman *et al.* (2002) หลังจากนั้นได้ดำเนินการสร้างและปรับปรุงเครื่องมือแบบวัด ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-Form D) ของ Lederman and Khishfe (2002) และ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่ง โครงสร้าง ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวัดความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในครั้งนี้

3) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรูปแบบการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เพื่อนำมาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปრაกฏการณ์ ทางลมฟ้าอากาศ จำนวน 7 แผน (9 คาบ)

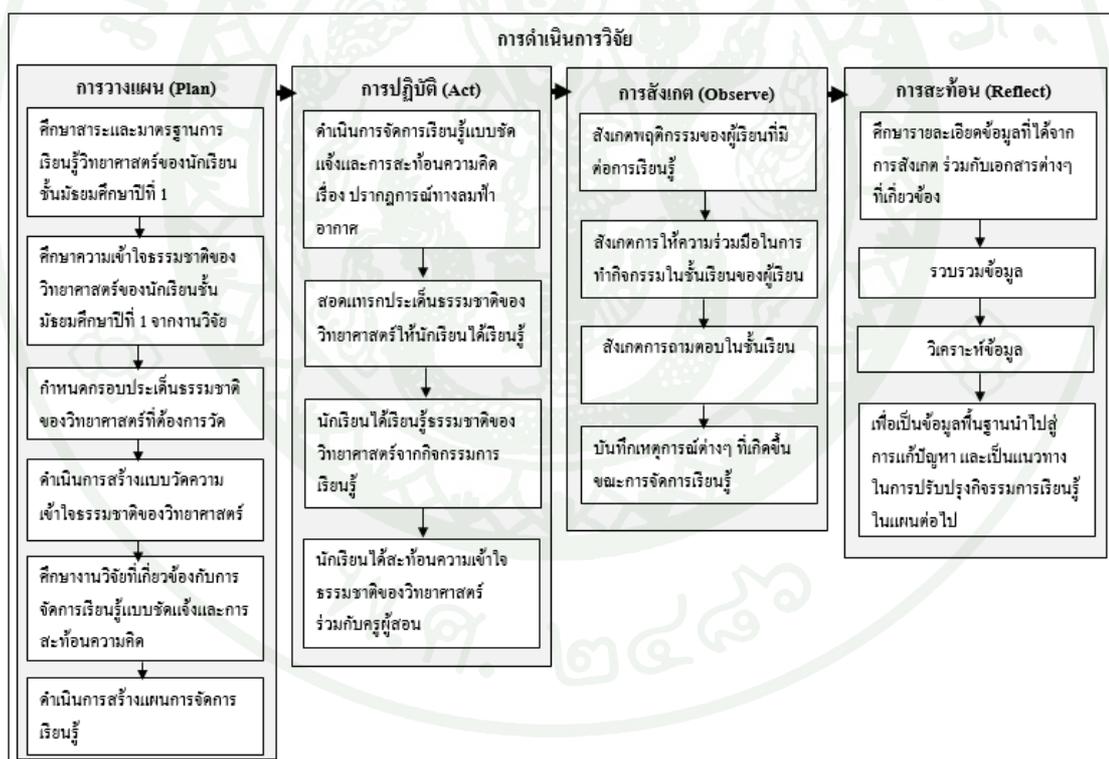
ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อน ความคิด เรื่อง ปრაกฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ จำนวน 7 แผน (9 คาบ) โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นจุดประสงค์ หนึ่งในการเรียนการสอนและในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอน ครูได้สอดแทรกประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้ และผู้สอนได้อธิบายได้ นักเรียนได้เห็น รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความ เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ตนได้เรียนรู้ลงในอนุทินของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การสังเกต (Observe) ในขณะการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของ ผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม การตอบคำถามในชั้นเรียน

ผู้วิจัยได้บันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ขณะการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้บันทึกอนุทินของผู้สอนและบันทึกหลังสอน โดยผู้วิจัยบันทึกทุกครั้งหลังการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการสะท้อนการสอนของผู้วิจัย

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อน (Reflect) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต จากการบันทึกของผู้วิจัย ได้แก่ อนุทินของผู้เรียน อนุทินของผู้สอน และบันทึกหลังสอน แต่ละครั้งมาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหา และเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการสอนครั้งต่อไป

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้การเรียนรู้แบบซัดแข็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยดำเนินการวิจัยปฏิบัติการ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จากโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

จำนวน 1 ห้องเรียนจำนวนนักเรียนทั้งหมด 51 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 34 คน และนักเรียนชาย 17 คน โดยห้องเรียนเป็นห้องเรียนที่คละความสามารถของนักเรียน

การสร้างและการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 2 เครื่องมือ ได้แก่

1.1 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-Form D) พัฒนาโดย Lederman and Khishfe (2002) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 7 ข้อ และผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและเหตุผลประกอบในแต่ละข้อ ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเด็น ได้แก่ หลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

1.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ในกรณีที่นักเรียนตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะของคำตอบที่คลุมเครือและไม่ชัดเจน โดยมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 7 ข้อ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจออกมาอย่างชัดเจนและให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและถูกต้อง

โดยเครื่องมือทั้ง 2 ชนิด มีการสร้างและพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1) ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้กำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ Lederman *et al.* (2002) ซึ่งประกอบด้วย 5 ประเด็น ได้แก่ หลักฐานเชิงประจักษ์ทางความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

3) ผู้วิจัยได้แปลแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-Form D) จากต้นฉบับจำนวน 7 ข้อ แล้วนำมาปรับบางส่วนก่อนนำไปใช้ และบางส่วนสร้างขึ้นเอง จำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ เพื่อให้สอดคล้องกับกรอบของงานวิจัย

4) ผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบของงานวิจัย

5) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้างให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความถูกต้องของภาษา

6) ปรับปรุงแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้างตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

7) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้างที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน รวมทั้งหมด 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและถูกต้องของภาษาที่ใช้ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

โดยมีผลการตรวจสอบของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้นำคำแนะนำของคณะกรรมการมาแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม โดยยังคงความหมายเดิมที่ต้องการวัดเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้นและไม่ซับซ้อน ยกตัวอย่างเช่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ระบุว่า ควรปรับคำถามจาก “นักเรียนคิดว่าระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรม มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ” ไปเป็น “นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับ สังคม และวัฒนธรรมหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ” เพื่อให้ผู้เรียนมีความ เข้าใจง่ายขึ้น

2) แก้ไขความหมายของข้อมูลที่กำหนดให้ในข้อคำถามให้ชัดเจนขึ้นหรือ ยกตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ผู้เชี่ยวชาญ ระบุว่าควรปรับคำถาม จาก “วิทยาศาสตร์คืออะไร” ไปเป็น “ตามความเข้าใจของนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ คืออะไร” เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้น

8) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างไป ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 30 จำนวน 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา เพื่อดูความเหมาะสมของข้อ คำถามหรือภาษาที่ใช้ในแบบวัด

9) นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ถึง โครงสร้างให้มีคุณภาพ โดยปรับแก้ข้อความและให้อาจารย์ที่ ปรีกษาตรวจสอบอีกครั้ง

10) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ถึง โครงสร้างไป ใช้จริง โดยนำไปวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็น กลุ่มที่ศึกษา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ ทางลมฟ้าอากาศ

2. เครื่องมือที่ใช้ในศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิดเพื่อพัฒนาความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ จำนวน 6 ชนิด ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ซึ่งมีแผนรายคาบจำนวน 7 แผน (9 คาบ) ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พายุฟ้าคะนอง จำนวน 1 แผน (1 คาบ) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พายุ หมุนเขตร้อน จำนวน 1 แผน (1 คาบ) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง มรสุม จำนวน 1 แผน (1 คาบ) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การพยากรณ์อากาศ จำนวน 1 แผน (2 คาบ) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เอลนีโญและลานีญา จำนวน 1 แผน (1 คาบ) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของโลก จำนวน 1 แผน (2 คาบ) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง มลพิษทางอากาศ จำนวน 2 แผน (1

คาบ) พร้อมระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปในการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจงและสะท้อนความคิด
- 2) ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- 3) ศึกษาเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 และหนังสือเรียนพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีหัวข้อการเรียนรู้ทั้งหมด 7 เรื่อง ได้แก่

เรื่องที่ 1 พายุฟ้าคะนอง

เรื่องที่ 2 พายุหมุนเขตร้อน

เรื่องที่ 3 มรสุม

เรื่องที่ 4 การพยากรณ์อากาศ

เรื่องที่ 5 เอลนีโญและลานีญา

เรื่องที่ 6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

เรื่องที่ 7 มลพิษทางอากาศ

ตารางที่ 1 แผนผังการกระจายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

ประเด็นของธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้																																		
	พายุฟ้าคะนอง					พายุหมุนเขตร้อน					มรสุม					การพยากรณ์อากาศ					เอลนีโญและลานีญา					การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก					มลพิษทางอากาศ				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์			✓					✓	✓				✓	✓				✓	✓	✓			✓	✓	✓										
2. การสังเกตและลงข้อสรุป และ การประกอบกันเป็นทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้																																			
4. ความคิดสร้างสรรค์ และ จินตนาการของความรู้ ทางวิทยาศาสตร์																										✓	✓				✓	✓	✓		
5. มติทางสังคมและวัฒนธรรม ของวิทยาศาสตร์																																			

หมายเหตุ: A = ขั้นสร้างความสนใจ B = ขั้นสำรวจค้นหา C = ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป D = ขั้นขยายความรู้ และ E = ขั้นประเมิน

4) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาวในเรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งแต่ละหัวข้อจะมีการกระจายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เข้าไปในแต่ละหัวข้อการเรียนรู้

5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด และในแต่ละแผนผู้วิจัยมีการกำหนดจุดประสงค์การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งและสะท้อนความคิด

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาวและแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และองค์ประกอบอื่นๆ

7) ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาวและแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน รวมทั้งหมด 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 51 คน ตามลำดับ

2.2 อนุทินสะท้อนความคิดต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เขียนสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบของอนุทินในประเด็นต่างๆ ได้แก่ กิจกรรมในชั้นเรียน เนื้อหาที่ได้เรียนรู้ ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ ความรู้สึกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะสำหรับการสอนของครู

2.3 อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย เพื่อให้ผู้วิจัยได้เขียนสะท้อนผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบของอนุทินในประเด็นต่างๆ ได้แก่ การบรรยายเหตุการณ์ที่สังเกตเห็นทั่วไป การขยายความเหตุการณ์ที่น่าสนใจ การวิเคราะห์ตีความและสะท้อนความคิดของผู้บันทึก และสิ่งที่ผู้บันทึกเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ

2.4 บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบของบันทึกหลังการสอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ได้แก่ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอน แผนการสอนนี้เป็นไปตามที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามแผน ผู้สอนจะแก้ปัญหาอย่างไร ข้อเสนอแนะ และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้

2.5 แบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบของบันทึกภาคสนาม ได้แก่ พฤติกรรมของผู้เรียนขณะการจัดการเรียนรู้ การให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรม การตอบคำถามในชั้นเรียน และเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

2.6 งานที่มอบหมายต่างๆ เช่น ใบงาน แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยศึกษาจากเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด 7 เรื่อง ได้แก่ พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม การพยากรณ์อากาศ เอลนีโญและลานีญา การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก และมลพิษทางอากาศ

การดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

1. เครื่องมือที่ใช้

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดต่อโรงเรียนเพื่ออนุญาตทำวิจัยกับนักเรียน

2.2 ผู้วิจัยได้ทำหนังสือถึงผู้อำนวยการ โรงเรียนเพื่อขออนุญาตทำการวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

2.3 ผู้วิจัยทำการติดต่อกับอาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อขออนุญาตทำวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 51 คน

2.4 ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งหมด 51 คน ทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งกับสะท้อนความคิด เรื่อง ปฏิกิริยาการผันผวนฟ้าอากาศ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง และผู้วิจัยมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหากพบว่าการอธิบายในแบบวัดของนักเรียนคลุมเครือ และไม่ชัดเจน

2.5 ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งหมด 51 คน ทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งกับสะท้อนความคิด เรื่อง ปฏิกิริยาการผันผวนฟ้าอากาศ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง และผู้วิจัยมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหากพบว่าการอธิบายในแบบวัดของนักเรียนคลุมเครือ และไม่ชัดเจน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยอ่านแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด 51 คน เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ในการตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่ตอบคำถามแบบวัดที่ไม่ชัดเจน เพื่อดำเนินการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อเป็นการเพิ่มเติมรายละเอียดของการอธิบายความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ของนักเรียน

3.3 ผู้วิจัยถอดเทปการสัมภาษณ์เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นที่นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบที่ไม่ชัดเจน

3.4 ผู้วิจัยตรวจคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละข้อว่านักเรียนมีความเข้าใจในสามารถจัดอยู่กลุ่มใด และอ่านคำตอบของนักเรียนอีกครั้งร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อตีความและอธิบายว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยผู้วิจัยได้แบ่งจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามกรอบของ Lederman *et al.* (2002) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View : IV) ลักษณะของคำตอบคือ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชามนักวิทยาศาสตร์

2) มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transitional View : TV) ลักษณะของคำตอบคือ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชามนักวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วน และบางส่วนไม่ถูกต้อง

3) มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naive View : NV) ลักษณะของคำตอบคือ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชามนักวิทยาศาสตร์

3.5 ผู้วิจัยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ของคำตอบแต่ละกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. เครื่องมือที่ใช้

โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือ ดังนี้

- 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ
- 1.2 อนุทินสะท้อนความคิดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน
- 1.3 อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย
- 1.4 บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย
- 1.5 แบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย
- 1.6 งานที่มอบหมายต่างๆ ได้แก่ ใบงาน แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

- 2.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดต่อโรงเรียนเพื่ออนุญาตทำวิจัยกับนักเรียน
- 2.2 ผู้วิจัยได้ทำหนังสือถึงผู้อำนวยการ โรงเรียนเพื่อขออนุญาตทำการวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556
- 2.3 ผู้วิจัยทำการติดต่อกับอาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อขออนุญาตทำวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 51 คน
- 2.4 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลา 3 สัปดาห์ จำนวน 9 คาบ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการจดบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการตอบคำถามของนักเรียน และข้อมูลในส่วนอื่นๆ

ประกอบด้วย อนุทินสะท้อนความคิดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย และงานที่มอบหมายต่าง ๆ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาอ่าน เพื่อเตรียมข้อมูลที่จะใช้ในการสอนครั้งต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ้งและการสะท้อนความคิดที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ ในองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นการประเมิน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการถอดข้อความที่บันทึกได้ในการสอน รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ได้แก่ ประกอบด้วย อนุทินสะท้อนความคิดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย และงานที่มอบหมายต่าง ๆ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาตามประเด็นที่กำหนด แล้วลงข้อสรุปว่ามีลักษณะอย่างไร รวมทั้งวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ้งและการสะท้อนความคิดที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวด้วยวิธีการวิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย (Inductive Analysis) (สุภางค์ จันทวานิช, 2545)

การเพิ่มความน่าเชื่อถือได้ของการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล (Trustworthiness)

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพและเพื่อให้เก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยเชิงคุณภาพครั้งนี้ เป็นไปด้วยความถูกต้องและมีความครบถ้วนของข้อมูล ผู้วิจัยต้องประเมินคุณภาพของข้อมูลว่าอยู่ในระดับใด และมีคุณภาพเพียงพอที่จะตอบคำถามการวิจัยหรือไม่ ทั้งนี้ การเพิ่มความน่าเชื่อถือได้ของการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล (จิตตมาศ สุขแสวง, 2555) มีต่อไปนี้

1. ความเชื่อถือได้ (Credibility)

ความตรงภายใน (Internal Validity) ของการวิจัยเชิงปริมาณเป็นความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้วัดในสิ่งที่ต้องการวัด โดยผู้วิจัยต้องตรวจสอบว่าเครื่องมือที่ใช้วัดนั้น สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ ส่วนในงานวิจัยเชิงคุณภาพนั้นใช้คำว่า ความเชื่อถือได้ (Credibility) แทนความตรงภายใน ซึ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อค้นพบในงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยสามารถเข้าถึงและมีความรู้ความเข้าใจในความหมายต่างๆ อย่างไรก็ตามการเชื่อถือนี้อาจขึ้นอยู่กับทักษะ และความสามารถของบุคคลในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย สำหรับวิธีที่ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือได้ของการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น 1) Prolonged and substancial engagement คือ ผู้วิจัยใช้เวลาเพียงพอสำหรับการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ 2) Persistent observation คือ ผู้วิจัยระบุประเด็นต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่พบจากการสังเกตเป็นเวลานาน 3) Peer debriefing คือ การที่ผู้วิจัยอภิปรายผลร่วมกับคณะผู้ร่วมงานวิจัยเกี่ยวกับข้อค้นพบข้อสรุป การวิเคราะห์ผล ตลอดจนสมมติฐานต่างๆ 4) Progressive subjectivity คือ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเกี่ยวกับการพัฒนาข้อสรุปที่ได้ซึ่งสามารถเปลี่ยนได้ตั้งแต่เริ่มต้นการวิจัยจนกระทั่งสิ้นสุดการวิจัย 5) Member Check คือ วิธีที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาความน่าเชื่อถือได้ โดยการที่ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลมาตรวจสอบร่วมกับคณะที่ร่วมวิจัย เพื่อให้ผู้วิจัยเกิดความกระจ่างชัดเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล และช่วยพัฒนาความสามารถของผู้วิจัยเกี่ยวกับการเสนอข้อคิดเห็นที่ถูกต้องด้วย และ 6) Triangulation คือ การตรวจสอบข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลหรือวิธีการที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้หลักฐานที่ตรงกันจากแหล่งข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งผู้วิจัยสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการตรวจสอบข้อมูล เช่น การสังเกต การตรวจสอบจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม

2. การถ่ายโอนผลการวิจัย (Transferability)

ความตรงภายนอก (External Validity) ของการวิจัยเชิงปริมาณเป็นการพิจารณาว่าผลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นได้หรือไม่ แต่การวิจัยเชิงคุณภาพใช้คำว่า การถ่ายโอนผลการวิจัย (Transferability) แทนความตรงภายนอก ซึ่งการถ่ายโอนการวิจัยนี้จะสามารถนำแนวคิดหรือทฤษฎีที่สร้างขึ้นจากสถานการณ์หนึ่งๆ ไปใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ได้เพียงใด ดังนั้นผู้วิจัยต้องอธิบายในเชิงลึก (Thick description) ได้แก่ เรื่องของช่วงเวลา สถานที่ บริบท และวัฒนธรรมต่างๆ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการนำผลการวิจัยไปใช้ได้

3. การพึ่งพากับเกณฑ์อื่นๆ (Dependability)

ในการวิจัยเชิงปริมาณจะใช้ความเที่ยง (Reliability) ในการพิจารณาว่าในการวัดให้ผลตรงกันทุกครั้งหรือไม่ โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ถูกวัด สำหรับในการวิจัยเชิงคุณภาพนี้จะใช้คำว่า การพึ่งพากับเกณฑ์อื่นๆ (Dependability) แทนความเที่ยง ซึ่งการพึ่งพากับเกณฑ์อื่นๆ นี้เน้นการสังเกตสิ่งเดียวกัน โดยผู้วิจัยหลายคน และร่วมกันพิจารณาว่าผลที่ได้ นั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลจากการสังเกตมากน้อยเพียงใด ในการเพิ่มการพึ่งพากับเกณฑ์อื่นๆ นั้น ผู้วิจัยมีการแสดงรายละเอียดของทฤษฎีที่อยู่ภายใต้งานวิจัย รายละเอียดของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการจำแนกประเภทของข้อมูล และการจัดสนใจจากข้อมูลที่รวบรวมได้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ 2) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีคำถามการวิจัยดังนี้ 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศอย่างไร 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะอย่างไร ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

การศึกษาระบบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น นักเรียนได้อธิบายโดยการเขียนตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยมีข้อคำถามจากแบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ และจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างจำนวน 7 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ข) ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้ง 5 ประเด็นดังต่อไปนี้

- 1) การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 2) การสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
- 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 4) ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 5) มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นต่างๆ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด
เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

(N=51)

ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ข้อที่	จำนวนและร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน					
		IV		TV		NV	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	18 (35.30)	28 (54.90)	29 (56.86)	23 (45.10)	4 (7.84)	0 (0)
	2	31 (60.78)	40 (78.43)	20 (39.22)	11 (21.57)	0 (0)	0 (0)
2. การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	4.1	6 (11.76)	22 (43.14)	45 (88.24)	29 (56.86)	0 (0)	0 (0)
	4.2	5 (9.80)	15 (29.41)	46 (90.20)	36 (70.59)	0 (0)	0 (0)
	4.3	14 (27.45)	27 (52.94)	16 (31.37)	15 (29.41)	21 (41.18)	9 (17.65)
	5	16 (31.37)	35 (68.63)	25 (49.02)	12 (23.53)	10 (19.61)	4 (7.84)
	6	17 (33.33)	28 (54.90)	31 (60.78)	23 (45.10)	3 (5.89)	0 (0)
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	3	26 (50.98)	38 (74.51)	18 (35.29)	13 (25.49)	7 (13.73)	0 (0)
4. ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	7	8 (15.69)	20 (39.22)	38 (74.51)	29 (56.86)	5 (9.80)	2 (3.92)
5. มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์	8	12 (23.53)	29 (56.86)	38 (74.51)	22 (43.14)	1 (1.96)	0 (0)

หมายเหตุ: IV หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับประชามณ์นักวิทยาศาสตร์

TV หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระยะปรับเปลี่ยน ซึ่งสอดคล้องกับประชามณ์นักวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วน
และบางส่วนไม่ถูกต้อง

NV หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่สอดคล้องกับประชามณ์นักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในเขตสำนักงานเขตการศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อตอบคำถามการวิจัยในข้อที่ 1 ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ประเด็น ได้แก่ การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและการลงข้อสรุปและการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และผู้วิจัยได้จัดทำเกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามทั้ง 8 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง) โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม ดังแสดงในตารางที่ 2

1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามใบแบบวัดข้อที่ 1 ซึ่งถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ คืออะไร” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและสะท้อนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.86 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่าวิชาวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่อยู่รอบตัวเราและเกี่ยวกับการนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน (S07) และวิชาวิทยาศาสตร์คือ การศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบข้างรอบตัวเราและเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวัน (S09) และมีนักเรียนร้อยละ 35.30 มีความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์คือ การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา โดยเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น เป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้ และเป็นกระบวนการทดลองและค้นคว้าสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิต (S23) และวิชาวิทยาศาสตร์คือ การทดลอง การค้นคว้าสิ่งต่างๆ ที่มนุษย์ต้องการทราบและศึกษา เป็นวิชาที่สามารถทำให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิต และสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา (S30) อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนร้อยละ 7.84 ที่มีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยนักเรียนเข้าใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์คือ กระบวนการธรรมชาติ (S40) และวิชาวิทยาศาสตร์คือ เป็นความรู้ชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตได้ (S15) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 54.90

มีความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นบน โลกของเราและจักรวาล ที่เราสามารถพิสูจน์ได้ โดยการทดลองหรือ ทดลองซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง (S06) และวิชาวิทยาศาสตร์คือ วิชาที่มีแบบแผน ความคิด การค้นคว้า การทดลอง การสังเกต การสอบถาม การตั้งสมมติฐาน การอธิบาย หรือต่างๆ ที่มีรูปแบบสิ่งที่ไม่ใช่นามธรรม มีหลักฐานข้อมูล ของสิ่งต่างๆ ที่แน่ชัด (S39) และนักเรียนร้อยละ 45.10 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับสิ่ง ต่างๆ ที่อยู่รอบตัว แต่ไม่สามารถบอกวิธีการได้มาซึ่งความรู้ของวิทยาศาสตร์ได้ เช่น วิชา วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต (S35) และนักเรียนเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์คือ สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา หรือเทคโนโลยีเครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตของ มนุษย์ และสิ่งที่ใช้ในการพัฒนาสังคมให้ก้าวหน้ามากขึ้น (S45)

นอกจากนี้ จากคำถามข้อที่ 2 ซึ่งถามว่า "วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากวิชาอื่นๆ ที่นักเรียน ได้ศึกษา (เช่น ภาษาไทย ศิลปะ และประวัติศาสตร์ เป็นต้น) อย่างไร" ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการ จัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.78 มีความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่าวิชาวิทยาศาสตร์ได้สังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัวเราและศึกษาทดลอง เนื้อหาวิชาที่ต้องไม่ใช่เฉพาะในหนังสือได้ลงมือปฏิบัติ ทำให้เราเป็นคนช่างสังเกตและเป็นคน ซื่อสัตย์ (S16) และเข้าใจว่าวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากวิชาอื่นๆ ในด้านกระบวนการหาความรู้เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ต้องทดลองก่อนจึงจะรู้ผลการทดลอง และวิชาวิทยาศาสตร์บางครั้งต้องศึกษานอก ห้องเรียน (S12) และนักเรียนร้อยละ 39.22 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียน เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากวิชาอื่นๆ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ละเอียด เช่น ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์แตกต่างกับวิชาอื่นๆ ในด้านประโยชน์ คือ สามารถรู้ โดยการทดลองสามารถนำไปใช้ ในสิ่งที่ยากู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (S33) และความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับวิชา อื่นๆ ในด้านเนื้อหาวิชาและด้านประโยชน์ และจากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมนักเรียนสามารถ อธิบายได้ว่าวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกับวิชาอื่นคือ ด้านเนื้อหาวิชาทำให้รู้เกี่ยวกับเมฆ อากาศ และ เครื่องมือเกี่ยวกับระบบสุริยะ และมีประโยชน์คือนักเรียนได้ทำการทดลอง (S32) อย่างไรก็ตาม หลัง การจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 78.43 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคม วิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกับวิชาอื่นๆ เช่น ในด้านเนื้อหาที่ แตกต่างกันตรงที่วิชาวิทยาศาสตร์ต้องใช้การสังเกต การศึกษาข้อมูลต่างๆ ต้องทำการศึกษาหลาย ครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและถูกต้อง (S37) และนักเรียนเข้าใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกับ วิชาอื่นๆ เช่น ด้านเนื้อหาวิชา วิชาวิทยาศาสตร์จะออกไปในแนววิทยาศาสตร์แบบปรากฏการณ์ ธรรมชาติ ระบบสุริยะ ส่วนด้านประโยชน์ วิชาวิทยาศาสตร์จะให้ประโยชน์เรื่องธรรมชาติรอบตัว ฯลฯ ส่วนภาษาอังกฤษจะให้ประโยชน์ในการใช้ภาษาอังกฤษให้ถูกต้อง และด้านกระบวนการหา

ความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาหาความรู้เป็นกระบวนการและขั้นตอนส่วนวิชาอื่นๆ ก็ไม่จำเป็นต้องทำตามกระบวนการเป๊ะก็ได้ (S36) ส่วนนักเรียนร้อยละ 21.57 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากวิชาอื่นๆ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนว่าแตกต่างกันอย่างไร เช่น วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกับอื่นๆ คือได้ทำการทดลองค้นหาสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว (S03) และวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกับอื่นๆ คือ ได้ทดลอง คิดค้นหาสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา (S15)

2. การสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามข้อที่ 4.1 ซึ่งถามว่า “นักวิทยาศาสตร์ทราบได้อย่างไรว่าไดโนเสาร์เคยมีชีวิตอยู่จริง” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและสะท้อนความคิดนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 88.24 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์พบกระดูกหรือหลักฐานต่างๆ ของไดโนเสาร์ (S16) และนักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์พบซากฟอสซิลของไดโนเสาร์ (S01) และนักเรียนร้อยละ 11.76 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบหลักฐานจากหลายแหล่ง เช่น นักโบราณคดี ซากกระดูกของไดโนเสาร์แล้วนำกระดูกมาศึกษาค้นคว้าและพื้นที่สิ่งแวดล้อมที่ค้นพบ (S08) และนักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ดูจากซากฟอสซิลที่อยู่ในดิน นักวิทยาศาสตร์สามารถนำฟอสซิลไปตรวจสอบได้ว่าเป็นสัตว์ประเภทใด ชนิดใดและนำข้อมูลมาสรุปว่าไดโนเสาร์มีชีวิตอยู่จริง (S30) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.86 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบซากกระดูกของไดโนเสาร์เพียงอย่างเดียว ไม่มีการศึกษาจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น นักวิทยาศาสตร์ค้นพบซากกระดูกของไดโนเสาร์ (S35) และนักเรียนตอบว่า เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นหา และพบกระดูกของไดโนเสาร์ (S01) ส่วนนักเรียนร้อยละ 43.14 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนอธิบายว่า นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจากซากฟอสซิลโครงกระดูก การทดลอง ที่อาจจะร่วมด้วยกับนักโบราณคดีที่มีความสามารถ เช่น จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้ขุดพบซากโครงกระดูกของไดโนเสาร์ ซึ่งเป็นที่แรกของประเทศไทย (S39) และนักเรียนตอบว่า เพราะนักวิทยาศาสตร์ดูจากฟอสซิลที่ขุดพบบริเวณต่างๆ ของโลกว่าเป็นพันธุ์อะไร เพศอะไร ไดโนเสาร์ถ้าถูกขุดพบเจอซากกระดูกก็จะนำมาพิสูจน์และนำข้อมูลมานำเสนอว่าไดโนเสาร์มีชีวิตอยู่จริง (S30)

จากคำถามข้อที่ 4.2 ซึ่งถามว่า “นักวิทยาศาสตร์ทราบได้อย่างไรว่าไดโนเสาร์มีรูปร่างลักษณะดังภาพ” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 90.20 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนบอกได้เพียงว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาจากแหล่งข้อมูลเพียงชนิดเดียวคือจากซากโครงกระดูกของไดโนเสาร์ เช่น รู้ได้จากการค้นพบซากกระดูกของไดโนเสาร์ (S09) และนักวิทยาศาสตร์รู้ได้จากโครงกระดูกที่นำมาต่อกันเป็นโครงกระดูกและกลายมาเป็นรูปร่าง (S05) และนักเรียนร้อยละ 9.80 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบซากฟอสซิลแล้วได้นำซากฟอสซิลไปศึกษาดูว่ามีลักษณะอย่างไรและได้นำไปพิสูจน์ DNA หลังจากนั้นนำกระดูกมาต่อกัน (S01) และนักวิทยาศาสตร์รู้ได้จากการสำรวจและศึกษาค้นหาข้อมูล ทำให้พบชิ้นส่วนแล้วนำมาประกอบกันขึ้นจนได้ดังภาพ (S23) อย่งไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 70.59 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ทราบรูปร่างของไดโนเสาร์ได้จากการค้นพบจากโครงกระดูกแล้วนำมาต่อเป็นรูปร่าง (S35) และนักเรียนตอบว่า เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบกระดูกไดโนเสาร์แล้วนำมาต่อกันให้ได้เป็นรูปร่างและนำไปสร้างแอนิเมชั่น (S17) นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 29.41 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ได้เข้าไปในแหล่งที่พบซากไดโนเสาร์ที่ใดสักแห่ง และนักวิทยาศาสตร์ก็ได้คาดเดารูปร่างของไดโนเสาร์ เขาอาจจะเอากระดูกหรือซากของไดโนเสาร์ที่ขุดพบมาเรียงต่อกันแล้วก็จินตนาการรูปร่างลักษณะของไดโนเสาร์ว่ามีลักษณะดังภาพ (S36) และนักเรียนตอบว่า เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้ทำการสำรวจและศึกษา และได้พบหลักฐาน คือ โครงกระดูกไดโนเสาร์ และได้นำมาวางต่อกัน และจึงเกิดขึ้นว่าไดโนเสาร์มีรูปร่างอย่างไร (S37)

จากคำถามข้อที่ 4.3 ซึ่งถามเกี่ยวกับ “แม้ว่ามีนักวิทยาศาสตร์ที่เห็นด้วยกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อน แต่ก็ยังมีนักวิทยาศาสตร์บางส่วนที่ไม่เห็นด้วยกับสาเหตุการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด นักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นจึงไม่เห็นด้วย ทั้งที่เขามีแหล่งข้อมูลเดียวกัน” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 41.18 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่าเพราะไดโนเสาร์เป็นสัตว์ยุคดึกดำบรรพ์ไม่ควรให้มันสูญพันธุ์ (S10) และนักเรียนให้เหตุผลว่าเพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่หลักฐานการอยู่อาศัยและไม่เคยเห็นฟอสซิล (S05) ส่วนนักเรียนร้อยละ 31.37 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจคิดไม่เหมือนกัน (S20) และให้เหตุผลว่าบางสาเหตุที่เกิดขึ้นกับไดโนเสาร์อาจจะไม่เป็นจริงอย่างที่คนอื่นคิด (S12) และนักเรียนร้อยละ 27.45 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนเข้าใจว่าแหล่งข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์อาจไม่เหมือนกันทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจ

สาเหตุที่ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไม่เหมือนกันจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย (S18) และนักเรียนให้เหตุผลว่าเพราะวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เพียงแค่ตัวหนังสือที่เมื่อรับรู้แล้วทุกคนจะรับรู้ด้วย ทุกคนมีสิทธิ์คิดต่างเพียงแค่มียุคสมัยที่ยืนยันแน่ชัด (S08) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 52.94 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นไม่เหมือนกัน บางคนคิดเห็นว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์อาจเป็นเพราะถูกลาวาจากภูเขาไฟที่เกิดการปะทุไหลออกมาจึงทำให้ไดโนเสาร์ตาย หรือบางคนอาจจะคิดว่าเป็นเพราะยุคสมัยที่ผ่านมานานแล้วทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์อย่างไร้ร่องรอยและเหตุผล (S36) และนักเรียนเข้าใจว่า เพราะว่ามีสัตว์หลายชนิดที่เกิดขึ้นพร้อมกับไดโนเสาร์ และยังไม่สูญพันธุ์ อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์บางคนไม่เห็นด้วยกับแหล่งข้อมูลนั้น (S37) นอกจากนี้ มีนักเรียนร้อยละ 29.41 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) เช่น นักเรียนเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์อาจจะไม่แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้อาจถูกต้องหรือไม่ (S35) และนักเรียนเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ที่ไม่เห็นด้วยยังไม่พิสูจน์ให้แน่ชัด (S25) และนักเรียนร้อยละ 17.65 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า ไดโนเสาร์เป็นสัตว์ที่น่าสนใจมีหลายสายพันธุ์ไม่น่าสูญพันธุ์ได้ (S45) และนักเรียนตอบว่า เพราะว่ามีนักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่าไดโนเสาร์บางตัวสูญพันธุ์เพราะกินเยาะหรือโดนอุกกาบาต (S18)

จากคำถามข้อที่ 5 ที่ถามว่า “ในการพยากรณ์อากาศ ผู้รายงานสภาพอากาศมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน ซึ่งบ่อยครั้งพวกเขาได้สร้างเครื่องพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ขึ้นมา นักเรียนคิดว่าผู้รายงานสภาพอากาศ รายงานเกี่ยวกับสภาพอากาศได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 49.02 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนไม่แน่ใจว่า ผู้รายงานสภาพอากาศรายงานอากาศถูกหรือไม่ และไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ชัดเจน เช่น รายงานอาจจะไม่ตรงเพราะบางครั้งอาจจะพยากรณ์อากาศผิดได้ (S09) และนักเรียนอธิบายว่ามีการรายงานอย่างละเอียดโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม (S06) ส่วนนักเรียนร้อยละ 31.37 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยเข้าใจว่าในการพยากรณ์อากาศใน แต่ละครั้งผู้รายงานสภาพอากาศได้ถูกต้องแม่นยำ เพราะการพยากรณ์อากาศผู้รายงานได้รับข้อมูลจากเครื่องพยากรณ์อากาศที่เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น ใช้ดาวเทียมสำรวจ (S04) และนักเรียนอธิบายว่าในการรายงานพยากรณ์อากาศไม่แม่นยำเพราะ อาจจะมีสภาพอากาศที่คลาดเคลื่อนได้ภายในแต่ละพื้นที่จึงทำให้สภาพอากาศผิดบ้าง (S01) และนักเรียนร้อยละ 19.61 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยเข้าใจว่า ผู้รายงานสภาพอากาศรายงานได้ถูกต้องแม่นยำเพราะผู้รายงานไปสืบหาข้อมูลแต่ละวันมาทำให้แม่นยำ (S30) และนักเรียนอธิบายว่ารายงานสภาพได้

ถูกต้อง เพราะว่าผู้รายงานสภาพอากาศนำแหล่งข้อมูลที่ได้มานั้น ซึ่งตรงกับนักพยากรณ์อากาศที่สำรวจไว้ (S42) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 68.63 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยมีความเข้าใจว่าในการรายงานพยากรณ์อากาศสภาพอากาศอาจไม่แม่นยำ เพราะสภาพอากาศสามารถเปลี่ยนแปลงได้ จึงทำให้ข้อมูลที่นักพยากรณ์อากาศอากาศได้หาข้อมูลมานั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ (S37) และรายงานสภาพอากาศได้แม่นยำเพราะได้มีการรวบรวมข้อมูลมาจากดาวเทียม (S13) ส่วนนักเรียนร้อยละ 23.53 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) มีความเข้าใจว่าในการรายงานสภาพอากาศถูกต้องแม่นยำในบางครั้งเพราะการรายงานสภาพอากาศคือการคาดคะเนสภาพอากาศ ซึ่งอาจจะถูกต้องแม่นยำหรือไม่ก็ได้ (S02) และนักเรียนเข้าใจว่าการพยากรณ์อากาศแม่นยำบ้างไม่แม่นยำบ้าง เพราะการพยากรณ์เป็นการใช้หลักความจริง หรือการพยากรณ์จากสิ่งที่มีอยู่จริง และใช้หลักการสมมติฐานปนๆ กันไป ทำให้การพยากรณ์แม่นยำบ้างไม่แม่นยำบ้าง (S24) และนักเรียนร้อยละ 7.84 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า การรายงานสภาพอากาศได้ถูกต้องแม่นยำเพราะผู้รายงานสภาพอากาศได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพอากาศเป็นอย่างดี (S17) และนักเรียนเข้าใจว่าการรายงานสภาพอากาศได้ถูกต้องแม่นยำเพราะในบางครั้งการพยากรณ์อากาศคือการคาดคะเน (S12)

และจากคำถามข้อที่ 6 ที่ถามว่า “นักเรียนคิดว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายความว่าอะไร และมีประโยชน์อย่างไร (เช่น แบบจำลองเกี่ยวกับระบบสุริยะ แบบจำลองเกี่ยวกับโครงสร้างของโลก เป็นต้น)” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.78 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนมีความเข้าใจประโยชน์ของแบบจำลองแต่ไม่สามารถอธิบายความหมายของแบบจำลองได้ หรืออธิบายไม่ชัดเจน เช่น นักเรียนตอบว่าแบบจำลองหมายถึงแบบจำลองที่จำลองขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ ให้เราได้รู้ว่าสิ่งเหล่านั้นมีความเป็นมาอย่างไร รูปร่างเป็นอย่างไร (S15) และตอบว่าแบบจำลองเป็นการย่อส่วนของจริงมาใช้เพื่อการศึกษา เช่น การเจริญเติบโตของต้นไม้ (S25) ส่วนนักเรียนร้อยละ 33.33 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยมีความเข้าใจว่า แบบจำลองคือสิ่งที่สร้างให้เหมือนของจริงแต่ย่อให้ เล็กลงจากของจริง เพื่อใช้ในการศึกษา (S17) และนักเรียนตอบว่าแบบจำลองเป็นสิ่งที่สร้างให้เหมือนของจริงแต่ย่อลงให้เหมือนของจริง เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้า (S17) และยังมีนักเรียนร้อยละ 5.89 ที่มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ซึ่งนักเรียนอธิบายไม่ชัดเจนและไม่ได้อยู่ในประเด็นของคำตอบ เช่น นักเรียนตอบว่าแบบจำลองคือสิ่งที่ทำให้เราเข้าใจของจริง (S11) และนักเรียนตอบว่าทำให้รู้โครงสร้างและระบบสุริยะเป็นอย่างไร (S10) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 54.90 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยมีความเข้าใจว่า

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำเลียนแบบของที่มีอยู่จริง เช่น โลก และมีประโยชน์
 ในด้านการศึกษา เช่น ทำการทดลอง รู้จักเส้นศูนย์สูตร และเส้นอื่นๆ ที่ทำให้เกิดฤดูกาล หรือเส้น
 แบ่งเขตระหว่างซีกโลกเหนือ และซีกโลกใต้ (S24) และจากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมนักเรียน
 อธิบายว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาให้มีขนาดเล็ก
 กว่าของจริง และคล้ายกับของจริง มีประโยชน์คือใช้ในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ (S29) และ
 นักเรียนร้อยละ 45.10 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า
 แบบจำลองคือสิ่งที่สร้างขึ้นมามีลักษณะเหมือนของจริง แต่นักเรียนอธิบายเหตุผลไม่ชัดเจน เช่น
 นักเรียนตอบว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่จำลองเหมือนของจริง มีประโยชน์ได้รู้ว่า
 นั่นคือระบบสุริยะ (S18) และนักเรียนตอบว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายความว่า สิ่งที่จำลอง
 ให้เหมือนวัตถุอื่นๆ (S21)

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็น
 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จากคำถามข้อที่ 3 ที่ถามว่า “ในการสร้างองค์ความรู้
 ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา ซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างนั้นมีอยู่ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
 นักเรียนคิดว่าองค์ความรู้เหล่านั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคตหรือไม่ จงอธิบายและยกตัวอย่าง
 ประกอบ” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและสะท้อนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่
 ร้อยละ 50.98 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนส่วนใหญ่
 มีความเข้าใจว่า ในอนาคตความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะถ้าในอนาคตมีการ
 ค้นพบหลักฐานมากขึ้น เช่น นักเรียนตอบว่าการค้นพบไดโนเสาร์มากขึ้นก็อาจจะรู้ได้มากขึ้นว่า
 ไดโนเสาร์มีหลากหลายสายพันธุ์และแปลกกว่าที่เคยค้นพบ (S17) และนักเรียนตอบว่าความรู้ทาง
 วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะ ถ้าเราหาข้อเท็จจริงได้มากก็จะสามารถเปลี่ยนแปลงตาม
 ความชัดเจนและน่าเชื่อถือได้ ยกตัวอย่างคือ สมัยก่อนคนโบราณได้เชื่อว่าโลกเป็นสี่เหลี่ยม แต่ต่อมา
 คนในยุคปัจจุบันได้ทำการศึกษาว่าโลกของเรานั้นไม่ได้มีลักษณะแบบแต่มีลักษณะกลม มีความ
 แบนเล็กน้อย (S24) และนักเรียนร้อยละ 35.29 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียน
 ส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่า
 เปลี่ยนแปลงได้อย่างไร เช่น นักเรียนตอบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ เพราะบางสิ่ง
 อาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เรื่องแรงโน้มถ่วง (S16) อย่างไรก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 13.73 มีความเข้าใจ
 ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียนเพิ่มเติม โดยมีความ
 เข้าใจว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษา
 ทดลองแน่ชัดแล้ว (S04) และนักเรียนตอบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

เพราะมีเฉพาะเนื้อหาจะคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อยและบางเนื้อหาที่ยังคงอยู่ (S32) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 74.51 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนเข้าใจว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือต่างๆ ที่ทันสมัย เราสามารถพัฒนาความรู้ได้ เช่นในอดีตที่เชื่อว่า โลกแบน แต่ปัจจุบันพบว่าโลกมีลักษณะกลม (S14) และนักเรียนตอบว่าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่นในอดีตพบว่า โลกร้อนเกิดจากแก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์ มีเทน แล้วในปัจจุบัน ได้มีการค้นพบข้อมูลใหม่พบว่า โลกร้อนเกิดจากสารซีเอฟ₄ซีอี₂ด้วย (S13) ส่วนนักเรียนร้อยละ 25.49 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) นักเรียนมีความเข้าใจว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ไม่ได้อธิบายยกตัวอย่างเพิ่มเติมได้ เช่น นักเรียนตอบว่าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะอาจจะคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ได้ (S15) และนักเรียนเข้าใจว่าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะมีบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาและมีบางอย่างที่ไม่เป็นอย่างที่คาดคะเนไว้ เช่น ดาวเคราะห์มี 9 ดวง ซึ่งตอนนี้เหลือ 8 ดวง (S16)

4. ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาเมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามข้อที่ 7 ที่ถามว่า “นักวิทยาศาสตร์พยายามค้นหาคำตอบสำหรับคำถามของพวกเขาโดยการสำรวจตรวจสอบและการทดลอง นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาในการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองหรือไม่” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ้งและสะท้อนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 74.51 มีความเข้าใจอยู่ในระดับปรับเปลี่ยน (TV) ซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการทดลอง แต่ นักเรียนไม่สามารถอธิบายรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เช่น นักเรียนตอบว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เช่น ในการใช้จินตนาการและกระดูกไดโนเสาร์ ทำให้เกิดเป็นรูปร่างไดโนเสาร์ขึ้นมา (S11) และนักเรียนตอบว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพราะต้องคิดค้นสิ่งที่จะหาคำตอบ (S10) นักเรียนร้อยละ 15.69 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์มีการคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองและตั้งสมมติฐานก่อนการทดลองและรายงานผล เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้านักวิทยาศาสตร์ไม่มีจินตนาการก็จะคิดค้นขึ้นมาไม่ได้ (S17) และจากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม นักเรียนอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนการวางแผนเพราะ ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการวางแผนคิดว่าจะทำอะไร และทำอย่างไร ในการวางแผน

แผนการสร้างสิ่งต่างๆ เช่น สร้างดาวเทียมสำรวจอวกาศ (S12) ส่วนนักเรียนร้อยละ 9.80 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เพราะวิทยาศาสตร์ต้องตอบตามหลักความเป็นจริงและเป็นไปไม่ได้ (S16) และนักเรียนอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เพราะใช้การนึกหรือมีเหตุผลกับการมีแหล่งข้อมูลที่สามารถมาเป็นคำตอบได้เช่นกัน (S30) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.86 มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) ซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการทดลอง แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เช่น นักเรียนตอบว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพราะ เราจะสามารถหาคำตอบได้โดยทำตามขั้นตอน โดยอาศัยจินตนาการต่างๆ มาประกอบด้วย (S37) และนักเรียนตอบว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการสำรวจและทดลอง คือ เพื่อคาดคะเนสิ่งต่างๆ (S02) ส่วนนักเรียนร้อยละ 39.22 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ในการสังเกต การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ เช่น นักวิทยาศาสตร์ต้องการที่จะรู้ว่าไดโนเสาร์กำเนิดมาแล้วกี่ปี โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องสังเกตก่อนเป็นอันดับแรกจากซากไดโนเสาร์ พอสังเกตแล้วก็วิเคราะห์ข้อมูลและจินตนาการ ตามที่ได้พบเห็น และสุดท้ายคือการตีความและสรุปว่าไดโนเสาร์มีชีวิตแล้วกี่ปี (S36) และจากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมนักเรียนนักเรียนอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการสำรวจตรวจสอบและทดลองคือ เช่น ในการทดลอง นักวิทยาศาสตร์ต้องคิดวางแผนการทดลอง วิธีการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และผลของการทดลองที่จะเกิดขึ้นด้วย (S06) นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 3.92 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยนักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้คำตอบที่ถูกต้องเท่านั้นถ้าจินตนาการมั่วๆ อาจทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้ (S30) และนักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เพราะต้องมีการค้นคว้าและทดลอง (S

5. มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นมติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ จากคำถามข้อที่ 8 ที่ถามว่า “นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์ และวัฒนธรรมหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่าง” ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและสะท้อนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 74.51 มีความเข้าใจอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) ซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มี

ความสำคัญกับสังคมและวัฒนธรรม แต่นักเรียนอธิบายเหตุผลและยกตัวอย่างประกอบไม่ชัดเจน เช่น นักเรียนตอบว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับสังคมและวัฒนธรรม เพราะนักวิทยาศาสตร์คิดหาวิธีต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (S40) และเมื่อสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมนักเรียนอธิบายว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับสังคมและวัฒนธรรม เพราะส่วนประกอบบางส่วนในรอบตัวเราก็เป็นวิทยาศาสตร์ เช่น แก๊สหรืออากาศรอบตัวเราก็เป็นหนึ่งในวิทยาศาสตร์ (S15) และมีนักเรียนร้อยละ 23.53 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์และวัฒนธรรม เพราะในสังคมมนุษย์มีการใช้วิทยาศาสตร์มากมาย เช่น การผลิตโทรศัพท์มือถือ ถ้าไม่มีโทรศัพท์มือถือก็จะไม่มีการติดต่อสื่อสารกันอย่างสะดวกสบาย (S17) และนักเรียนตอบว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์และวัฒนธรรม เพราะปัจจุบันมีการสร้างสื่อและเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตประจำวัน (S34) นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 1.96 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยนักเรียนเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญ เช่น การเชื่อเรื่องเหนือธรรมชาติ (S02) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.86 มีความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์และวัฒนธรรม เพราะปัจจุบันมนุษย์ต้องการเครื่องอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและพัฒนาสังคม เช่น ใช้คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือในการสื่อสารทางการ และสังคมมนุษย์ก็ต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกเช่นกัน (S45) และนักเรียนตอบว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์และวัฒนธรรม เพราะปัจจุบันมนุษย์ต้องการเครื่องอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและพัฒนาสังคม เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ ในการสื่อสารทางไกล และสังคมก็ต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกเช่นเดียวกับมนุษย์ (S24) และนักเรียนร้อยละ 43.14 มีความเข้าใจในระบะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์และวัฒนธรรม เช่น การเดิน แรงโน้มถ่วงเพราะใช้แรงโน้มถ่วงมาประกอบด้วย นอกจากนี้ยังมีโทรศัพท์มือถือ มีอินเทอร์เน็ตให้ติดต่อสื่อสารกัน (S37) และจากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมนักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์และวัฒนธรรม เพราะทำให้มนุษย์ได้ปฏิบัติตนได้อย่างปลอดภัยเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ เช่น ฝนตกหนัก พายุร้อง และสามารถรับมือกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้นได้ (S47)

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

จากการจัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด ผู้วิจัยขอสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิดที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชั้นสร้างความสนใจ

ผู้วิจัยใช้รูปภาพ หรือคลิปวิดีโอ หรือข่าว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน

จากการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัยในเรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม การพยากรณ์อากาศ เอลนีโญและลานีญา การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก และมลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยใช้รูปภาพ หรือคลิปวิดีโอ หรือข่าว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น การปฏิบัติการสอนเรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ผู้วิจัยใช้คลิปวิดีโอ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเพื่อนำมาอธิบายลักษณะการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า นักเรียนทุกคนดูคลิปวิดีโอด้วยความสนใจ และมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน (บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย ครั้งที่ 4, วันที่ 15 มกราคม 2557) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนทุกคนตั้งใจดูคลิปวิดีโอปรากฏการณ์เรือนกระจกและมีส่วนร่วมในการตอบคำถามต่างๆ ในชั้นเรียน นั้นหมายความว่า นักเรียนทุกคนมีความสนใจต่อการเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนเป็นอย่างมาก (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 4, วันที่ 15 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า ก่อนเรียนได้คู่วิดีโอทัศน์เกี่ยวกับปรากฏการณ์เรือนกระจก (S17) นอกจากนี้ ในการปฏิบัติการสอนในเรื่อง พายุฟ้าคะนอง ผู้วิจัยใช้รูปภาพเกี่ยวกับลักษณะเด่นของเมฆที่ทำให้เกิดฝนตก ให้นักเรียนสังเกตและให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายลักษณะของเมฆที่ทำให้เกิดฝนตก ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า นักเรียนทุกคนตั้งใจดูรูปภาพพร้อมๆ มีส่วนร่วมในการอภิปราย (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 1, วันที่ 8 มกราคม 2557) ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการอภิปรายเกี่ยวกับเมฆที่ทำให้เกิดฝนตก

ผู้วิจัย : จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าเมฆแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร

- นักเรียน : มีลักษณะเป็นชั้น เป็นก้อน ครีมน และเป็นสีดำ
- ผู้วิจัย : แล้วลักษณะเด่นของเมฆที่ทำให้เกิดฝนตก มีลักษณะอย่างไร
- นักเรียน 1 : เป็นเมฆเป็นสีเทา และอยู่ใกล้พื้นดิน
- นักเรียน 2 : มีสีดำ และก้อนเมฆจะมีขนาดใหญ่
- ผู้วิจัย : เมฆก้อนนี้ มีชื่อว่าอะไร
- นักเรียน 1 : คิวมูลอนิมบัส
- นักเรียน 2 : นิมโบสเตรตัส
- ผู้วิจัย : เมฆที่ทำให้เกิดฝนตกคือ เมฆคิวมูลอนิมบัส เพราะว่าเป็นเมฆก้อนใหญ่คล้ายภูเขาที่ก่อตัวในแนวตั้ง ฐานเมฆเห็นเป็นสีดำคล้ายรูปทึบ มักจะมีปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ด้วย
- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าในขณะที่ฝนตกหนักมักจะมีปรากฏการณ์อะไรเกิดขึ้น
- นักเรียน : มีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง
- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร
- นักเรียน : ทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิต
- นักเรียน 2 : เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์และสัตว์ต่างๆ และเมื่อฝนตกหนักทำให้น้ำท่วมและดินถล่มด้วย
- (แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัยครั้งที่ 1, วันที่ 8 มกราคม 2557)

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า จากการใช้รูปภาพลักษณะเด่นของเมฆที่ทำให้เกิดฝนตก ซึ่งนักเรียนทุกคนให้ความสนใจเพื่อดูรูปภาพและมีส่วนร่วมในการอภิปรายเป็นอย่างมาก (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 1, วันที่ 8 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า จากกิจกรรมในชั้นเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเมฆนิมโบสเตรตัสที่ทำให้เกิดฝนตกฟ้าร้อง (S10) สำหรับในการปฏิบัติการสอนเรื่อง การพยากรณ์อากาศ ผู้วิจัยใช้ข่าวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง การพยากรณ์อากาศ โดยใช้คลิปวิดีโอ เรื่อง พยากรณ์อากาศวันนี้ ให้นักเรียนสังเกต เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการรายงานสภาพอากาศของผู้รายงานสภาพอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น การสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกตพบว่า นักเรียนทุกคนดูคลิปวิดีโอด้วยความสนใจ และมีส่วนร่วมในการอภิปราย (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 4, วันที่ 15 มกราคม 2557) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนทุกคนตั้งใจดูคลิปวิดีโอการพยากรณ์อากาศวันนี้ และมีส่วนร่วมในการตอบคำถามต่างๆ ในชั้นเรียนนั้นหมายความว่านักเรียนทุกคนมีความสนใจต่อการเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนเป็นอย่างมาก (อนุทินหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 4, วันที่ 15 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่ง

พบว่า ก่อนเรียนได้ดูข่าวการพยากรณ์อากาศของวันนี้ (S17) และในการปฏิบัติการสอนเรื่อง พายุหมุนเขตร้อน ผู้วิจัยได้ใช้เหตุการณ์จริงเพื่อให้นักเรียนได้ดูข่าวเกี่ยวกับลักษณะของการเกิดพายุหมุนเขตร้อน และเชื่อมโยงที่มาของการเกิดพายุต่างๆ เช่น พายุไต้ฝุ่น ไชนร็อน ดีเปรสชัน เป็นต้น และให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายลักษณะของการเกิดพายุหมุนเขตร้อน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกต พบว่านักเรียนทุกคนมีความสนใจพร้อมๆกันมีส่วนร่วมในการอภิปราย (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557) ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของการเกิดพายุหมุนเขตร้อน

ผู้วิจัย : พายุฝนฟ้าคะนองเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก มีลมกระโชกแรงเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง จะเกิดขึ้นในพื้นที่ส่วนใด เพาะเหตุใด

นักเรียน 1 : เกิดขึ้นบางที่

นักเรียน 2 : เกิดในเฉพะมหาสมุทรและทะเลในเขตร้อน

ผู้วิจัย : เวลาที่ฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานาน จนทำให้เกิดน้ำท่วม ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

นักเรียน 1 : เกิดจากลมพายุ

นักเรียน 2 : จากพายุหมุนเขตร้อน

ผู้วิจัย : จงยกตัวอย่างพายุหมุนเขตร้อนที่นักเรียนรู้จัก

นักเรียน 1 : เฮอริเคน

นักเรียน 2 : ไต้ฝุ่น

นักเรียน 3 : พายุดีเปรสชัน

(แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัยครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557)

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า จากการใช้เหตุการณ์จริงเกี่ยวกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อน ซึ่งพบว่านักเรียนทุกคนให้ความสนใจและมีส่วนร่วมในการอภิปรายเป็นอย่างมาก (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่าจากกิจกรรมในชั้นเรียนก่อนเรียนได้ตอบคำถามเกี่ยวกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อน (S17)

ดังนั้น จึงชี้ให้เห็นว่า การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่สอนและชีวิตประจำวันของนักเรียน ช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียนได้

2. ขั้นตอนสำรวจและค้นหา

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนปฏิบัติทดลอง และใช้โปรแกรมจำลอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในการปฏิบัติการสอนเรื่อง พายุหมุนเขตร้อน ผู้วิจัยให้นักเรียนปฏิบัติทดลองเรื่อง ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ โดยใช้ลูกปิงปอง จำนวน 1 ลูกต่อกลุ่ม ตะเกียบ จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม และปากกาเคมี จำนวน 1 แท่งต่อกลุ่ม หลังจากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนลากเส้นแล้วสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นตรงเมื่อลากจากแนวเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกเหนือ และขั้วโลกใต้ ตามลำดับ จากกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตในขณะที่นักเรียนทำการทดลองโดยลากเส้นแล้วสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นตรงเมื่อลากจากแนวเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกเหนือ และขั้วโลกใต้ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายลักษณะของการเกิดพายุหมุนเขตร้อน ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกต พบว่านักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันทำการทดลองด้วยความกระตือรือร้นจนประสบความสำเร็จในการทดลอง (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557) และเมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้ (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนรู้สึกชอบการทดลอง เรื่อง ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ จากการขีดเส้นบนลูกปิงปองและได้สังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศโดยนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองขึ้นมาเองได้ และทำให้นักเรียนชอบเรียนเรื่องนี้(S17) นอกจากนี้จากการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัยในเรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม การพยากรณ์อากาศ เอลนีโญและลานีญาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก และมลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะเห็นได้จากการสอนเรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมจำลอง Learning object เรื่อง ฝนตกฟ้าร้อง พายุคะนอง ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะได้สังเกตลักษณะของตัวแปรที่ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง ได้แก่ การสังเกตปริมาณน้ำในอากาศ อุณหภูมิพื้นผิว อุณหภูมิอากาศเบื้องบน ปฏิกิริยาการเกิดขึ้น และสังเกตลักษณะของท้องฟ้า หลังจากนั้นผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เพื่อนำมาประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มให้

ความสนใจในกิจกรรมนี้เป็นอย่างมากเพราะเป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้จากโปรแกรมจำลองการเกิดฝนตกฟ้าร้อง ฝนฟ้าคะนอง ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นภาพการเกิดพายุฟ้าคะนองและมีความเข้าใจการเกิดพายุฟ้าคะนองได้มากขึ้น (บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย ครั้งที่ 1, วันที่ 8 มกราคม 2557) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า การใช้โปรแกรมจำลองเรื่อง ฝนตกฟ้าร้อง พายุคะนอง ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและนักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 1, วันที่ 8 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนได้รับความรู้เนื้อหาเกี่ยวกับฝนฟ้าคะนอง และสนุกเมื่อได้ทำกิจกรรมและได้รู้การป้องกันตนเองจากพายุฝนฟ้าคะนอง (S07)

ดังนั้น จึงชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนสามารถสำรวจและค้นหาความรู้ด้วยตนเอง และช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนได้

3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

ผู้วิจัยใช้สื่อการเรียนรู้ ใช้คำถามนำอภิปราย และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และสะท้อนความคิด เพื่อนำไปสู่การอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน

จากการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัยในเรื่อง พายุหมุนเขตร้อน ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน ดังจะเห็นได้จากการปฏิบัติการสอนเรื่อง พายุหมุนเขตร้อน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้คลิปวิดีโอ เรื่อง การเกิดพายุหมุนเขตร้อน และถามคำถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนจำแนกชนิดของพายุหมุนเขตร้อน โดยให้นักเรียนสังเกตชนิดของพายุหมุนเขตร้อน และให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายจำแนกชนิดของพายุหมุนเขตร้อน ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า นักเรียนทุกคนให้ความสนใจดูคลิปวิดีโอและมีส่วนร่วมในอภิปรายเกี่ยวกับชนิดของพายุหมุนเขตร้อน นอกจากนี้ นักเรียนมีการถามคำถามจากวิดีโอ ซึ่งผู้สอนได้อธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่นักเรียนสงสัย (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557) และเมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า การใช้คลิปวิดีโอ เรื่อง การเกิดพายุหมุนเขตร้อน ประกอบการอธิบายและลงข้อสรุปในการสอนเรื่อง พายุหมุนเขตร้อน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น และสามารถอธิบายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้ถูกต้อง (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า

นักเรียนได้เรียนรู้เรื่อง การเกิดพายุหมุนเขตร้อน จากการทำการทดลองเรื่อง ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ได้ดูคลิปวิดีโอ เรื่อง การเกิดพายุหมุนเขตร้อน และทำแบบฝึกหัด ทำให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม (S10) และหลังจากการทำกิจกรรมผู้วิจัยและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการอภิปรายเกี่ยวประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป

- ผู้วิจัย : จากการทำกิจกรรมนักเรียนคิดว่าใช้ทักษะการสังเกตในขั้นตอนใดบ้าง
- นักเรียน 1 : ได้สังเกตเส้นตรงที่ลากจากแนวเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกเหนือ ขณะที่ลูกปิงปองหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก
- นักเรียน 2 : สังเกตเส้นที่ลากจากแนวเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกได้ในขณะที่ลูกปิงปองหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก)
- ผู้วิจัย : หลังจากที่ได้อ้อมูลจากการสังเกตแล้วนักเรียนสามารถลงข้อสรุป และประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างไร
- นักเรียน 1 : เส้นตรงที่ลากจากแนวเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกเหนือขณะที่ลูกปิงปองหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก จะเป็นเส้นโค้งทวนเข็มนาฬิกา
- นักเรียน 2 : ในทางตรงกันข้ามเส้นที่ลากจากแนวเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกใต้ขณะที่ลูกปิงปองหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก จะเป็นเส้นโค้งตามเข็มนาฬิกา
- นักเรียน 3 : สามารถสรุปได้ว่า อากาศเคลื่อนที่พัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางของพายุในทิศทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และทิศตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ทำให้เกิดเป็นพายุหมุนเขตร้อน
- ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดจึงนำลูกปิงปองซึ่งแทนลูกโลกมาใช้ในการทำกิจกรรม ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ
- นักเรียน 1 : จะได้ฝึกทำการทดลอง
- นักเรียน 2 : ได้ทดลอง และศึกษาการเคลื่อนที่ของอากาศ
- ผู้วิจัย : เพราะเรา เราสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อเป็นการอ้างอิงปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งแบบจำลองอาจจะไม่ใช่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ
- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าแบบจำลองต่างๆ สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่
- นักเรียน : เปลี่ยนแปลงได้

- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้หรือไม่อย่างไร
- นักเรียน 1 : ต้องการหลักฐาน
- นักเรียน 2 : ต้องการหลักฐาน เพราะจะทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือ แม่นยำ
- ผู้วิจัย : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบอยู่บน ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งสามารถอธิบายขอบเขตของการสังเกตโดยการสร้างเครื่องมือขึ้น เพื่อช่วยขยายขอบเขตในการสังเกต โดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองเรื่องการเคลื่อนที่ของทิศทางลม
(บันทึกภาคของผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557)

จากการปฏิบัติการสอน เรื่อง เอลนีโญและลานีญา ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยให้นักเรียนคูคิลิปีวิติโอ เรื่อง ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับเอลนีโญและลานีญา แล้ววิเคราะห์และอธิบายการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ผลของเอลนีโญและลานีญา ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเขียนเป็นแผนผังความคิด แล้วแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 5, วันที่ 22 มกราคม 2557) ต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์ทราบการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาได้จากหลักฐานใดบ้าง
- นักเรียน 1 : เกิดการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ ที่ทำให้บางพื้นที่ที่เคยมีฝนตกหนักทำให้ฝนตกน้อยลง
- นักเรียน 2 : บางที่ที่เคยมีฝนตกน้อย ทำให้ฝนตกมากขึ้น
- ผู้วิจัย : นอกจากปริมาณฝนที่ตกเพิ่มขึ้นและลดลง มีหลักฐานอื่นๆ เพิ่มอีกไหม
- นักเรียน : รู้ได้จากอุณหภูมิของอากาศที่สูงขึ้น
- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ มีความจำเป็นหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียน : มีความจำเป็น เพราะ หลักฐานที่ค้นพบนั้นสามารถบอกการเกิดเอลนีโญ และลานีญาได้
- ผู้วิจัย : นักเรียนลองยกตัวอย่าง สัก 1 ตัวอย่าง
- นักเรียน : เอลนีโญ จะทำให้พื้นที่ที่เคยมีฝนตกหนัก มีปริมาณฝนลดลง
- ผู้วิจัย : ครูขอความคิดเห็นของเพื่อน คนอื่นบ้าง พร้อมกับทวนคำถาม 1 ครั้ง
“นักเรียนคิดว่าหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ มีความจำเป็นหรือไม่ อย่างไร”
- นักเรียน : มีความจำเป็น เพราะว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ต้องใช้หลักฐาน อื่นๆ ประกอบเหมือนกัน เช่น นักวิทยาศาสตร์ใช้ดาวเทียม เพื่อดูการ เปลี่ยนแปลงของโลก เมื่อเกิดเอลนีโญและลานีญา
- ผู้วิจัย : มีความจำเป็น เพราะ ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับ การอ้างอิงหลักฐานที่ได้จากการ สังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจที่จะทำ ให้ ข้อมูลถูกต้อง โดยการค้นหาหลักฐานซึ่งอาจได้มาจากการสังเกต ใช้ เครื่องมือต่างๆ เช่น การใช้ดาวเทียมในการถ่ายภาพภูมิประเทศของ โลกเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศเมื่อเกิดปรากฏการณ์ เอลนีโญและลานีญา และใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของ อากาศ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของอากาศ
- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่า การที่เราเป็นคนช่างสังเกต เราควรแยกแยะความแตกต่าง ของการสังเกตและการลงข้อสรุปให้ได้ เพราะเหตุใด
- นักเรียน : เพราะว่าการสังเกต คือการบรรยายข้อมูลที่ ได้จากการสังเกต ส่วนการ ข้อสรุปคือ อาจจะได้มาจากการนำข้อมูลที่ ได้จากการสังเกต แล้วนำมา สรุป
- ผู้วิจัย : การสังเกตคือ การบรรยายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ได้จากการสังเกต โดยตรง เช่น การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและการเกิดปรากฏการณ์ ลานีญา จากคลิปวิดีโอซึ่งทั้งสองเหตุการณ์เกิดขึ้นแตกต่างกัน ส่วนการ ลงข้อสรุปบางครั้งต้องอาศัยการสังเกตเป็นพื้นฐานด้วย หรือบางครั้ง อาจจะไม่ใช้การสังเกตก็ได้ เช่น เอลนีโญ-ลานีญา เป็นปรากฏการณ์ที่ทำ ให้สภาพลมฟ้าอากาศของโลกเปลี่ยนไปจากเดิม)
- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทในสังคมอย่างไรบ้าง
- นักเรียน 1 : เป็นครูสอนนักเรียน นักศึกษา
- นักเรียน 2 : เป็นนักวิจัย

- ผู้วิจัย : วิทยาศาสตร์มีบทบาทในสังคมมากมาย นักวิทยาศาสตร์เข้ามาทำงานในมหาวิทยาลัย โรงพยาบาล และสมาคมทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ นักวิทยาศาสตร์อาจทำงานตามลำพังหรือกลุ่มเล็กๆ หรือเป็นสมาชิกกลุ่มนักวิจัยขนาดใหญ่ สถานที่ทำงานของนักวิทยาศาสตร์รวมถึง ห้องเรียน ห้องทำงาน ห้องปฏิบัติการทดลอง และงานภาคสนามในธรรมชาติตั้งแต่เวลาจนถึงใต้สมุทร จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสังคมตลอดเวลา
- ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ที่การศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การเกิดเอลนีโญ และลานีญา มีความสำคัญต่อสังคมมนุษย์ หรือไม่ อย่างไร
- นักเรียน : มี คือ ทำให้เรารู้การเกิดเอลนีโญ และลานีญา และได้เตรียมตัวสำหรับภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคต
- ผู้วิจัย : มี เพราะเอลนีโญ และลานีญา เป็นการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการสังเกต รวบรวมข้อมูล และพยากรณ์การเกิดเอลนีโญ และลานีญา สำหรับปัจจุบันและในอนาคต เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญให้มนุษย์ได้ตระหนักถึงปัญหาของการเกิดเอลนีโญ และลานีญา และได้เตรียมตัวป้องกันภัยธรรมชาติที่จะเกิดจากเอลนีโญ และลานีญาขึ้นในอนาคตได้)
- (แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย ครั้งที่ 5, วันที่ 22 มกราคม 2557)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนใช้สื่อการเรียนรู้ ใช้คำถามนำอภิปราย และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และสะท้อนความคิด ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนได้อย่างถูกต้อง

4. ขันขยายความรู้

ผู้วิจัยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียน และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัยในเรื่องพายุฟ้าคะนอง การพยากรณ์อากาศ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก และมลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ขยายความรู้เพิ่มเติม ดังจะเห็นได้จากการปฏิบัติการสอน เรื่อง พายุฟ้าคะนอง ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Learning object เรื่อง ฝนตกฟ้าร้อง พายุคะนอง ซึ่งในโปรแกรมดังกล่าวมีเกมส์เพื่อให้

นักเรียนได้เรียนรู้ว่าเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองควรปฏิบัติตนอย่างไรจึงจะปลอดภัย ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และในกิจกรรมได้สอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตเมื่อในขณะที่เพื่อนเล่นเกมสว่าควรรปฏิบัติตนอย่างไรให้ปลอดภัย เมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ซึ่งจากการสังเกต พบว่า นักเรียนให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการเล่นเป็นอย่างดี มีการให้กำลังใจในขณะที่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มกำลังเล่นเกมสว่า นักเรียนสนุกสนาน และได้ความรู้เพิ่มเติมด้วย (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 1, วันที่ 8 มกราคม 2557) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า การใช้สื่อการเรียนรู้ เรื่อง ฝนตกฟ้าร้อง พายุคะนองทำให้นักเรียนสามารถบอกวิธีการปฏิบัติตนเมื่อเกิดพายุฝนฟ้าคะนองเพิ่มเติมได้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 1, วันที่ 8 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับ อนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับฝนฟ้าคะนองและสนุกสนานเมื่อได้เล่นเกมสว่าเกิดพายุคะนองและสามารถบอกวิธีการเอาตัวรอดจากพายุฝนฟ้าคะนอง (S04) นอกจากนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้คลิปวิดีโอ ในการปฏิบัติการสอน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก โดยให้นักเรียนสังเกต เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกตในชั้นเรียน พบว่า การใช้คลิปวิดีโอ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก นักเรียนทุกคนดูคลิปวิดีโอด้วยความสนใจ (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 6, วันที่ 22 มกราคม 2557) และเมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า การใช้คลิปวิดีโอ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สามารถขยายความรู้ของนักเรียนในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกได้ (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 6, วันที่ 22 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนได้ดูคลิปวิดีโอ และได้รู้เพิ่มเติมว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้ฝุ่นละอองและแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (S42) และในการปฏิบัติการสอนเรื่อง มลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยเลือกใช้รูปภาพ ผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากการสังเกต พบว่า นักเรียนทุกคนให้ความสนใจดูรูปภาพและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และพบว่าการเลือกใช้รูปภาพที่เกี่ยวข้องสามารถขยายความรู้ของนักเรียนได้ (บันทึกหลังสอนผู้วิจัย ครั้งที่ 7, วันที่ 29 มกราคม 2557) และเมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่า การใช้รูปภาพ เรื่อง ผลกระทบของฝนกรดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สามารถให้ความรู้เพิ่มเติมและขยายความรู้ของผู้เรียนได้ (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 7, วันที่ 29 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนได้ศึกษามลพิษทางอากาศจากรูปภาพที่ครูเอามาให้ดู ซึ่งทำให้รู้ว่าฝนกรดก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต (S02)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ด้วยการใช้อุปกรณ์ ภาพ คลิปวิดีโอ หรือการใช้สถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดที่เรียน และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. ขั้นตอนประเมิน

ผู้วิจัยได้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย

จากการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัยในเรื่อง พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม การพยากรณ์อากาศ เอลนีโญและลานีญาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก และมลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย เพื่อประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ เช่น การปฏิบัติการสอน เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลาย ได้แก่ การตอบคำถามจากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ การตอบคำถามจากแบบฝึกหัด เรื่อง พายุหมุนเขตร้อน การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต และทักษะการตีความจากข้อมูลและการลงข้อสรุป เป็นต้น และการประเมินกระบวนการกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินกระบวนการกลุ่ม ซึ่งการที่ครูใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลาย และให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมิน ทำให้ผู้สอนทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการแต่ละด้านเป็นอย่างไร (บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557) และเมื่อพิจารณาจาก อนุทินของผู้วิจัย พบว่าการเลือกใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลาย โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินนักเรียน และนักเรียนประเมินเป็นผู้ประเมินเพื่อนนักเรียน เป็นวิธีประเมินผลที่ช่วยให้ผู้สอนทราบว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้มากขึ้นน้อยเพียงใดจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ (อนุทินของผู้วิจัย ครั้งที่ 2, วันที่ 8 มกราคม 2557)

ดังนั้นจึงชี้ให้เห็นว่า การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลายสามารถประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้

การวิจารณ์

1. การวิจารณ์เกี่ยวกับการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยสรุปมีดังนี้

จากผลการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจงและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) มีจำนวน 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นการสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ยกเว้นประเด็น การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนมาก จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน เพิ่มเติม เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และ มิมุมมองไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ในประเด็นต่างๆ ซึ่งประเด็นที่ต้องการพัฒนาเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ทั้ง 5 ประเด็น ได้แก่ การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (กาญจนา มหาลี, 2553) และ การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (Khishe, 2008) ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวจะใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเหมือนกันโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด และมีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพิ่มเติม เพื่อให้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของผู้วิจัยคือนักเรียนส่วนใหญ่ ยังมีความเข้าใจที่อยู่ในระดับมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ในประเด็นหลายประเด็น โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเป็นความรู้ที่ผ่านการพิสูจน์และตรวจสอบโดยการทดลองแล้ว (กาญจนา มหาลี, 2553) ประเด็นมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์โดยผู้เรียนไม่สามารถบอกผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ได้ว่าเป็นอย่างไร (ขวัญหญิง ทิพแก้ว, 2555) ประเด็นเกี่ยวกับอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมต่อวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจว่าการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม การเมือง และศาสนา (ทัศนีย์ พุฒนอก, ปรียา บุญญศิริ, และ สุปรียา ศรีวิจิตรเกษม, 2555)

นอกจากนี้การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 9 คาบ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกประเด็น ได้แก่ การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเห็นได้จากจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เพิ่มขึ้น และมีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และ มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของหลายท่าน (กาญจนา มหาลี, 2553; อังคณา ปัทมพงศาและคณะ, 2554; เบญจพร สาทักดี, 2555; Akerson, Abd- El-Khalick, Lerderman, 2000; Khishfe and Abd- El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008; Jurarat Liangkriilas, 2009) ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective Approach) สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนได้ ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective Approach) มีลักษณะการสอน คือ ผู้สอนให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยระบุการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านการอธิบาย การตอบคำถาม การอภิปราย หรือแสดงความคิดเห็นในลักษณะที่เรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทัศนคติและมี

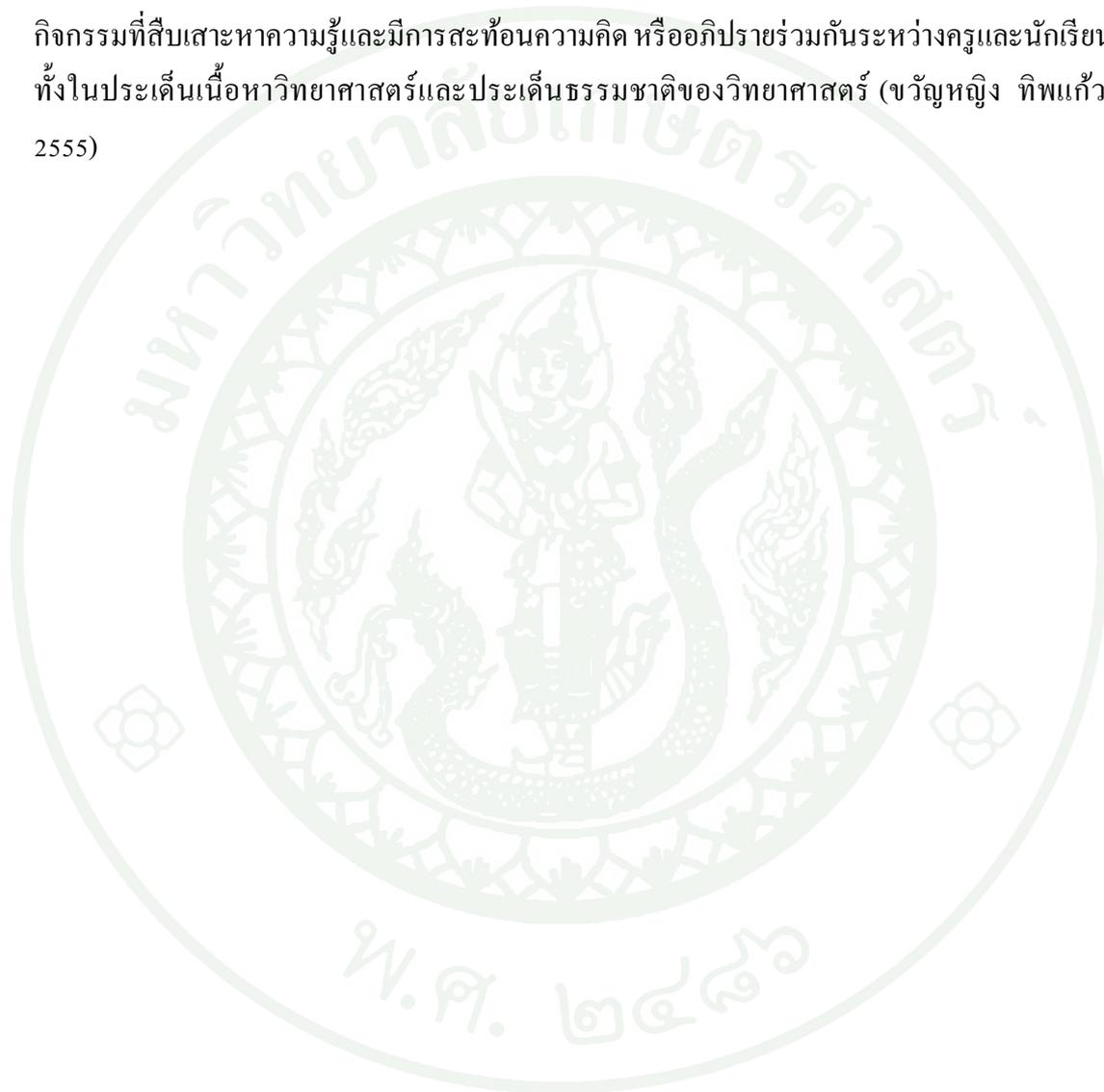
ความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่น ผู้เรียนคิดว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไรรวมทั้งมีการวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (กาญจนา มหาลี, 2553; อังคณา ปัทมพงศา, 2555)

2. การวิจารณ์เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยสรุปมีดังนี้

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ มีดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ พบว่า ได้แก่ 1) การใช้รูปภาพ หรือคลิปวิดีโอ หรือข่าว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง และใช้โปรแกรมจำลองเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การใช้สื่อการเรียนรู้ ใช้คำถามนำอภิปราย และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และสะท้อนความคิด เพื่อนำไปสู่การอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน 4) การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องข้อกับเรื่องที่สอน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียน และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และ 5) การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย ทั้งนี้ การที่นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการสอดคล้องประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้มากขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยมีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีการวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาซึ่ง พบว่า ครูควรใช้สื่อการสอนหรือสถานการณ์ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อให้เกิดคำถามและนำไปสู่กระบวนการการหาคำตอบต่อไป และในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน

ได้มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ของตนเองและกิจกรรมที่ใช้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น และมีการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เรียนรู้ และนักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามในชั้นเรียนและอนุทินของผู้เรียน (อังคณา ปัทมพงศา, 2555) และครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่สืบเสาะหาความรู้และมีการสะท้อนความคิด หรืออภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนทั้งในประเด็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ขวัญหญิง ทิพแก้ว, 2555)



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ 2) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามการวิจัยจำนวน 2 ข้อ คือ 1) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างไร และ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะอย่างไร

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาจำนวน 5 ประเด็น ประกอบด้วย (1) หลักฐานเชิงประจักษ์ทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (2) การสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีในวิทยาศาสตร์ (3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (4) ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ (5) มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จากโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 51 คน แบ่งเป็น นักเรียนชาย 17 คน และนักเรียนหญิง 34 คน

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งและสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งหมด 51 คน ทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งกับสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง และผู้วิจัยมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหากพบว่ามีคำอธิบายในแบบวัดของนักเรียนคลุมเครือ และไม่ชัดเจน หลังจากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งหมด 51 คน ทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ็งกับสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง และผู้วิจัยมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหากพบว่ามีคำอธิบายในแบบวัดของนักเรียนคลุมเครือ และไม่ชัดเจน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) ผู้วิจัยอ่านแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด 51 คน เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ในการตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) ผู้วิจัยให้นักเรียนที่ตอบคำถามแบบวัดที่ไม่ชัดเจน เพื่อดำเนินการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อเป็นการเพิ่มเติมรายละเอียดของการอธิบายความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ของนักเรียน

3) ผู้วิจัยถอดเทปการสัมภาษณ์เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นที่นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบที่ไม่ชัดเจน

4) ผู้วิจัยตรวจคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละข้อว่านักเรียนมีความเข้าใจในสามารถจัดอยู่กลุ่มใด และอ่านคำตอบของนักเรียนอีกครั้งร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อตีความและอธิบายว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยผู้วิจัยได้แบ่งจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามกรอบของ Lederman *et al.* (2002) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View : IV) 2) มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transitional View : TV) และ 3) มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naive View : NV)

5) ผู้วิจัยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ของคำตอบแต่ละกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ 2) อนุทินสะท้อนความคิดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน 3) อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย 4) บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย 5) แบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย และ 6) งานที่มอบหมายต่างๆ ได้แก่ ใบงาน แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลา 3 สัปดาห์ จำนวน 9 คาบ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการจดบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการตอบคำถามของนักเรียน และข้อมูลในส่วนอื่นๆ ประกอบด้วย อนุทินสะท้อนความคิดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย แบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย และงานที่มอบหมายต่าง ๆ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาอ่าน เพื่อเตรียมข้อมูลที่จะใช้ในการสอนครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบซัดแจ้งและการสะท้อนความคิดที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ ในองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นการประเมิน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการถอดข้อความที่บันทึกได้ในการสอน รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ได้แก่ ประกอบด้วย อนุทินสะท้อนความคิดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย แบบบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย และงานที่มอบหมายต่าง ๆ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาตาม

ประเด็นที่กำหนด แล้วลงข้อสรุปว่ามีลักษณะอย่างไร รวมทั้งวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย การข้อเสนอแนะ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์ที่ความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย

สรุปผลการวิจัย

1. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้ จากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) มีจำนวน 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นการสังเกตและลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ยกเว้นประเด็น การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)

1.2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้ หลังจากการจัดการเรียนรู้นั้น พบว่านักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) มากขึ้น โดยเฉพาะประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนความคิด ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจร่วมกัน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านการอธิบาย การตอบคำถาม การอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นในลักษณะที่เรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

และให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่น ผู้เรียนคิดว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไรรวมทั้งมีการวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แม้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มากขึ้น ในทุกประเด็นแล้ว แต่เมื่อพิจารณานักเรียนบางส่วนพบว่า ยังมีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ทั้งนี้การเป็นผลมาจากผู้วิจัยได้ใช้เวลาในการสอนจำนวน 9 คาบ ซึ่งอาจจะไม่เพียงพอต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้มากนัก และในแต่ละคาบต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรม จึงทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนได้อย่างชัดเจน

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปραกฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ โดยมีเนื้อหาได้แก่ ได้แก่ พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม การพยากรณ์อากาศ เอลนีโญและลานีญาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก และมลพิษทางอากาศ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 9 คาบ พบว่ามีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยใช้รูปภาพ หรือคลิปวิดีโอ หรือข่าว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน

2.2 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง และใช้โปรแกรมจำลอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.3 ผู้วิจัยใช้สื่อการเรียนรู้ ใช้คำถามนำอภิปราย และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และสะท้อนความคิด เพื่อนำไปสู่การอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน

2.4 ผู้วิจัยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอน เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียน และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.5 ผู้วิจัยได้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ครูผู้สอนควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งและการสะท้อนความคิดไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในหัวข้อต่างๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา วิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ วิทยาศาสตร์เลือกเพิ่มเติม ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ครูผู้สอนควรวางแผนกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมเพื่อให้ผู้สอนได้มีเวลาในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น

3. ครูผู้สอนไม่ควรระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในเนื้อหามากเกินไป จะทำผู้สอนไม่สามารถอธิบายรายละเอียดในแต่ละประเด็นได้ครบถ้วน

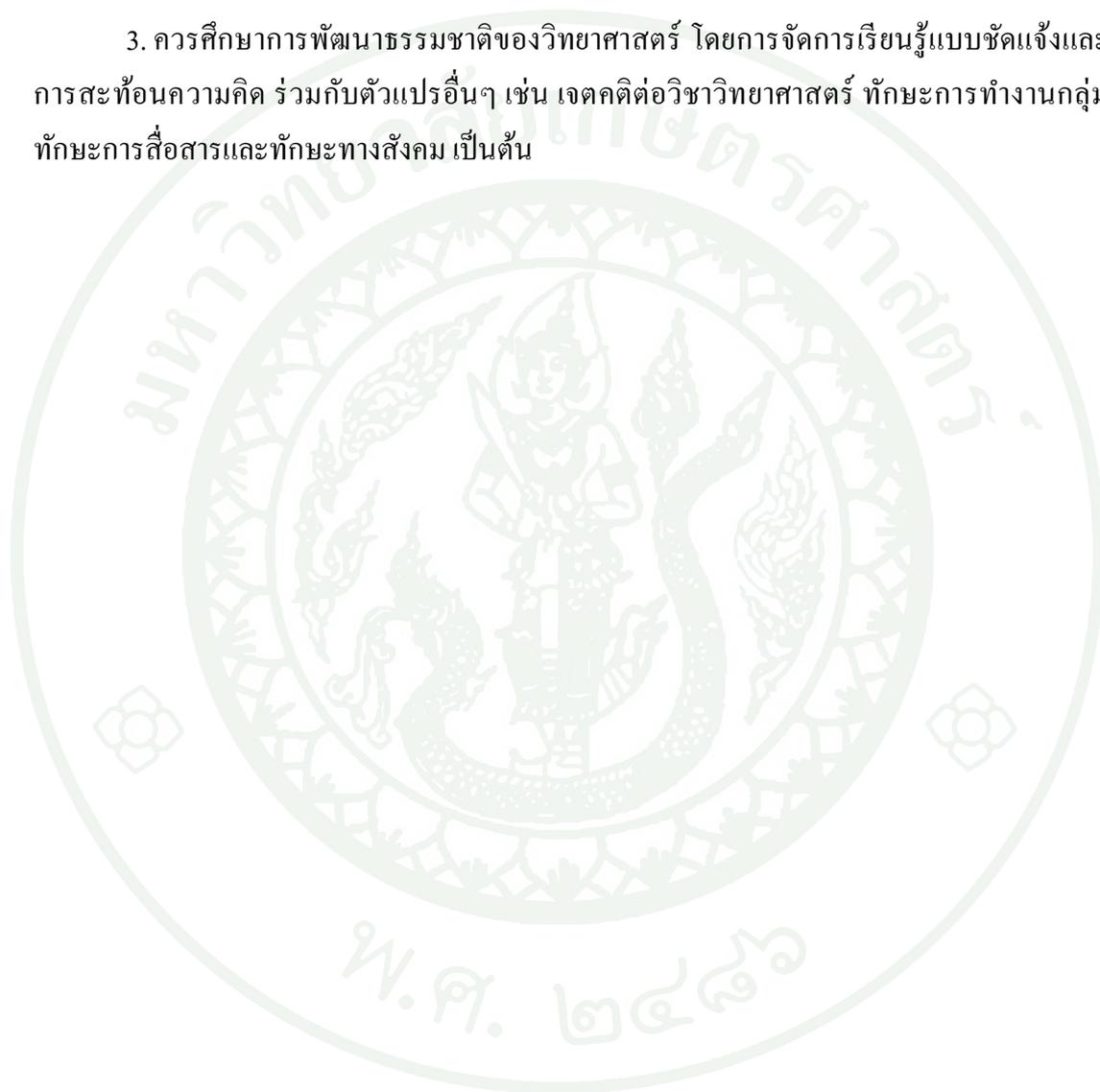
4. ในขณะที่ครูผู้สอนจะแสดงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนมีความพร้อม ตั้งใจฟัง และมีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ในระดับอื่น และหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ

2. ควรมีการพัฒนาแนวทางการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด ในระดับอื่น และหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเพิ่มขึ้น

3. ควรศึกษาการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนและการสะท้อนความคิด ร่วมกับตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารและทักษะทางสังคม เป็นต้น



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.**
กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

_____. 2553. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**
กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

กาญจนา มหาลี. 2553. **การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด.** วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิตติพร ปัญญาภิบาล. 2549. **วิจัยเชิงปฏิบัติการ แนวทางสำหรับครู.** กรุงเทพมหานคร:
นันทพันธ์พรินต์ติ้ง

ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์. 2553. **การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต่อมไร้ท่อและความเข้าใจ
เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขวัญหญิง ทิพย์แก้ว. 2555. **การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ :กรณีศึกษา
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรรยา สุจารีกุล. 2551. **วิทยาศาสตร์คือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.** กรุงเทพมหานคร:
นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์

จิตตมาศ สุขแสวง. 2554. กรณีศึกษาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาที่สอนผนวกหลักการและวิธีสอน
ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ในระหว่างการปฏิบัติการสอน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
ปรัชญาคุษุบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. 2554. วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เอพริล
เรนพรีนติ้ง

ทัศนีย์ พุดนอก, ปรียา บุญญสิทธิ์ และ สุปรียา ตริวิจิตรเกษม. 2555. “ความเข้าใจธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” **Graduate Research Conference** 911-
922

ธีรวิภา ฤกษ์กุล. 2551. การวิจัยปฏิบัติการ. กรุงเทพมหานคร: ขงส์วีส์ดีอินเตอร์กรุ๊ป

เบญจพร สาทักดี. 2555. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ประถมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการ
สอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสภาพอากาศ. วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พฤกษพร ลลิตานุรักษ์. 2554. ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่
บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการ
ส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สทศ.).
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ราตรี นันทสุคนธ์. 2554. การวิจัยในชั้นเรียนและการวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน.
กรุงเทพมหานคร: บริษัทจุดทองจำกัด

ลฎาภา สุทชกุล, นฤมล ชูตาคม, และ บุญเกื้อ วัชรเสถียร. 2555. “ความเข้าใจธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูระดับ
ประถมศึกษา”. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 31(5):
124-136

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล. 2555. “การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. **Princess of Naradhiwas University
Journal 4 (2): 73 - 90**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. ในเอกสารสำหรับผู้รับการอบรมวิทยาศาสตร์ประถมศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานหลักสูตร 2

สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล, 2548. “ความเข้าใจธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”. **วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สาขา
สังคมศาสตร์) 26(2): 133-145**

สุทธิดา จำรัส. 2555. **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. ภาควิชา
การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____., นฤมล ยุตาคม, และ พรทิพย์ ไชยโส. 2552. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. **วารสารวิจัย มข. 14(4):
360-374**

สุชาวัลย์ มีศรี. 2550. “ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความรู้ด้านการสอน
เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” **วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว 2(1):
101-110**

สุภางค์ จันทวานิช. 2545. **การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ**. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวานิช. 2552. **การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อังคณา ปัทมพงศา. 2555. การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1990. **Project 2061 : Science for All Americans** (Online). <http://www.project2061.org>, July 2, 2013.

_____. 1993. **Project 2061 : Science for All Americans** (Online). <http://www.project2061.org>, August 14, 2013.

Akerson, Abd-El-Khalick, Lederman, N. G. 2000. “Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers’ Conceptions of Nature of Science.” **Journal of Research in Science Teaching** 37(4): 295-317

Bell, R.L., J.J. Matkins, and B. M. Gansneder. 2011. “Impacts of Contextual and Explicit Instruction on Preservice Elementary Teacher’ Understanding of Nature of Science.” **Journal of Research in Science Teaching** 48(4): 414-436

McNiff J. and J. Whitehead. 2006. **Action Research**. First published. London: Sage Publications

Liangkrilas J. 2009. **Development of level 4 biology students' understanding of the nature of science in the context of the unit on respiration : Explicit and reflective inquiry-based approach**. Kasetsart University. Doctor of Philosophy (Science Education) Thesis in Science Education, Kasetsart University.

Khishfe, R. 2008. “The development of seventh graders’ views of nature of science.” **Journal of Research in Science Teaching** 45(4): 470-496



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

- ผศ.ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รศ.ดร.ตุลวิทย์ สถาปนจารุ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อาจารย์พัชรินทร์ จันทร์ประเสริฐ ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา



ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 8 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที
2. ให้นักเรียนตอบคำถามลงในแบบวัดตามความเข้าใจของตนเองในประเด็นต่างๆ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อให้สมบูรณ์ ซึ่งบางข้อถามหลายประเด็น กรุณาตอบให้ครบทุกประเด็นของคำถาม
4. แบบวัดนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท ภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยผลที่ได้จะนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเท่านั้น
5. ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกคนจะนำเสนอในภาพรวมเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยไม่มีผลต่อผู้ตอบหรือโรงเรียนแต่อย่างใด

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

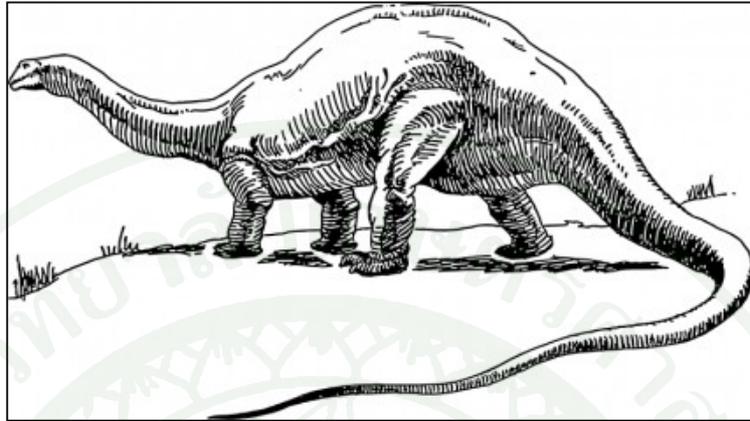
1. ในความเข้าใจของนักเรียน “วิชาวิทยาศาสตร์” คืออะไร

2. วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากวิชาอื่นๆ ที่นักเรียนได้ศึกษา (เช่น ภาษาไทย ศิลปะ และ ประวัติศาสตร์ เป็นต้น) ในแง่ใดบ้าง เช่น ในด้านกระบวนการหาความรู้ ด้านเนื้อหาวิชา หรือด้านประโยชน์ เป็นต้น และแตกต่างอย่างไร

3. นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา ซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บางอย่างนั้นมิอยู่ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนคิดว่าองค์ความรู้เหล่านั้นอาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตได้หรือไม่ จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

4.1 นักวิทยาศาสตร์ทราบได้อย่างไรว่าไดโนเสาร์เคยมีชีวิตอยู่จริง

4.2 นักวิทยาศาสตร์ทราบได้อย่างไรว่าไดโนเสาร์มีรูปร่างลักษณะ ดังภาพ



4.3 แม้ว่ามีนักวิทยาศาสตร์ที่เห็นด้วยกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อน แต่ก็มีนักวิทยาศาสตร์บางส่วนที่ไม่เห็นด้วยกับสาเหตุของการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใด นักวิทยาศาสตร์เหล่านี้จึงไม่เห็นด้วย ทั้งที่เขามีแหล่งข้อมูลเหมือนกัน

5. ในการพยากรณ์อากาศ ผู้รายงานสภาพอากาศมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน ซึ่งบ่อยครั้งที่พวกเขาได้สร้างเครื่องพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ขึ้นมา นักเรียนคิดว่า ผู้รายงานสภาพอากาศ รายงานเกี่ยวกับสภาพอากาศได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ เพราะเหตุใด นักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

6. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายความว่าอะไร และมีประโยชน์อย่างไร (เช่น แบบจำลองเกี่ยวกับระบบสุริยะ แบบจำลองเกี่ยวกับโครงสร้างของโลก เป็นต้น)

7. นักวิทยาศาสตร์พยายามค้นหาคำตอบสำหรับคำถามของพวกเขาโดยการสำรวจตรวจสอบและการทดลอง นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาในการสำรวจตรวจสอบและการทดลอง หรือไม่ ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องต่อไปนี้

7.1 ไม่ใช้ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

เหตุผล

7.2 ใช้ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

และนักเรียนคิดว่าในการการสำรวจตรวจสอบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ในองค์ประกอบใดต่อไปนี้ (เช่น การวางแผน การทดลอง การสังเกต การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ การรายงานผล และอื่นๆ) จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

เหตุผล

8. นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมมนุษย์ และวัฒนธรรมหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเด็น ประกอบด้วยแนวคำถามดังนี้

1. คำว่า “วิทยาศาสตร์” ทำให้นักเรียนนึกถึงอะไร
2. นักเรียนคิดว่าวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาภาษาไทย แตกต่างกันอย่างใด
3. นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกได้อย่างไร
4. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและตอบคำถาม ข้อสงสัย ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร
5. นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร
6. นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรมอย่างไร
7. นักเรียนคิดว่าในขณะที่นักวิทยาศาสตร์กำลังทำการทดลอง พวกเขาใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนใดบ้าง อย่างไร



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปραฏกการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พายุฟ้าคะนอง

จำนวน 50 นาที

ครูผู้สอน นางสาวจรรยา เชิญชัยภูมิ

วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2557

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายนอกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ตัวชี้วัด

ว 6.1 ม 1/3 สังเกต วิเคราะห์ และอภิปรายการเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์

ว 8.1 ม 1-3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม 1-3/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องกับประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม 1-3/8 บันทึกและอภิปรายผลการสังเกตการสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานพยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายการเกิดพายุฟ้าคะนองได้
2. อธิบายเกี่ยวกับผลของพายุฟ้าคะนองต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

3. บอกวิธีการปฏิบัติตนเมื่อเกิดพายุฟ้าคะนองให้ปลอดภัยได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. สังเกตเกี่ยวกับการเกิดพายุฟ้าคะนอง
2. ตั้งปัญหาจากการสังเกตเกี่ยวกับพายุฟ้าคะนอง
3. ลงความเห็นจากข้อมูลเกี่ยวกับพายุฟ้าคะนอง
4. ตีความจากข้อมูลและลงข้อสรุปเกี่ยวกับพายุฟ้าคะนอง

ด้านเจตคติ (A)

1. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. ความรู้พื้นฐาน

เมฆ ซึ่งเกิดขึ้นในธรรมชาติมี 2 รูปลักษณะ คือ เมฆก้อนและเมฆแผ่น เราเรียกเมฆก้อนว่า **เมฆคิวมูลัส** และเรียกเมฆแผ่นว่า **เมฆสเตรตัส** หากเมฆก้อนลอบชัดติดกัน เรานำชื่อทั้งสองมารวมกัน และเรียกว่า **เมฆสเตรโตคิวมูลัส** ในกรณีที่เป็นเมฆฝน เราจะเพิ่มคำว่า นิมโบ หรือ นิมบัส ซึ่งแปลว่า ฝน เข้าไป เช่น เราเรียกเมฆก้อนที่มีฝนตกว่า **เมฆคิวโมโลนิมบัส** และเรียกเมฆแผ่นที่มีฝนตกว่า **เมฆนิมโบสเตรตัส**

5. แนวความคิดหลัก

พายุฟ้าคะนอง คือ ปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเป็นลมพัดย้อน ไปมา หรือพัดเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกัน อาจเกิดจากพายุที่อ่อนตัวและลดความรุนแรงของลมลง หรือเกิดจากหย่อมความกดอากาศต่ำร่องความกดอากาศต่ำอาจไม่มีทิศทางที่แน่นอน หากสภาพการณ์แวดล้อมต่างๆ ของการเกิดฝนเหมาะสมก็จะเกิดฝนตก มีลมพัด พายุฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูร้อน หรือเรียกว่า พายุฤดูร้อน

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนดูรูปแสดงเมฆลักษณะต่างๆ

- 1.1 นักเรียนคิดว่าเมฆแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ (มีลักษณะเป็นชั้น เป็นก้อน เป็นลอน และเป็นสีดำ)

- 1.2 ลักษณะเด่นของเมฆที่ทำให้เกิดฝนตก มีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ (เมฆที่ทำให้เกิดฝนมี 2 ลักษณะ คือ เป็นเมฆชั้นดำมีลักษณะเป็นแผ่นไม่เป็นระเบียบคล้ายผ้าชีวี่วิทิบแสงเห็นเป็นสีเทา ชั้นฐานต่ำใกล้พื้นดินมักมีสายฝนตกลงมาจากฐานเมฆ เรียกเมฆชั้นนี้ว่า **นิมโบสเตรตัส** อีกลักษณะหนึ่งจะเป็นเมฆก้อนใหญ่คล้ายภูเขาที่ก่อตัวในแนวตั้ง

ฐานเมฆเห็นเป็นสีดำคล้ายรูปทั่ง มักจะมีปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า เรียกเมฆนี้ว่า **คิวมูโลนิมบัส**)

1.3 นักเรียนคิดว่าในขณะที่ฝนตกหนักมักจะมีปรากฏการณ์อะไรเกิดขึ้น

แนวคำตอบ (มีหรือไม่มี หรือ ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ลูกเห็บ)

1.4 นักเรียนคิดว่าปรากฏการต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

แนวคำตอบ (อาจจะทำให้เกิดอันตรายและก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้)

6.2 ขั้นสำรวจค้นหา

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน เพื่อทำกิจกรรมที่ 1 พายุฟ้าคะนอง

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายการเกิดพายุฟ้าคะนอง และผลของพายุฟ้าคะนองที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การเกิด ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ฟ้าร้อง รวมถึงศึกษาวิธีการป้องกันภัยที่เกิดจากพายุฟ้าคะนอง จากสื่อการเรียนรู้ Learning object เรื่อง ฝนตกฟ้าร้อง พายุคะนอง

3. ครูให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงว่าเมฆฝนเกิดขึ้นได้อย่างไร

3.1 ตัวแปรที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนอง และเมฆฝน

3.2 ลักษณะของเมฆในลักษณะต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างไร

3.3 เมฆฝนลักษณะใดที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนอง ฟ้าร้อง และฟ้าแลบ

4. ครูสุ่มนักเรียนมา 1 กลุ่ม แล้วให้นำเสนอผลการทำกิจกรรมของกลุ่มตัวเอง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนออย่างไรบ้าง โดยครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นเอง ครูพยายามอภิปรายให้ได้ผลตามที่ต้องการ

5.1 จากการทำกิจกรรม ตัวแปรที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองและเมฆฝน มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ (ปริมาณไอน้ำในอากาศ อุณหภูมิ อากาศพื้นผิว อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน)

5.2 เมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศ น้อย อุณหภูมิอากาศพื้นผิว ต่ำ อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน ต่ำ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร และท้องฟ้ามีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ (ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น คือ เกิดเมฆบาง และลักษณะของท้องฟ้า คือ ไอน้ำในอากาศซึ่งมีปริมาณน้อยๆ จะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆบางๆ ในท้องฟ้า)

5.3 เมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศ มาก อุณหภูมิอากาศพื้นผิว ต่ำ อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน ต่ำ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร และท้องฟ้ามีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ (ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น คือ ไม่มีเมฆ และลักษณะของท้องฟ้าปกติ)

5.4 เมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศ มาก อุณหภูมิอากาศพื้นผิว สูง อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน สูง ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร และท้องฟ้ามีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ (ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น คือ ไม่เกิดเมฆ และลักษณะของท้องฟ้า คือ ไอน้ำในอากาศยังไม่ควบแน่นยังคงเป็นไอน้ำขึ้นไปอย่างรวดเร็ว และเป็นจำนวนมาก)

5.5 เมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศ มาก อุณหภูมิอากาศพื้นผิว สูง อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน ต่ำ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร และท้องฟ้ามีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ (ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น คือ ลม ฝนตก พายุ รุ้ง ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า และลักษณะของท้องฟ้า คือ ไอน้ำในอากาศจะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆลอยขึ้นไปอย่างรวดเร็ว และเป็นจำนวนมาก (เกิดเมฆหนา))

5.6 เมื่อเกิดฝนฟ้าคะนอง ควรปฏิบัติตนอย่างไร

แนวคำตอบ (เช่น ไม่ควรอยู่ที่โล่งแจ้ง หรืออย่าใกล้สิ่งที่เป็นตัวนำไฟฟ้าขณะเกิดพายุฟ้าคะนอง เช่น ต้นไม้ใหญ่ เสาไฟฟ้า แหล่งน้ำ)

6.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมที่ 1 พายุฟ้าคะนอง

แนวคำตอบ (พายุฝนฟ้าคะนอง คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดเมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศ มาก อุณหภูมิอากาศพื้นผิว สูง อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน ต่ำ จะทำให้เกิดเกิดเมฆบาง และลักษณะของท้องฟ้า คือ ไอน้ำในอากาศซึ่งมีปริมาณน้อยๆ จะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆบางๆ ในท้องฟ้า)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบใน จากกิจกรรมที่ 1 พายุฟ้าคะนอง เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง

พายุฝนฟ้าคะนอง คือ ปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเป็นลมพัดย้อนไปมา หรือพัดเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกัน อาจเกิดจากพายุที่อ่อนตัวและลดความรุนแรงของลมลง หรือเกิดจากหย่อมความอากาศต่ำร่องความกดอากาศต่ำอาจไม่มีทิศทางที่แน่นอน หากสภาพการณ์แวดล้อมต่างๆ ของการเกิดฝนเหมาะสมก็จะเกิดฝนตก มีลมพัด พายุฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูร้อน หรือเรียกว่า พายุฤดูร้อน

3. นักเรียนคิดว่า การสังเกต คืออะไร

แนวคำตอบ (การบรรยายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ได้จากการสังเกตโดยตรง)

4. จากการทำกิจกรรมนักเรียนคิดว่าเราใช้ทักษะการสังเกตในขั้นตอนใดบ้าง

แนวคำตอบ (การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ที่เกิดใน เช่น สังเกตลักษณะเมฆ ลักษณะของท้องฟ้า)

5. หลังจากที่เราได้ข้อมูลจากการสังเกตแล้วเรามีการลงข้อสรุป อย่างไร

แนวคำตอบ (การลงข้อสรุปจะเป็นการจะเป็นการสรุปความสัมพันธ์ที่ได้จากข้อมูลทั้งหมด เช่น พายุฝนฟ้าคะนอง จะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศ มาก อุณหภูมิอากาศพื้นผิว สูง อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน ต่ำ จะทำให้เกิดเมฆบาง และลักษณะของท้องฟ้า คือ ไอน้ำในอากาศซึ่งมีปริมาณน้อยๆ จะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆบางๆ ในท้องฟ้า)

6.4 ขันขยายความรู้

1. เมื่อเกิดฝนฟ้าคะนอง หากอยู่ในที่โล่งแจ้งควรปฏิบัติตนอย่างไร

แนวคำตอบ (หากอยู่กลางแจ้งให้ก้มตัวลงให้ต่ำที่สุดในท่าก้มหน้าลง ยานอนราบกับพื้น เพื่อให้ร่างกายมีส่วนที่สัมผัสดินน้อยที่สุด เพื่อลดโอกาสที่กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านร่างกาย หากเกิดฟ้าผ่าลงมายังพื้นดินบริเวณใกล้เคียง)

2. ขณะเกิดพายุฟ้าคะนอง ไม่ควรใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า และควรถอดเต้าเสียบออก เพราะอะไร

แนวคำตอบ (เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น โทรทัศน์ วิทยุ โทรศัพท เพราะอาจจะมีกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากฟ้าผ่าไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือโทรศัพทเข้าสู่ร่างกายได้)

6.5 ขันประเมิน

ครูประเมินนักเรียน ดังนี้

1. คำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พายุฟ้าคะนอง
2. ประเมินทักษะกระบวนการ โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการ
3. ประเมินกระบวนการกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินกระบวนการกลุ่ม

7. วัสดุ/อุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

1. กิจกรรมที่ 1 เรื่อง พายุฟ้าคะนอง
2. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. สื่อการเรียนรู้ Learning object เรื่อง ฝนตกฟ้าร้อง พายุคะนอง โดย สสวท.

8. การวัดและประเมินผล

ด้าน	สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
พุทธิพิสัย	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายการเกิดพายุฟ้าคะนองได้ อธิบายเกี่ยวกับผลของพายุฟ้าคะนองต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ บอกวิธีการปฏิบัติตนเมื่อเกิดพายุฟ้าคะนองให้ปลอดภัยได้ 	<p>ตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พายุฟ้าคะนอง</p>	<p>ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พายุฟ้าคะนอง</p>	<p>ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมได้ 4 ข้อ ได้ 8 คะแนน</p> <p>ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมได้ 3 ข้อ ได้ 6 คะแนน</p> <p>ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมได้ 2 ข้อ ได้ 4 คะแนน</p> <p>ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมได้ 1 ข้อ ได้ 2 คะแนน</p>
ทักษะพิสัย	<ol style="list-style-type: none"> สังเกตเกี่ยวกับการเกิดพายุฟ้าคะนอง ตั้งปัญหาจากการสังเกตเกี่ยวกับพายุคะนอง การลงความเห็นจากข้อมูล ตีความจากข้อมูลและลงข้อสรุป 	<p>- สังเกตพฤติกรรมผู้เรียน</p>	<p>- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พายุฟ้าคะนอง</p> <p>- แบบแบบประเมินทักษะกระบวนการ</p>	<p>ผ่านการประเมินเมื่อได้ระดับ คุณภาพ พอใช้ ขึ้นไป</p>
จิตพิสัย	<ol style="list-style-type: none"> ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ 	<p>สังเกตพฤติกรรมผู้เรียน</p>	<p>- แบบประเมินกระบวนการกลุ่ม</p>	<p>ผ่านการประเมินเมื่อได้ระดับ 2 ขึ้นไป</p>

แบบประเมินทักษะกระบวนการ

ชื่อผู้ประเมิน _____ วันที่ประเมิน _____ เวลา _____

นาที่ _____

สถานะผู้ประเมิน ผู้สอน ผู้เรียน

รายวิชา _____ เรื่อง _____ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ _____

กลุ่มที่ _____

สมาชิกในกลุ่ม

1. _____ เลขที่ _____ 4. _____ เลขที่ _____

2. _____ เลขที่ _____ 5. _____ เลขที่ _____

3. _____ เลขที่ _____ 6. _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ทักษะการตั้งปัญหา				
2. ทักษะการสังเกต				
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล				
4. ทักษะตีความจากข้อมูลและลงข้อสรุป				
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพทักษะกระบวนการของ ผู้เรียน				

*หมายเหตุ เกณฑ์สรุประดับคุณภาพทักษะกระบวนการของผู้เรียน

คะแนน 1 - 3 ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

คะแนน 4 - 6 ระดับคุณภาพ พอใช้

คะแนน 7 - 9 ระดับคุณภาพ ดี

คะแนน 10 - 12 ระดับคุณภาพ ดีเยี่ยม

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการ

(Rubric Assessment)

พฤติกรรม การเรียนรู้	ระดับคะแนน			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
ทักษะการ ตั้งปัญหา	สามารถตั้งปัญหาได้ดี ซึ่งควรจะอยู่ใน ลักษณะที่เป็นไปได้ สามารถตรวจสอบ ปัญหาได้ง่าย และยึด ตามข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ รวบรวมมาได้	สามารถตั้งปัญหาได้ ดี ซึ่งควรจะอยู่ใน ลักษณะที่เป็นไปได้ สามารถตรวจสอบ ปัญหาได้ง่าย	สามารถตั้งปัญหาได้	ไม่สามารถตั้ง ปัญหาได้
ทักษะการ การสังเกต	สามารถใช้ประสาท สัมผัส อย่างใดอย่าง หนึ่งหรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูล หรือ รายละเอียดของข้อมูล ต่างๆ โดยไม่ใส่ใจความ คิดเห็นลงไป	สามารถใช้ประสาท สัมผัส อย่างใดอย่าง หนึ่งหรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูล หรือ รายละเอียดของ ข้อมูลต่างๆ	สามารถใช้ประสาท สัมผัส เพียงอย่างเดียว เพื่อหาข้อมูล หรือ รายละเอียดของข้อมูล ต่างๆ	ไม่สามารถใช้ ประสาทสัมผัสได้
ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล	สามารถเพิ่มความ คิดเห็นให้กับข้อมูลที่ ได้จากการสังเกตอย่าง มีเหตุผล โดยสามารถ อธิบายหรือสรุป โดย เพิ่มความคิดเห็นให้กับ ข้อมูลโดยใช้ความรู้ เดิมมาช่วย	สามารถเพิ่มความ คิดเห็นให้กับข้อมูลที่ ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดย สามารถอธิบายหรือ สรุปได้ โดยไม่ได้ ใช้ความรู้เดิมมาช่วย	สามารถเพิ่มความ คิดเห็นให้กับข้อมูล โดยสามารถอธิบาย หรือสรุปได้	ไม่สามารถเพิ่ม ความคิดเห็น ให้กับข้อมูล
ทักษะตีความจาก ข้อมูลและลง ข้อสรุป	แปลความหมาย หรือ การบรรยาย ลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่ มีอยู่ โดยสามารถสรุป ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลทั้งหมด	แปลความหมาย หรือการบรรยาย ลักษณะและสมบัติ ของข้อมูลที่มีอยู่ โดยสามารถสรุปได้	แปลความหมาย หรือ การบรรยาย ลักษณะ และสมบัติของข้อมูล ที่มีอยู่	ไม่สามารถแปล ความหมายของ ข้อมูลและ ไม่ สามารถสรุปได้

แบบประเมินกระบวนการกลุ่ม

ชื่อผู้ประเมิน _____ วันที่ประเมิน _____ เวลา _____

นาที่ _____

สถานะผู้ประเมิน ผู้สอน ผู้เรียน

รายวิชา _____ เรื่อง _____ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ _____

กลุ่มที่ _____

สมาชิกในกลุ่ม

1. _____ เลขที่ _____ 4. _____ เลขที่ _____

2. _____ เลขที่ _____ 5. _____ เลขที่ _____

3. _____ เลขที่ _____ 6. _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความมีระเบียบและรอบคอบ				
2. ความมีใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
3. ทำงานที่ได้รับมอบหมายสมบูรณ์และตรงต่อเวลา				
4. รู้จักบทบาทของตนเองในการทำงานกลุ่ม				
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพกระบวนการกลุ่มของผู้เรียน				

*หมายเหตุ เกณฑ์สรุประดับคุณภาพกระบวนการกลุ่มของผู้เรียน

คะแนน 1 - 4	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง
คะแนน 5 - 8	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน 9 - 12	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน 13 - 16	ระดับคุณภาพ	ดีเยี่ยม

เกณฑ์การประเมินกระบวนการกลุ่ม
(Rubric Assessment)

พฤติกรรม การเรียนรู้	ระดับคะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ความมีระเบียบและ รอบคอบ	มีการไต่ตรอง พินิจ พิเคราะห์ มีความ ละเอียดถี่ถ้วนในการ ทำงาน มีการวางแผน งานและจัดระบบการ ทำงาน ทำงานอย่าง เป็นระเบียบและ เรียบร้อยดีมาก	มีการไต่ตรอง พินิจ พิเคราะห์ มีความ ละเอียดถี่ถ้วนในการ ทำงาน มีการวางแผน งานและจัดระบบการ ทำงาน ทำงานอย่าง เป็นระเบียบและ เรียบร้อยดี	มีละเอียดถี่ถ้วนใน การทำงาน มีการ วางแผนงานและ จัดระบบการทำงาน ทำงานอย่างเป็น ระเบียบและ เรียบร้อย	ไม่มีความเป็น ระเบียบและ รอบคอบ
ความมีใจกว้าง ร่วม แสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิด ของผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นที่มี เหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึด มั่นในความคิดของ ตนเอง และพร้อมที่จะ ทำความเข้าใจ พิจารณาข้อมูลที่ยัง สรุปไม่ได้แน่นอนและ พร้อมที่จะหาข้อมูล เพิ่มเติม	รับฟังความคิดเห็นที่ มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ ยึดมั่นในความคิด ของตนเองและพร้อม ที่จะทำความเข้าใจ	รับฟังความคิดเห็นที่ มีเหตุผลของผู้อื่น แต่ยังยึดมั่นใน ความคิดของตนเอง	ไม่มีใจกว้าง ไม่ร่วมแสดง ความคิดเห็นและ ไม่รับฟังความคิด ของผู้อื่น
ทำงานที่ได้รับ มอบหมายสมบูรณ์ และตรงต่อเวลา	ทำงานที่ได้รับ มอบหมายได้อย่าง ครบถ้วนสมบูรณ์และ ทำงานตรงต่อเวลาที่ กำหนด	ทำงานที่ได้รับ มอบหมายได้อย่าง ครบถ้วนแต่ไม่ สมบูรณ์และทำงาน ตรงต่อเวลาที่กำหนด	ทำงานที่ได้รับ มอบหมายได้อย่าง ครบถ้วนแต่ไม่ สมบูรณ์และทำงาน ไม่ตรงต่อเวลาที่ กำหนด	ทำงานไม่สมบูรณ์ และไม่ตรงต่อ เวลา
รู้จักบทบาทของ ตนเองในการทำงาน กลุ่ม	ให้ความร่วมมือทำงาน ทุกขั้นตอน และ ช่วยงานในกลุ่มดีมาก	ให้ความร่วมมือใน การทำงานเกือบครบ ทุกขั้นตอนและ ช่วยเหลืองานกลุ่มดี	ให้ความร่วมมือใน การทำงานบ้างแต่ไม่ ครบทุกขั้นตอน และ ช่วยเหลืองานใน กลุ่มดีพอใช้	ให้ความร่วมมือ ทำงานน้อยมาก

บันทึกหลังการสอน

1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

2. การสอนแผนนี้เป็นไปตามที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามแผน ผู้สอนจะแก้ไขปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. มีข้อเสนอแนะ/สิ่งที่ได้เรียนรู้/มีข้อบกพร่องอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวจาริษา เจริญชัยภูมิ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พายุฟ้าคะนอง

กลุ่มที่.....ชั้น.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สมาชิกในกลุ่ม

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

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพายุฟ้าคะนองได้
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับผลของพายุฟ้าคะนองได้ และบอกวิธีการปฏิบัติตนให้ปลอดภัยได้

สื่อการเรียนรู้

.....

.....

.....

คำชี้แจง

1. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมใน Learning object เรื่อง ฝนตกฟ้าร้อง พายุคะนอง ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ เกี่ยวกับการเกิดพายุฟ้าคะนอง และผลของพายุฟ้าคะนองที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การเกิด ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ฟ้าร้อง รวมถึงศึกษาวิธีการป้องกันภัยที่เกิดจากพายุฟ้าคะนอง โดยมีวิธีการในการทำกิจกรรม ดังนี้

ตารางบันทึกผลกิจกรรม

ปริมาณน้ำใน อากาศ	อุณหภูมิอากาศ พื้นผิว	อุณหภูมิอากาศ เบื้องบน	ปรากฏการณ์ ที่เกิด	สังเกตลักษณะท้องฟ้า
			1.	2.
			3.	4.
			5.	6.
			7.	8.
			9.	10.
			11.	12.
			13.	14.
			15.	16.

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. จงอธิบายการเกิดพายุฟ้าคะนอง (อธิบายพอสังเขป)

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใด จึงไม่เกิดฟ้าแลบและฟ้าร้องทุกครั้งที่มีเมฆในท้องฟ้า

.....

.....

.....

.....

3. พายุฟ้าคะนองที่มีความรุนแรงน่าจะเกิดในช่วงฤดูใดของประเทศไทย เพราะเหตุใด

.....

.....

4. นักเรียนสามารถป้องกันและหลีกเลี่ยงภัยอันตรายจากพายุฟ้าคะนองได้อย่างไรบ้าง (ตอบอย่างน้อย 3 ข้อ)

.....

.....

.....

.....

(แนวทางบันทึกผลกิจกรรม)

ตาราง ตัวแปรที่ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง

ปริมาณน้ำ ในอากาศ	อุณหภูมิ อากาศพื้นผิว	อุณหภูมิอากาศ เบื้องบน	ปรากฏการณ์ ที่เกิด	สังเกตลักษณะท้องฟ้า
มาก	สูง	สูง	1. ไม่เกิดเมฆ	2. ไอน้ำในอากาศยังไม่ควบแน่นยังคงเป็นไอน้ำขึ้นไปอย่างรวดเร็ว และเป็นจำนวนมาก
มาก	สูง	ต่ำ	3. ฟ้าร้อง ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า	4. ไอน้ำในอากาศจะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆลอยขึ้นไปอย่างรวดเร็ว และเป็นจำนวนมาก (เกิดเมฆหนา)
มาก	ต่ำ	ต่ำ	5. ไม่เกิดเมฆ	6. -
มาก	ต่ำ	สูง	7. เกิดเมฆบาง	8. ไอน้ำในอากาศส่วนหนึ่งจะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆแผ่กระจายอย่างช้าๆ
น้อย	ต่ำ	ต่ำ	9. เกิดเมฆบาง	10. ไอน้ำในอากาศซึ่งมีปริมาณน้อยๆ จะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆบางๆ ในท้องฟ้า
น้อย	ต่ำ	สูง	11. ไม่เกิดเมฆ	12.-
น้อย	สูง	สูง	13. ไม่เกิดเมฆ	14.-
น้อย	สูง	ต่ำ	15. ไม่เกิดเมฆ	16.-

สรุปผลการทำกิจกรรม

(พายุฝนฟ้าคะนอง คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดเมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศ มาก อุณหภูมิอากาศ พื้นผิว สูง อุณหภูมิของอากาศเบื้องบน ต่ำ จะทำให้เกิดเกิดเมฆบาง และลักษณะของท้องฟ้า คือ ไอน้ำ ในอากาศซึ่งมีปริมาณน้อยๆ จะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ รวมกันเป็นเมฆบางๆ ในท้องฟ้า)

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. จงอธิบายการเกิดพายุฟ้าคะนอง (อธิบายพอสังเขป)

(ปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเป็นลมพัดย้อนไปมา หรือพัดเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกัน อาจเกิดจากพายุที่อ่อนตัวและลดความรุนแรงของลมลง หรือเกิดจากหย่อมความกดอากาศต่ำร่องความกดอากาศต่ำอาจไม่มีทิศทางที่แน่นอน หากสภาพการณ์แวดล้อมต่างๆ ของการเกิดฝนเหมาะสมก็จะเกิดฝนตก มีลมพัด พายุฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูร้อนหรือเรียกว่า พายุฤดูร้อน)

2. เพราะเหตุใด จึงไม่เกิดฟ้าแลบและฟ้าร้องทุกครั้งที่มีเมฆในท้องฟ้า

(เพราะฟ้าแลบฟ้าร้องจะเกิดจากการปลดปล่อยพลังงานของประจุไฟฟ้าบวกลบของละอองน้ำ เกิดคลื่นน้ำแข็ง ลูกเห็บ ที่เคลื่อนที่สัมผัสกันในแนวตั้ง ซึ่งจะเกิดในเมฆคิวมูโลนิมบัส ดังนั้นถ้าเป็นเมฆชนิดอื่นก็จะไม่เกิดฟ้าแลบฟ้าร้อง)

3. พายุฟ้าคะนองที่มีความรุนแรงน่าจะเกิดในช่วงฤดูใดของประเทศไทย เพราะเหตุใด

(เกิดในช่วงฤดูร้อน เพราะอากาศร้อนมาก น้ำจะระเหยเป็นไอน้ำได้มาก ซึ่งจะทำให้อากาศร้อนขึ้นจะทำให้อุณหภูมิจากอากาศลดลงจนไอน้ำควบแน่น เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส พัฒนาเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส เมื่อกลายเป็นฝนจะตกหนัก มีลมกระโชก ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า)

4. นักเรียนสามารถป้องกันและหลีกเลี่ยงภัยอันตรายจากพายุฟ้าคะนองได้อย่างไรบ้าง (ตอบอย่างน้อย 3 ข้อ)

(1. ไม่อยู่ในที่โล่งแจ้ง หรือใกล้สิ่งที่เป็นตัวนำไฟฟ้าขณะเกิดพายุคะนอง เช่น ต้นไม้ใหญ่ เสาไฟฟ้า

2. ขณะเกิดพายุฟ้าคะนองไม่ควรหลบอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ เพราะต้นไม้ใหญ่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี

3. ขณะเกิดฝนฟ้าคะนองไม่ควรใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า อาจมีกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากฟ้าผ่าไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าได้)

อนุทินสะท้อนความเข้าใจของนักเรียน

ชื่อ.....ชั้น ม.1/8 เลขที่.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจของตนเองจากการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่
กำหนดให้

1. กิจกรรมในชั้นเรียน

.....

.....

.....

2. สิ่งที่ได้เรียนรู้

- เนื้อหาพายุฟ้าคะนอง

.....

.....

.....

- ประเด็นความเป็นวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

3. ความรู้สึกต่อกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

4. ข้อเสนอแนะสำหรับการสอนของคุณ

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง
เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 1

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
การอิงหลักฐานเชิง ประจักษ์ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	1	คำตอบของนักเรียน นักเรียนได้อธิบาย เกี่ยวกับการอ้างอิงหลักฐานของความรู้ของ วิทยาศาสตร์ (เช่น เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ นักเรียนกำลังเรียน) และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (เช่น การสังเกต การทดลอง และอื่นๆ) เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	IV
		นักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับ อ้างอิงหลักฐาน ของความรู้ของวิทยาศาสตร์ (เช่น เนื้อหา วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนกำลังเรียน) และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เช่น การสังเกต การทดลอง และอื่นๆ) เพื่อพัฒนาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	TV
		นักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการอ้างอิง หลักฐานของความรู้ของวิทยาศาสตร์ (เช่น เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนกำลังเรียน) และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เช่น การ สังเกต การทดลอง และอื่นๆ) เพื่อพัฒนา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตาม มติประชาคมวิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 2 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 2

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
การอิงหลักฐานเชิง ประจักษ์ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	2	คำตอบของนักเรียนนักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับอ้างอิง ข้อมูลที่ได้มาจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น บนโลก (การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์) และวิธีการใน การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นระบบ นอกจากนี้ นักเรียนควรมุ่งเน้นเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเฉพาะ หรือ ความมุ่งหวังของวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	IV
		นักเรียนได้อ้างถึงข้อมูลที่ได้มาจากปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนโลก (การอิงหลักฐานเชิง ประจักษ์) และบอกวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่เป็นระบบ นอกจากนี้ นักเรียนควรมุ่งเน้นเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชาเฉพาะ หรือความมุ่งหวังของวิชาต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		นักเรียนไม่ได้อ้างอิงข้อมูลที่ได้มาจากปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนโลก (การอิงหลักฐานเชิง ประจักษ์) และวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็น ระบบ นอกจากนี้ นักเรียนควรมุ่งเน้นเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชาเฉพาะ หรือความมุ่งหวังของวิชาต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 3 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 3

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้	3	คำตอบของนักเรียน นักเรียนอธิบายได้ว่าการ ที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลง ได้นั้นอาจเป็นผลมาจาก มีการทดลอง หรือ วิธีการสำรวจตรวจสอบใหม่ๆ เพิ่มขึ้น หรือมี พยานหลักฐานใหม่ๆ หรือ เทคโนโลยีใหม่ๆ เกิดขึ้น นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์มีการ ตรวจสอบข้อมูลเดียวกัน โดยใช้วิธีการในการ ตรวจสอบที่หลากหลายกว่าเมื่อก่อน ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	IV
		คำตอบของนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าการที่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลง ได้นั้นอาจเป็นผลมาจาก มีการทดลอง หรือ วิธีการสำรวจตรวจสอบใหม่ๆ เพิ่มขึ้น หรือมี พยานหลักฐานใหม่ๆ หรือเทคโนโลยีใหม่ๆ เกิดขึ้น ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วน ไม่ถูกต้องตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าการที่ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้นั้น อาจเป็นผลมาจาก มีการทดลอง หรือวิธีการ สำรวจตรวจสอบใหม่ๆ เพิ่มขึ้น หรือมี พยานหลักฐานใหม่ๆ หรือ เทคโนโลยีใหม่ๆ เกิดขึ้น ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 4 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 4.1

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
การสังเกตและการลง ข้อสรุปและการ ประกอบกันเป็นทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์	4.1	คำตอบของนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับ การสังเกตและการอ้างอิง ที่เป็นเชิงประจักษ์ ดังนั้นคำตอบของนักเรียนควรรวมไปถึงข้อมูล ที่นักวิทยาศาสตร์มีเกี่ยวกับไดโนเสาร์ และ การอ้างอิงจากข้อมูลดังกล่าวเพื่ออธิบายว่า ไดโนเสาร์เคยมีชีวิตอยู่จริงได้ถูกต้องสมบูรณ์ ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	IV
		นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการสังเกตและ การอ้างอิงที่เป็นเชิงประจักษ์ ดังนั้นคำตอบ ของนักเรียนควรรวมไปถึงข้อมูลที่ นักวิทยาศาสตร์มีเกี่ยวกับไดโนเสาร์ และการ อ้างอิงจากข้อมูลดังกล่าวเพื่ออธิบายว่า ไดโนเสาร์เคยมีชีวิตอยู่จริงได้ถูกต้องเพียง บางส่วน แต่บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		คำตอบของนักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับ การสังเกตและการอ้างอิงที่เป็นเชิงประจักษ์ นอกจากนี้คำตอบของนักเรียนควรรวมไปถึง ข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์มีเกี่ยวกับไดโนเสาร์ และการอ้างอิงจากข้อมูลดังกล่าวเพื่ออธิบายว่า ไดโนเสาร์เคยมีชีวิตอยู่จริงได้ถูกต้องสมบูรณ์ ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 5 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 4.2

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
การสังเกตและการลง ข้อสรุปและการประกอบ กันเป็นทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์	4.2	คำตอบของนักเรียนควรสัมพันธ์กับคำตอบในข้อที่ 4.1 และคำตอบของนักเรียนควรมุ่งเน้นเกี่ยวกับ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ในการสังเกตและ การอ้างอิงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนควรจะ อธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์มีข้อมูลต่างๆ และได้มี การอ้างอิงจากข้อมูลเหล่านี้เพื่ออธิบายรูปร่างลักษณะ ของไดโนเสาร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	IV
		คำตอบของนักเรียนควรสัมพันธ์กับคำตอบในข้อที่ 4.1 และคำตอบของนักเรียนควรมุ่งเน้นเกี่ยวกับ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ในการสังเกตและ การอ้างอิงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนควรจะ อธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์มีข้อมูลต่างๆ และได้มี การอ้างอิงจากข้อมูลเหล่านี้เพื่ออธิบายรูปร่างลักษณะ ของไดโนเสาร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วน ไม่ถูกต้องตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		คำตอบของนักเรียนไม่มีสัมพันธ์กับคำตอบในข้อที่ 4.1 และคำตอบของนักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์มีข้อมูลต่างๆ และได้มีการอ้างอิงจาก ข้อมูลเหล่านี้เพื่ออธิบายรูปร่างลักษณะของ ไดโนเสาร์ ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 4.3

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
การสังเกตและการลง ข้อสรุปและการประกอบ กันเป็นทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์	4.3	คำตอบของนักเรียน นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ การตีความของข้อมูลที่แตกต่างกันของ นักวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งหมายถึง มีนักวิทยาศาสตร์ที่ดีความถูกต้อง และใน ขณะเดียวกันก็มีนักวิทยาศาสตร์ที่ดีความไม่ถูกต้อง หรือนักเรียนควรอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละ คนต่างมีความรู้พื้นฐานและความมีอคติที่แตกต่างกัน ในการตีความข้อมูลที่ได้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์	IV
		คำตอบของนักเรียน นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ การตีความของข้อมูลที่แตกต่างกันของ นักวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งหมายถึง มี นักวิทยาศาสตร์ที่ดีความถูกต้อง และในขณะเดียวกัน ก็มีนักวิทยาศาสตร์ที่ดีความไม่ถูกต้อง หรือนักเรียน ควรอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนต่างมี ความรู้พื้นฐานและความมีอคติที่แตกต่างกันในการ ตีความข้อมูลที่ได้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		คำตอบของนักเรียน นักเรียนไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับ การตีความของข้อมูลที่แตกต่างกันของ นักวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งหมายถึง มี นักวิทยาศาสตร์ที่ดีความถูกต้อง และในขณะเดียวกัน ก็มีนักวิทยาศาสตร์ที่ดีความไม่ถูกต้อง หรือนักเรียน ควรอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนต่างมี ความรู้พื้นฐานและความมีอคติที่แตกต่างกันในการ ตีความข้อมูลที่ได้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 7 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 5

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
การสังเกตและการลง ข้อสรุปและการ ประกอบกันเป็นทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์	5	คำตอบของนักเรียน นักเรียนสามารถอธิบาย เกี่ยวกับการสังเกตและการอ้างอิง รวมทั้ง อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริง ชั่วคราว และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถ เชื่อถือได้เมื่อมีหลักฐานอ้างอิงชัดเจน ซึ่ง คำตอบของนักเรียนอาจจะคล้ายกับคำตอบ ของข้อที่ 4.1-4.3 แต่บริบทจะแตกต่างกันได้ ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	IV
		นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการสังเกตและ การอ้างอิง รวมทั้งอธิบายได้ว่าความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว และความรู้ทาง วิทยาศาสตร์สามารถเชื่อถือได้เมื่อมีหลักฐาน อ้างอิงชัดเจน ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจจะ คล้ายกับคำตอบของข้อที่ 4.1-4.3 แต่บริบทจะ แตกต่างกันได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	TV
		นักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการสังเกต และการอ้างอิง รวมทั้งอธิบายได้ว่าความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว และความรู้ทาง วิทยาศาสตร์สามารถเชื่อถือได้เมื่อมีหลักฐาน อ้างอิงชัดเจน ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจจะ คล้ายกับคำตอบของข้อที่ 4.1-4.3 แต่บริบทจะ แตกต่างกันได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 8 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 6

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
การสังเกตและการลง ข้อสรุปและการประกอบ กันเป็นทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์	6	คำตอบของนักเรียน นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า แบบจำลองเป็นการอ้างอิงของนักวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างที่ไม่ใช่ของจริง หรือ ไม่ได้เป็นปรากฏการณ์จริงตามธรรมชาติ นอกจากนี้ นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการ สร้างแบบจำลองซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะ ของวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ และแบบจำลองต่างๆ สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์	IV
		นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแบบจำลองเป็นการ อ้างอิงของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับบางสิ่ง บางอย่างที่ไม่ใช่ของจริง หรือ ไม่ได้เป็น ปรากฏการณ์จริงตามธรรมชาติ นอกจากนี้ นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการสร้าง แบบจำลองซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะของ วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ และแบบจำลองต่างๆ สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าแบบจำลองเป็น การอ้างอิงของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับบางสิ่ง บางอย่างที่ไม่ใช่ของจริง หรือ ไม่ได้เป็น ปรากฏการณ์จริงตามธรรมชาติ และแบบจำลอง ต่างๆ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 9 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 7

ประเด็นธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
ความคิดสร้างสรรค์และ จินตนาการของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	7	คำตอบของนักเรียน นักเรียนควรตอบว่า “ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” และ นักเรียนควรอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิด สร้างสรรค์และจินตนาการของพวกเขาในการ วางแผนและการสำรวจตรวจสอบ และ นักวิทยาศาสตร์บางคนใช้ในระหว่างการทดลอง/การ สำรวจตรวจสอบ รวมไปถึงการตีความหมายข้อมูล และการรายงานผลที่ถูกต้องได้ด้วยได้ถูกต้อง สมบูรณ์ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	IV
		คำตอบของนักเรียน นักเรียนควรตอบว่า “ใช้ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” และนักเรียน ควรอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิด สร้างสรรค์และจินตนาการของพวกเขาในการ วางแผนและการสำรวจตรวจสอบ และ นักวิทยาศาสตร์บางคนใช้ในระหว่างการทดลอง/การ สำรวจตรวจสอบ รวมไปถึงการตีความหมายข้อมูล และการรายงานผลที่ถูกต้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		คำตอบของนักเรียน นักเรียนไม่สามารถตอบว่า “ใช้ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” และนักเรียน ควรอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิด สร้างสรรค์และจินตนาการของพวกเขาในการ วางแผนและการสำรวจตรวจสอบ และ นักวิทยาศาสตร์บางคนใช้ในระหว่างการทดลอง/การ สำรวจตรวจสอบ รวมไปถึงการตีความหมายข้อมูล และการรายงานผลที่ถูกต้อง ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตาม มติประชาคมวิทยาศาสตร์	NV

ตารางผนวกที่ 10 เกณฑ์การกำหนดระดับความเข้าใจในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน
ข้อคำถามข้อที่ 8

ประเด็นธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์	ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับความ เข้าใจ
มิติทางสังคมและ วัฒนธรรมของ วิทยาศาสตร์	8	คำตอบของนักเรียน นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า วิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือวิทยาศาสตร์เป็นกิจการทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ มนุษย์ซึ่งอยู่ในบริบทของวัฒนธรรมและมนุษย์ก็เป็น ผู้สร้างวัฒนธรรมขึ้นมา และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ ได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่"ได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคม วิทยาศาสตร์	IV
		นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์ สังคมและ วัฒนธรรมมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือวิทยาศาสตร์เป็น กิจการทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ซึ่งอยู่ในบริบทของ วัฒนธรรมและมนุษย์ก็เป็นผู้สร้างวัฒนธรรมขึ้นมา และ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ได้รับอิทธิพลจากสังคมและ วัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่ได้ ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วนไม่ถูกต้องตามมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์	TV
		นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์ สังคมและ วัฒนธรรมมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือวิทยาศาสตร์เป็น กิจการทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ซึ่งอยู่ในบริบทของ วัฒนธรรมและมนุษย์ก็เป็นผู้สร้างวัฒนธรรมขึ้นมา และ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ได้รับอิทธิพลจากสังคมและ วัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่ได้ ถูกต้องสมบูรณ์ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์	NV



ตารางผนวกที่ 11 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 1
การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			นักเรียน	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2		
	IV	TV	NV	IV	TV	NV		IV	TV	NV	IV	TV	NV
1		/			/		28	/			/		
2		/		/			29		/		/		
3		/			/		30	/			/		
4	/				/		31		/		/		
5			/	/			32	/				/	
6			/	/			33	/				/	
7		/		/			34		/			/	
8	/			/			35		/		/		
9		/		/			36		/			/	
10		/		/			37		/		/		
11	/			/			38		/		/		
12		/		/			39	/			/		
13		/			/		40			/	/		
14	/				/		41		/			/	
15			/	/			42		/			/	
16	/			/			43		/			/	
17		/		/			44	/			/		
18	/				/		45		/			/	
19	/				/		46	/			/		
20		/		/			47		/			/	
21		/		/			48	/				/	
22		/		/			49		/			/	
23	/			/			50		/			/	
24		/		/			51	/			/		
25	/				/		สรุป	18	29	4	31	20	0
26		/		/			ร้อยละ	35.	56.	7.84	60.	39.	0
27		/		/				30	86		78	22	

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 12 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 1
การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2			นักเรียน	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2		
	IV	TV	NV	IV	TV	NV		IV	TV	NV	IV	TV	NV
1		/		/			28	/			/		
2		/		/			29	/			/		
3	/				/		30	/			/		
4		/		/			31	/			/		
5		/		/			32	/			/		
6	/			/			33	/			/		
7	/			/			34		/			/	
8		/		/			35		/			/	
9		/		/			36	/			/		
10	/			/			37		/		/		
11	/			/			38	/			/		
12		/			/		39	/			/		
13	/			/			40		/		/		
14	/			/			41	/			/		
15	/				/		42		/		/		
16	/			/			43	/			/		
17		/		/			44	/			/		
18		/			/		45		/		/		
19		/		/			46	/			/		
20		/		/			47		/			/	
21		/			/		48	/			/		
22		/			/		49		/		/		
23		/		/			50	/			/		
24		/			/		51	/			/		
25	/			/			สรุป	28	23	0	40	11	0
26	/			/			ร้อยละ	54.	45.	0	78.	21.57	0
27	/			/				90	10		43		

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 13 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้
 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 2
 การสังเกตและการลงสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 4.1			ข้อที่ 4.2			ข้อที่ 4.3			ข้อที่ 5			ข้อที่ 6		
	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV
1		/		/			/			/				/	
2		/			/		/			/		/			
3		/		/				/			/		/		
4		/			/		/			/			/		
5		/			/			/		/				/	
6		/			/			/		/				/	
7		/			/			/		/			/		
8	/				/		/			/			/		
9		/			/			/		/			/		
10		/			/			/		/					/
11		/			/			/		/					/
12	/				/			/		/			/		
13		/			/			/		/				/	
14		/			/			/		/			/		
15		/			/			/		/				/	
16		/			/		/			/			/		
17	/				/			/		/			/		
18		/		/			/			/				/	
19		/			/			/			/		/		
20		/			/			/		/				/	
21		/			/			/		/				/	
22		/			/			/		/			/		
23		/		/			/			/					/
24		/			/			/		/			/		
25		/			/			/		/				/	
26		/			/			/		/				/	
27		/			/			/		/				/	

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

นักเรียน	ข้อที่ 4.1			ข้อที่ 4.2			ข้อที่ 4.3			ข้อที่ 5			ข้อที่ 6		
	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV
28		/			/			/			/			/	
29		/			/			/			/			/	
30	/			/			/				/			/	
31		/			/		/				/			/	
32		/			/			/			/			/	
33		/			/		/			/				/	
34	/				/			/		/				/	
35		/			/			/			/			/	
36		/			/		/				/			/	
37		/			/		/			/				/	
38		/			/			/		/	/			/	
39		/			/			/	/					/	
40		/			/		/			/			/		
41		/			/			/		/	/			/	
42		/			/			/			/	/	/		
43		/			/			/		/			/		
44		/			/		/				/		/		
45		/			/			/			/		/		
46		/			/			/			/		/		
47		/			/			/			/	/	/		
48		/			/			/		/				/	
49		/			/			/		/				/	
50		/			/			/			/		/		
51	/				/			/			/		/		
สรุป	22	29	0	15	36	0	27	15	9	35	12	4	28	23	0
ร้อยละ	43.14	56.86	0	29.41	70.59	0	52.94	29.41	17.65	68.63	23.53	7.84	54.90	45.10	0

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 14 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 2
การสังเกตและการลงสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 4.1			ข้อที่ 4.2			ข้อที่ 4.3			ข้อที่ 5			ข้อที่ 6		
	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV
1		/		/			/			/			/		
2		/			/		/			/			/		
3		/			/				/	/				/	
4		/			/		/			/				/	
5	/			/				/		/				/	
6	/				/		/			/			/		
7		/		/				/		/			/		
8	/				/			/				/			
9		/			/				/	/				/	
10	/				/			/		/			/		
11		/			/			/		/				/	
12		/			/			/				/		/	
13		/			/		/			/			/		
14		/			/		/			/			/		
15	/				/			/	/					/	
16	/				/		/			/				/	
17	/				/		/					/		/	
18		/			/			/		/				/	
19		/			/		/			/				/	
20		/			/			/		/				/	
21		/			/		/			/				/	
22		/			/				/		/			/	
23		/		/					/	/				/	
24		/		/					/		/		/		
25	/				/		/				/			/	
26	/			/			/				/		/		
27	/				/			/		/			/		

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

นักเรียน	ข้อที่ 4.1			ข้อที่ 4.2			ข้อที่ 4.3			ข้อที่ 5			ข้อที่ 6		
	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV	IV	TV	NV
28		/			/		/			/			/		
29		/			/		/			/			/		
30	/			/			/			/			/		
31		/			/		/			/			/		
32		/			/		/			/			/		
33		/		/			/			/			/		
34		/			/		/			/			/		
35		/			/		/			/		/		/	
36	/			/			/			/			/		
37	/			/			/			/			/		
38		/			/				/	/				/	
39	/				/		/			/			/		
40	/				/		/			/			/		
41	/			/				/		/			/		
42		/			/		/			/				/	
43	/				/		/			/			/		
44		/			/		/					/		/	
45	/			/				/		/			/		
46	/				/			/		/			/		
47		/			/			/		/			/		
48	/				/		/			/				/	
49	/			/				/		/			/		
50		/		/			/				/		/		
51	/			/				/		/				/	
สรุป	22	29	0	15	36	0	27	15	9	35	12	4	28	23	0
ร้อยละ	43.14	56.86	0	29.41	70.59	0	52.94	29.41	17.65	68.63	23.53	7.84	54.90	45.10	0

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 15 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 3
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

นักเรียน	ข้อที่ 3			นักเรียน	ข้อที่ 3		
	IV	TV	NV		IV	TV	NV
1	/			28			/
2	/			29	/		
3	/			30	/		
4			/	31	/		
5	/			32			/
6		/		33		/	
7	/			34		/	
8		/		35	/		
9		/		36		/	
10	/			37	/		
11	/			38	/		
12	/			39	/		
13		/		40		/	
14		/		41			/
15	/			42		/	
16		/		43		/	
17	/			44		/	
18	/			45	/		
19	/			46		/	
20	/			47	/		
21	/			48		/	
22	/			49		/	
23	/			50		/	
24	/			51		/	
25		/		สรุป	26	18	7
26		/		ร้อยละ	50.98	35.29	13.73
27	/						

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 16 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 3
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

นักเรียน	ข้อที่ 3			นักเรียน	ข้อที่ 3		
	IV	TV	NV		IV	TV	NV
1	/			28	/		
2		/		29		/	
3		/		30	/		
4	/			31		/	
5	/			32	/		
6		/		33	/		
7	/			34		/	
8	/			35		/	
9	/			36	/		
10	/			37	/		
11	/			38	/		
12		/		39	/		
13	/			40	/		
14	/			41	/		
15		/		42	/		
16		/		43	/		
17	/			44	/		
18	/			45	/		
19		/		46	/		
20	/			47		/	
21	/			48	/		
22	/			49	/		
23	/			50	/		
24	/			51	/		
25		/		สรุป	38	13	0
26	/			ร้อยละ	74.51	25.49	0
27	/						

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 17 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 4
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 7			นักเรียน	ข้อที่ 7		
	IV	TV	NV		IV	TV	NV
1		/		28		/	
2		/		29		/	
3		/		30			/
4	/			31		/	
5		/		32		/	
6		/		33		/	
7		/		34		/	
8	/			35		/	
9	/			36		/	
10		/		37		/	
11	/			38		/	
12	/			39		/	
13			/	40	/		
14		/		41		/	
15	/			42		/	
16			/	43		/	
17	/			44		/	
18		/		45		/	
19		/		46			/
20			/	47		/	
21		/		48		/	
22		/		49		/	
23		/		50		/	
24		/		51		/	
25		/		สรุป	8	38	5
26		/		ร้อยละ	15.69	74.51	9.80
27		/					

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 18 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 4
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 7			นักเรียน	ข้อที่ 7		
	IV	TV	NV		IV	TV	NV
1	/			28		/	
2		/		29		/	
3		/		30			/
4		/		31		/	
5		/		32	/		
6	/			33		/	
7	/			34		/	
8	/			35			/
9		/		36	/		
10	/			37		/	
11	/			38		/	
12		/		39	/		
13	/			40	/		
14		/		41		/	
15		/		42		/	
16	/			43	/		
17		/		44		/	
18	/			45		/	
19		/		46	/		
20	/			47		/	
21		/		48		/	
22		/		49		/	
23		/		50	/		
24	/			51	/		
25		/		สรุป	20	29	2
26	/			ร้อยละ	39.22	56.86	3.92
27		/					

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 19 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 5
มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 8			นักเรียน	ข้อที่ 8		
	IV	TV	NV		IV	TV	NV
1		/		28		/	
2			/	29		/	
3	/			30		/	
4	/			31	/		
5	/			32		/	
6	/			33		/	
7		/		34	/		
8		/		35		/	
9		/		36		/	
10		/		37		/	
11	/			38		/	
12	/			39		/	
13		/		40		/	
14		/		41		/	
15		/		42	/		
16		/		43		/	
17	/			44		/	
18		/		45		/	
19		/		46		/	
20		/		47		/	
21	/			48		/	
22		/		49		/	
23		/		50	/		
24		/		51		/	
25		/		สรุป	12	38	1
26	/			ร้อยละ	23.53	74.51	1.96
27	/						

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ตารางผนวกที่ 20 แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิด ประเด็นที่ 5
มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ข้อที่ 8			นักเรียน	ข้อที่ 8		
	IV	TV	NV		IV	TV	NV
1	/			28		/	
2	/			29		/	
3		/		30	/		
4		/		31	/		
5		/		32	/		
6	/			33		/	
7	/			34	/		
8		/		35		/	
9		/		36	/		
10	/			37	/		
11	/			38	/		
12		/		39	/		
13	/			40		/	
14	/			41	/		
15		/		42	/		
16		/		43	/		
17		/		44		/	
18		/		45	/		
19		/		46		/	
20	/			47	/		
21		/		48	/		
22		/		49	/		
23		/		50	/		
24	/			51	/		
25		/		สรุป	29	22	0
26	/			ร้อยละ	56.86	43.14	0
27	/						

หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transitional View and NV = Naïve View

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวจарิยา เจริญชัยภูมิ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	29 กันยายน 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยภูมิ
ประวัติการศึกษา	การศึกษามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

