ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

Development of Tenth Grade Students' Understanding of the Nature of Science on Properties of Elements and Compounds through Explicit Reflective Approach

นามผู้วิจัย นางสาวธัณยาภรณ์ ภักดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาตรี ฝ่ายคำตา, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พจนารถ สุวรรณรุจิ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

Development of Tenth Grade Students' Understanding of the Nature of Science on Properties of Elements and Compounds through Explicit and Reflective Approach

โดย

นางสาวธัณยาภรณ์ ภักดี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธัณยาภรณ์ ภักดี 2558: การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาตรี ฝ่ายคำตา, ปร.ด. 216 หน้า

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ และศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 21 คน ที่เรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ปีการศึกษา 2557 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ อนุทินหลังการสอนของตนเอง อนุทินของนักเรียนและแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยกระบวนการเชิงอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกประเด็น โดยเฉพาะในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และมายาคติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่า ควรมีประเด็นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องมีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาเคมี โดยการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนความคิดในขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นๆ ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ มีการใช้คำถามในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเคมี และต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอดแทรก

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thanyaporn Pakdee 2015: Development of Tenth Grade Students' Understanding of the Nature of Science on Properties of Elements and Compounds through Explicit and Reflective Approach. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Assistant Professor Chatree Faikhamta, Ph.D. 216 pages.

This action research aimed to examine the effective ways to implement explicit and reflective learning approach integrated within the topic of properties of elements and compounds for developing students' understanding of the nature of science (NOS) and investigate the development of students' understanding of NOS. The participants were 21 students who studied advanced chemistry in 2014 academic year. The researcher gathered the data by using teacher's reflective journals, students' reflective journals, and open-ended questionnaire with semi-structured interviews. These data were analyzed through inductive process. The research findings indicated that after explicit and reflective approach, the majority of students held adequate understandings in all aspects of NOS, especially in observation versus inference and myths of scientific method. The results showed that the effective ways to implement an explicit and reflective instruction were; 1) teacher should have issues for students to discuss aspects of NOS, 2) teacher should use nonintegrated with integrated NOS learning activities, 3) teacher should carefully blend NOS with science contents, 4) teacher should have students present and discuss NOS from their activities and integrated NOS all of steps, and 5) teacher should provide good action plans for teaching NOS.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาตรี ฝ่ายคำตา และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พจนารถ สุวรรณรุจิ ที่ได้กรุณาในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำแนวทางในการศึกษา การเขียนรายงาน วิเคราะห์ข้อมูล ช่วยเหลือและตรวจแก้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์ รวมทั้งให้กำลังใจในการทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรรยา ดาสา ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไขให้ข้อเสนอแนะต่างๆในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาตลอดการศึกษาในระดับปริญญาโท

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอบคุณอาจารย์วนิดา อยู่ยืน และเพื่อนครูในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่เข้าใจและให้ความร่วมมือในการวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ทำให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาตนเอง และเพื่อนในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือ ครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาในการศึกษา และประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา บูรพาคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธัณยาภรณ์ ภักดี

เมษายน 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (4)

สารบัญภาพ (6)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 7

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 8

ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 10

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 22

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 28

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 33

การวัดและการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 39

นิยามศัพท์เฉพาะ 41

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 43

ขอบเขตการวิจัย 43

บริบทผู้วิจัยและโรงเรียน 43

สภาพห้องเรียน 44

กลุ่มที่ศึกษา 45

รูปแบบการวิจัย 46

แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ 49

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 53
การวิเคราะห์ข้อมูล 61
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 70
ผลการวิจัยของคำถามข้อที่ 1 ฉันจะจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ อย่างไร เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 70
ผลการวิจัยของคำถามข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ 107
ข้อวิจารณ์ผลการวิจัย 144
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 152
สรุปคำถามและวิธีการดำเนินการวิจัย 152
สรุปผลการวิจัย 155
ข้อเสนอแนะ 158

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 162

ภาคผนวก 168
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 169
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 171

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 194
ภาคผนวก ง อนุทินสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ 201

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 216

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กรอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ	10
2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่างๆ	19
3	ความเข้าใจคลาดเคลื่อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆของนักเรียน	23
4	แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ	51
5	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดและจำนวนข้อคำถามแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	55
6	ตัวอย่างคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด	58
7	ตัวอย่างข้อคำถามในแบบสมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง	60
8	กรอบการวิเคราะห์คำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	66
9	ตัวอย่างกิจกรรมและประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกเข้ากับเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้	108

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ห้องเรียนประจำของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์	44
2	ห้องปฏิบัติการเคมี	45
3	วิธีการดำเนินการวิจัย	48
4	ตัวอย่างการวิเคราะห์แนวทางที่ค้นพบ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 1	63
5	ร้อยละของความเข้าใจของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	110
6	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	116
7	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (คำถามข้อที่ 1)	122
8	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (คำถามที่ 2)	123
9	ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น	132
10	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์	139

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

สังคมปัจจุบันเป็นสังคมที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก ดังนั้น ทุกคนควรเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย บรรยาย ทำนายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ตลอดจนสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ในการตัดสินใจลงความเห็น และแก้ปัญหาทางสังคมหรือประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เป้าหมายในการศึกษาวิทยาศาสตร์ก็มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ที่สามารถนำความรู้ที่ได้มาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ รวมไปถึงด้านกิจการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990) การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เพียงแต่มีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จะต้องเข้าใจกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนธรรมชาติและข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์ด้วย National Science Education Standard (National Research Council [NRC], 1996) ส่งผลให้มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้จากในหลายๆประเทศ ปรากฏเอกสารมาตรฐานการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เอกสารมาตรฐานการเรียนรู้ Benchmarks ของประเทศสหรัฐอเมริกา Science in the New Zealand Curriculum ของประเทศนิวซีแลนด์ และ Ontario Curriculum ของประเทศแคนาดา (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2551) สำหรับในประเทศไทยเองก็ได้มีการให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2546) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งได้รับการบรรจุไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ดังนี้

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปี 2010-2013 จากวารสาร Journal of Research in Science Teaching, Science Education, International Journal of Science Education และResearch in Science Education พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในระดับนานาชาติและยังคงเป็นเรื่องที่มีความต้องการพัฒนาต่อไป เพื่อที่จะได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น รวมไปถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อันจะช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั่นเอง

ผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ยังเป็นการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่างๆ สำหรับในประเทศไทยเอง ก็มีงานวิจัยที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, และ พรทิพย์ ไชยโส, 2552; กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) ที่มีผลการวิจัยที่สอดคล้องกันคือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวโน้มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลของงานวิจัยต่างประเทศ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Akerson, Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Moss and Robb, 2001; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe, 2008; Yocoubian and BouJaoude, 2010) ตัวอย่างเช่น นักเรียนไม่สามารถแยกแยะการสังเกตและการลงความเห็นได้ นักเรียนทั้งในและต่างประเทศมักเข้าใจว่า กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ กฎมาจากทฤษฎีที่ถูกต้อง หรือกฎมีความน่าเชื่อถือมากกว่าทฤษฎี และนักเรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นมีขั้นตอนที่ตายตัวและจำเป็นต้องทำตามขั้นตอน หรือเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมาจากการทดลองเท่านั้น เป็นต้น

โดยสาเหตุหนึ่งที่มีผลสำคัญ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากครู จากงานวิจัยพบว่า ครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551; Lederman, 1992; McComas, 1998) ทั้งนี้ครูไม่ได้จัดการเรียนการสอนที่เน้นหรือส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008) และมีครูจำนวนไม่น้อยที่มีความเข้าใจว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนเพียงเท่านั้น (ลฎาภา สุทธกูล, นฤมล ยุตาคม, และ บุญเกื้อ วัชรเสถียร, 2555) สาเหตุสำคัญประการหนึ่ง เกิดจากเนื้อหาในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างธรรมชาติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกูล, และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2556) นอกจากนี้ ถึงแม้ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนจะได้ลงมือทำกิจกรรมการทดลองต่างๆด้วยตนเอง แต่มักจะเป็นกิจกรรมที่มีขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนแล้วตามหนังสือหรือที่ครูมอบหมายให้ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในหลายประเด็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นด้านขั้นตอนวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีขั้นตอนที่ตายตัว หรือแม้กระทั่งเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการหรือการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้มีการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรม (สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552)

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประสบการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของฉัน โดยตั้งแต่เข้ารับการศึกษาในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ในตอนนั้น ฉันชอบเรียนวิทยาศาสตร์เพราะคิดว่าเป็นวิชาที่น่าสนใจและมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา ได้มีการทำการทดลองต่างๆทำให้ฉันรู้สึกสนุก ฉันจึงเลือกเรียนต่อในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอุดมศึกษา บรรยากาศในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เริ่มเปลี่ยนแปลงไป โดยมีครูเป็นผู้บรรยายและให้ความรู้ มีโอกาสได้ทำการทดลองบ้างแต่ก็เป็นในลักษณะของการพิสูจน์ความรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้นเนื่องจากมีการกำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติในหนังสือหรือใบงานของครูอยู่แล้ว ทำให้ฉันเรียนวิทยาศาสตร์แบบน่าเบื่อ จนกระทั่งได้ทำวิจัยในปีสุดท้ายก่อนจบอุดมศึกษา ฉันพบว่าการทำวิจัย ทำให้ฉันได้รู้จักการวางแผน การลงมือปฏิบัติและแก้ไขปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง โดยเป็นการนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาใช้จริงมากกว่าการเรียนทฤษฎีหรือเรียนเพียงในตำราเท่านั้น ฉันคิดว่าการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้ฉันมีความเข้าใจและเรียนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็นมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดี ในการเรียนที่ผ่านมาก็ไม่ได้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนแต่อย่างใด จนกระทั่งฉันได้มีโอกาสสอนพิเศษหลังจากเรียนจบปริญญาตรีในวิชาเคมี ทำให้ฉันค้นพบตนเองว่า ฉันมีความรักในการสอนวิทยาศาสตร์โดยอยากให้ผู้เรียนที่มีปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างแท้จริงมากกว่าการท่องจำ ทำให้ฉันตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาโทในโครงการทุนส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ซึ่งเป็นโครงการที่ผลิตครูวิทยาศาสตร์ ฉันจำได้ว่าหลังจากสอบข้อเขียนและสอบสัมภาษณ์เรียบร้อยแล้ว จะมีการสอบวัดความรู้ก่อนเข้าเรียนในคณะศึกษาศาสตร์ หลังจากทำข้อสอบในวันนั้น ทำให้ฉันตระหนักได้ว่าตนเองยังขาดคุณสมบัติในการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ทั้งที่ฉันเรียนจบคณะวิทยาศาสตร์ เนื่องจากฉันไม่แน่ใจในคำตอบที่เขียนตอบลงไปว่าถูกต้องหรือไม่ ทั้งที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อสอบนั้นไม่ได้ยากมากนัก เป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ และฉันก็ยังคงคาใจในคำตอบนั้นเสมอมา จนกระทั่งฉันมีโอกาสได้เรียนวิชาการจัดการเรียนการสอนเคมี ซึ่งเป็นครั้งแรกที่ฉันได้ยินคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และฉันรู้สึกประทับใจกิจกรรมกล่องปริศนามาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ทำให้ฉันเข้าใจคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีและฉันก็พบว่าฉันได้คำตอบของคำถามที่คาใจฉันแล้ว จากการเรียนในครั้งนี้ ทำให้ฉันตระหนักว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจะช่วยให้ฉันเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย

จากการที่ฉันได้มีโอกาสเข้าไปสังเกตการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่ง พบว่า ครูมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองภายใต้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ดีครูยังไม่ได้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทำให้ไม่สามารถประเมินได้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

ด้วยเหตุที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ชี้ให้เห็นว่า ครูเป็นบุคคลที่มีอิทธิพลและมีความสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งตัวฉันเองในฐานะที่จะต้องเป็นครูในอนาคตก็ตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญนี้จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาตนเองให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง รวมไปถึงการจัดกิจกรรมต่างๆที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์

จากการที่ฉันได้ฝึกประสบการณ์สอนวิชาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ โดยมีนักเรียนในห้องเรียนพิเศษจำนวน 21 คน เป็นชาย 7 คนและเป็นหญิง 14 คน โดยเกรดเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในห้อง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่า 3.00 ฉันให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 โดยคำถามมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่ครอบคลุมประเด็นต่อไปนี้ คือ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ 2) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ 3) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 4) มายาคติของขั้นตอนแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ 6) ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี 7) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และประเด็นมายาคติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มากที่สุดตามลำดับ และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในอีกหลายประเด็นได้แก่ ประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ทำให้ฉันสนใจที่จะจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเข้ากับการสอนเคมีเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นดังกล่าว

เพื่อศึกษาวิธีการในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ฉันได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยและพบว่ามีงานวิจัยที่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Welch and Walberg, 1972; Kim and Irving, 2010; Lin, Cheng, and Chang, 2010) ที่ผลการวิจัยไม่สอดคล้องกัน โดยผลการวิจัยของ Welch and Walberg (1972) พบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในขณะที่งานวิจัยของ Kim and Irving (2010) และ Lin *et al*. (2010) พบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ก็ยังมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัย (implicit approach) ที่มุ่งให้นักเรียนทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีการกล่าวถึงลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างทำกิจกรรมนั้นๆ และ การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง (explicit approach) เป็นการสอนที่เน้นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะสำคัญและประเด็นต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลงานวิจัยที่เปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองวิธี (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Yacoubian and BouJaoude, 2010; Khishfe, 2012; Peter, 2012) พบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัย ซึ่งมีงานวิจัยของไทยให้ผลที่สอดคล้องและสนับสนุนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งเช่นเดียวกัน (กาญจนา มหาลี, 2553; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555)

จากผลการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าช่วยสนับสนุนวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในชั้นเรียน อันจะนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียน ทำให้ฉันสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของฉันเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยเลือกที่จะบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาเคมี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ (Khishfe and Lederman, 2006) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ในลักษณะของการบูรณาการดังกล่าวยังมีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนที่ฉันฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ที่เริ่มต้นการสอนเคมีด้วยการสอนเนื้อหาเคมีเนื่องจากข้อจำกัดของเวลาในการจัดการเรียนการสอนซึ่งไม่เอื้ออำนวยต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหา เพราะการสอนดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในนักเรียนได้ทำกิจกรรมและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นฉันจึงเลือกที่จะใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาเคมีเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวและยังทำให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาเคมีไปพร้อมๆกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดี เนื้อหาเคมีที่ฉันบูรณาการเข้ากับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้คือ เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยที่บูรณาการสอนนี้เข้ากับเนื้อหาดังกล่าว การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหานี้จึงเป็นความท้าทายอย่างหนึ่งและสนับสนุนได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นสอดแทรกอยู่ในทุกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนสามารถที่จะบูรณาการการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ โดยงานวิจัยนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยเติมเต็มงานวิจัยอื่นๆที่มีการบูรณาการการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ซึ่งยังมีจำนวนไม่มากนัก

สำหรับในงานวิจัยนี้ ฉันเลือกจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาในข้างต้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะมุ่งหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อศึกษาว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากและเพื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น

คำถามการวิจัย

1. ฉันจะจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ อย่างไร เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ และพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว ฉันได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้มาซึ่งกรอบแนวคิดที่จะนำไปสู่คำตอบตามจุดประสงค์ดังกล่าวและนำเสนอกรอบแนวคิดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
4. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
5. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
6. การวัดและการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลาย ทั้งที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

McComas, Clough, and Almazroa (2000) และ Lederman (2002) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่สอดคล้องกันโดยอธิบายว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนสัมพันธ์กับสังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงค่านิยมหรือความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ ความหมายดังกล่าวสอดคล้องกับ Lonsbury and Ellis (2002) ที่ให้คำอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่ามีความสัมพันธ์กับญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ตลอดจนการรู้ที่มาและการเปลี่ยนแปลงของความรู้นั้นจะส่งผลต่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสามารถในการตัดสินใจของบุคคลต่อเหตุการณ์ต่างๆที่อยู่บนพื้นฐานของเหตุและผล และสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ Johnston and Southerland (2002) ได้ให้คำอธิบายถึงความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมว่าเป็นคำอธิบายเกี่ยวกับสาระของวิทยาศาสตร์

จะเห็นว่า การให้คำนิยามของคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศจะมีการให้คำนิยามของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปในทิศทางเดียวกันและมีความสอดคล้องกัน อย่างไรก็ดี สำหรับประเทศไทยเองก็มีการให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน โดยมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยมีการให้รายละเอียดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นนิยามของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์เท่านั้น โดยนิยามดังกล่าวยังไม่ได้กล่าวถึง ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ค่านิยมหรือความเชื่อที่แฝงอยู่ในความรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนยังไม่ได้มีการเน้นถึงสังคมและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ ซึ่งในส่วนนี้เองที่ทำให้การกำหนดกรอบนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยแตกต่างจากต่างประเทศ และจากการกำหนดนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าวนี่เองที่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ครูไทยจำนวนหนึ่งเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนและทำให้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เน้นเพียงการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2556)

จากนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในข้างต้นอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่มุ่งกล่าวถึง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความหมายและลักษณะของวิทยาศาสตร์ 2) วิธีการสืบเสาะและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) สังคมและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยจะแฝงค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลมีความสามารถในการตัดสินใจอยู่บนเหตุและผลตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ โดยนิยามดังกล่าวครอบคลุมทั้งนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยเองที่มีเนื้อหาเน้นไปในแง่ของการสืบเสาะและทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดีนิยามดังกล่าวยังครอบคลุมนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของต่างประเทศด้วยที่ให้คำนิยามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมิติที่หลากหลายมากกว่าโดยมีการเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแง่ของโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และสังคมและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างชัดเจนอันจะช่วยส่งเสริมให้นิยามของคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารพบว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหน่วยงานต่างๆ ทางการศึกษาในต่างประเทศได้แก่ AAAS (1990) Lederman (2002) และ The National Science Teachers Association (NSTA) (2003) ร่วมกับ สสวท. (2546) ได้กำหนดกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งที่มีความสอดคล้องกันและแตกต่างกันออกไปดังแสดงในตารางที่ 1 อย่างไรก็ดีกรอบแนวคิดดังกล่าวเป็นที่ยอมรับจากมติประชาคมวิทยาศาสตร์ให้สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

ตารางที่ 1 กรอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กร**			
โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มุมมอง ลักษณะของวิทยาศาสตร์	**AAAS**	**Lederman**	**สสวท.**	**NSTA**
1. โลกเข้าใจได้	*	*	*	*
2. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	*	*	*	*
3. ความรู้วิทยาศาสตร์มีความคงทน	*			*
4. ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม	*			*
5. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย	*		*	*
6. ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี	*	*		*
7. ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น		*		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กร			
การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	**AAAS**	**Lederman**	**สสวท.**	**NSTA**
8. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	*	*	*	*
9. วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	*	*		*
10. มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้	*	*		*
11. วิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ	*			
วิทยาศาสตร์กับสังคมและเทคโนโลยี				
12. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน	*	*	*	*
13. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์		*		
14. วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี	*		*	*
15. วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ	*			
16. การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ	*			*

จากตารางในข้างต้นจะเห็นว่าทั้ง AAAS (1990) Lederman (2002) และ NSTA (2003) ร่วมกับ สสวท. (2546) มีการกล่าวถึงประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยมีบางมุมมองที่เหมือนกันและบางมุมมองที่แตกต่างกัน สำหรับในงานวิจัยนี้สามารถจัดกลุ่มประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมดออกเป็น 3 ด้านหลักได้แก่ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ 3) วิทยาศาสตร์กับสังคม โดยในแต่ละประเด็นหลักมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เป็นประเด็นที่กล่าวถึงมุมมองหรือความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ความรู้วิทยาศาสตร์และลักษณะต่างๆความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยสามารถแบ่งเป็นประเด็นย่อยได้ดังต่อไปนี้

1.1 โลกเป็นเรื่องเข้าใจได้
1.2 ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
1.3 ความรู้วิทยาศาสตร์มีความคงทน
1.4 ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม
1.5 วิทยาศาสตร์ให้คำทำนายและคำอธิบาย
1.6 ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี
1.7 ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

หากพิจารณาจากตารางจะเห็นว่า ประเด็นที่นักการศึกษาและองค์กรมีการกล่าวถึงเหมือนกัน ได้แก่ ประเด็นโลกเป็นเรื่องเข้าใจได้ และประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ส่วนในประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี และความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นเป็นประเด็นที่มีเพียง Lederman (2002) เท่านั้นที่มีการหยิบยกขึ้นมาให้ความสำคัญอย่างชัดเจน โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้

กล่าวถึงนักวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อว่าปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นบนจักรวาลสามารถทำความเข้าใจและอธิบายได้ โดยนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นโดยมีการทำงานอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการใช้ความรู้ความสามารถและสติปัญญาร่วมกับการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยจะทำให้สามารถค้นพบแบบแผนของการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วจึงสร้างเป็นแบบแผนหรือสัญลักษณ์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆโดยจะต้องมีหลักฐานและคำอธิบายที่อยู่บนหลักการเหตุและผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีความรู้ใหม่คัดค้านกับความรู้เดิม โดยความรู้ใหม่นั้นมีการค้นพบหลักฐานหรือข้อมูลที่มีความเป็นไปได้มากกว่าสามารถอธิบายได้กว้างขวางและครอบคลุมกว่าความรู้เดิมที่มีอยู่ ในทางวิทยาศาสตร์มีการตรวจสอบและพัฒนาทฤษฎีอยู่เสมอ อาจมีการเปลี่ยนแปลงทฤษฎีเก่าเป็นทฤษฎีใหม่ เช่น ทฤษฎีอะตอมที่เริ่มจากทฤษฎีของดอลตันที่กล่าวว่า อะตอมเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสาร แต่เมื่อเวลาผ่านไปมีข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ที่สามารถอธิบายอะตอมได้ดีกว่าเดิมและมีความน่าเชื่อถือมากกว่า ทำให้ปัจจุบันทฤษฎีอะตอมแบบกลุ่มหมอกเป็นที่ยอมรับเนื่องจากสามารถอธิบายโครงสร้างของอะตอมได้ครอบคลุมมากที่สุด โดยนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ไม่มีความจริงที่สมบูรณ์ ความรู้วิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้

1.3 ความรู้วิทยาศาสตร์มีความคงทน

ถึงแม้ว่าจะเป็นที่ยอมรับว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ อย่างไรก็ดี ความรู้วิทยาศาสตร์ก็มีความคงทนในระยะหนึ่ง เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์มาจากการปรับปรุงพัฒนาหรือขยายความคิดทฤษฎีเดิม มากกว่าการยกเลิกทฤษฎีและมีแนวโน้มที่จะคงอยู่ต่อไปและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง

1.4 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม

แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะพยายามอธิบายหรือทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในจักรวาล แต่ไม่ใช่ทุกเรื่องที่วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ เช่น ความเชื่อสิ่งที่อยู่เหนือธรรมชาติ โหราศาสตร์ หรือเรื่องราวชีวิตในอนาคต ซึ่งล้วนแต่เป็นเรื่องไม่สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์หรือหาคำตอบได้

1.5 วิทยาศาสตร์ให้คำทำนายและคำอธิบาย

นักวิทยาศาสตร์พยายามจะทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น โดยการสร้างแบบแผนและคำอธิบาย โดยอาศัย กฎ หลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องและเป็นที่ยอมรับในขณะนั้น ซึ่งนอกจากวิทยาศาสตร์จะอธิบายปรากฏการณ์แล้ว ยังสามารถทำนายเรื่องราวที่เกิดขึ้นในอดีตและสิ่งที่เกิดขึ้นได้ในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.6 ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี

กฎและทฤษฎีต่างก็เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีความแตกต่างกัน โดยกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่ง เป็นข้อสรุปทั่วไปที่อธิบายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า โดยส่วนใหญ่นิยมเขียนในรูปของสมการ ซึ่งกฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้และไม่ได้มาจากทฤษฎี ส่วนทฤษฎีเป็นคำอธิบายที่ใช้อธิบาย กฎ หลักการหรือข้อเท็จจริงโดยมุ่งอธิบายและตอบคำถามว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น นอกจากนี้ทฤษฎียังใช้ทำนายปรากฏการณ์ต่างๆอีกด้วย จะเห็นได้ว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทำหน้าที่แตกต่างกันและเป็นความรู้ที่แตกต่างกัน

1.7 ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น

ความรู้วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและลงความเห็น ให้การอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ซึ่งทั้งสองต่างเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และมีความหมายที่แตกต่างกัน โดยการสังเกตเป็นการรับรู้ผ่านทางประสาทสัมผัสของมนุษย์ หรือเครื่องมือ ส่วนการลงความเห็นเป็นการแปลความหมายหรือการลงข้อสรุปจากการสังเกต การเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น จะช่วยให้เข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏการณ์และกระบวนการในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

มุ่งกล่าวถึงลักษณะของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการทั่วไปในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นจากการสังเกตปรากฏการณ์โดยนักวิทยาศาสตร์อาจมีการลงความเห็นที่แตกต่างกัน มีวิธีการศึกษาค้นคว้าเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นๆที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์มีความหลากหลายเช่น การสังเกต ทดลอง สำรวจ เปรียบเทียบอย่างไรก็ตามในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้อาศัยการสังเกตเพียงอย่างเดียว ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและตายตัว ไม่สามารถยืนยันได้ว่าวิธีการนั้นถูกต้องเสมอไป สำหรับในประเด็นนี้อาจแบ่งได้เป็น 4 ประเด็นย่อย ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

2.2 วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

2.3 มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

2.4 วิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

หากพิจารณาจากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเป็นประเด็นที่ทุกๆองค์กรและนักการศึกษามีการกล่าวถึงและให้ความสำคัญกับหลักฐานในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนประเด็นวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ เป็นประเด็นที่ AAAS มีการกล่าวถึงและให้ความสำคัญที่ชัดเจนกว่าองค์กรอื่นๆ โดยในแต่ละประเด็นย่อยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

ความรู้วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ หากความรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีหลักฐานมายืนยันและมีการอธิบายหลักฐานอยู่บนหลักเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ ก็ส่งผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์นั้นได้รับการยอมรับและน่าเชื่อถือ การได้มาซึ่งหลักฐานนั้น อาจได้มาจากการสังเกตหรือการวัดในสถานการณ์จริง เช่น ใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตหรือเครื่องมือต่างๆที่เพิ่มขีดความสามารถในการรับรู้ของมนุษย์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น

2.2 วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ความรู้วิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นจากจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์และการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ โดยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการจะใช้ร่วมกับการตั้งสมมติฐานและทฤษฎีการสังเกตและลงความเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ ในการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์อาจมีความคิดเห็นแตกต่างกันต่อปรากฏการณ์ต่างๆหรือไม่เห็นด้วยกับหลักฐานหรือข้อสรุปที่เกิดขึ้น นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายหลักฐานหรือสิ่งต่างๆให้เกิดความหมาย จะเห็นว่านักวิทยาศาสตร์มีการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถาม การออกแบบการหาคำตอบ การทดลอง การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลสิ่งที่ค้นพบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนแน่นอนและตายตัว อย่างการเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง การทำการทดลอง และอภิปรายสรุปผลการทดลอง ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เองก็ไม่ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตอนตามลำดับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในความเป็นจริงแล้ว กระบวนการทำงานหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีการย้อนกลับไปกลับมา ข้ามขั้นตอนหรือทำซ้ำในบางขั้นตอน นอกจากนี้วิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเพียงกระบวนการทำการทดลองเท่านั้น แต่อาจได้มาจากการสำรวจ การสังเกต การวัด การเปรียบเทียบ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การเสนอโมเดลความคิด หรือแม้กระทั่งการค้นพบโดยบังเอิญ อย่างไรก็ตามวิธีการเพียงอย่างเดียวก็อาจจะไม่สามารถให้คำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้เช่นกัน

2.4 วิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

เนื่องจากการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยจินตนาการและประสบการณ์เดิมของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในขั้นตอนของการได้มาซึ่งหลักฐานต่างๆ เพื่อใช้อ้างอิงความรู้วิทยาศาสตร์อาจมีอคติเกิดขึ้นในขั้นตอนของการเก็บข้อมูล การอธิบาย การรายงานผล การตีความ การเลือกพิจารณาข้อมูล เชื้อชาติ เพศ อายุ คุณธรรม จริยธรรม การเมือง โดยความมีอคติอาจเกิดจากตัวบุคคล การสำรวจตรวจสอบ การเลือกลุ่มตัวอย่าง วิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จะพยายามค้นหาสาเหตุของการเกิดอคติและหลีกเลี่ยงการมีอคติ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยหลีกเลี่ยงอคติคือ การสังเกต ทดสอบ หรือทดลองหลายๆครั้ง และทำการศึกษาในเรื่องเดียวกัน แต่มีกลุ่มผู้ที่ศึกษาหลายกลุ่ม

3. วิทยาศาสตร์กับสังคมและเทคโนโลยี

มุ่งกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม โดยวิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่มีลักษณะเฉพาะของบุคคล สังคมและเป็นมิติหนึ่งขององค์กร นอกจากนี้ยังกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยสามารถแบ่งออกเป็นประเด็นย่อยได้ทั้งหมด 6 ประเด็น ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน

3.2 สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

3.3 วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี

3.4 วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ

3.5 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ

3.6 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะเป็นผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมือง

หากพิจารณาจากตารางจะเห็นว่าในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อนเป็นประเด็นที่ทุกๆองค์กรและนักการศึกษามีการกล่าวถึงเหมือนๆกัน อย่างไรก็ดีในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์เป็นเพียงประเด็นเดียวที่มีเพียง Lederman (2002) เท่านั้นที่กล่าวถึงสำหรับรายละเอียดของแต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจการทางสังคมที่สลับซับซ้อน

วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการทำงานในหลายสาขาเชื้อชาติและเพศ โดยดำเนินงานภายใต้หลักการสากลที่เป็นที่ยอมรับ ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ตลอดเวลา โดยวิทยาศาสตร์มีบทบาทอย่างมากในสังคม เมื่อนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและได้ข้อมูลต่างๆก็จะเผยแพร่ข้อมูลเพื่อเปิดโอกาสให้สังคมนักวิทยาศาสตร์อื่นๆวิพากษ์วิจารณ์นำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ให้มีความน่าเชื่อถือต่อไป

3.2 สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

ความรู้วิทยาศาสตร์และกิจกรรมต่างๆของวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมที่นักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสมาชิกอยู่ เช่น อิทธิพลจากปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม การเมือง ปรัชญาและศาสนา จะเป็นปัจจัยที่กำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาวิธีการศึกษา การตีความ และผลการศึกษาที่เป็นที่ยอมรับ ในขณะเดียวกันความรู้วิทยาศาสตร์ก็มีบทบาทอย่างมากในสังคมและยังเป็นแรงขับเคลื่อนทำให้สังคมมีความเจริญก้าวหน้าและพัฒนายิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกันแต่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน โดยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ โดยมีผลทำให้พบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ที่มีความน่าเชื่อถือและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น ในขณะเดียวกันวิทยาศาสตร์ก็มีอิทธิพลต่อเทคโนโลยีโดยความรู้วิทยาศาสตร์ที่มากขึ้นก็มีผลทำให้เทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

3.4 วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ

ความน่าเชื่อถือของวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบและพิสูจน์ได้ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการที่เป็นผู้มีอำนาจหรือความมีชื่อเสียงของบุคคลหรือของนักวิทยาศาสตร์

3.5 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ

ในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องมีคุณธรรมและจริยธรรม ต้องมีความซื่อสัตย์ไม่ว่าจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล การบันทึกข้อมูล มีความใจกว้าง รู้จักยอมรับการตรวจสอบหรือวิพากษ์วิจารณ์ของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันไม่ปิดบังหรือบิดเบือนข้อมูลหรือผลการวิจัย

3.6 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะที่เป็นผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมือง

นักวิทยาศาสตร์ถือเป็นพลเมืองหนึ่งของสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อยู่ ดังนั้น เมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้นในสังคม นักวิทยาศาสตร์จะทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้ความรู้หรือให้ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์และอาจช่วยประเมินผลที่เกิดจากนโนบายของรัฐ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินใจ อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ก็เป็นพลเมืองของสังคม บางครั้งอาจมีอคติมีความรู้สึกต่างๆ เช่นเดียวกับพลเมืองอื่นๆ กล่าวโดยสรุป คือ นักการศึกษาและองค์กรต่างๆได้มีการกำหนดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆกัน โดยมีทั้งประเด็นที่สอดคล้องกันและบางประเด็นที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆนั้น สามารถจัดได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) ด้านการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์และ 3) วิทยาศาสตร์กับสังคมและเทคโนโลยี ซึ่งมีรายละเอียดดังในข้างต้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่างๆ พบว่า แต่ละงานวิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในประเด็นที่สอดคล้องและแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่างๆ

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่ศึกษา					
	Akerson *et al.* (2000) (1)	**Khishfe *et al.* (2002) (2)**	**Khishfe *et al.* (2006) (3)**	**Khishfe *et al.* (2007) (4)**	**Khishfe (2008) (5)**	**Yocoubi *et al.* (2010) (6)**
ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	✓	✓	✓	✓	✓	
ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น	✓	✓	✓	✓	✓	
ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี	✓					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่ศึกษา					
	Akerson *et al.* (2000) (1)	**Khishfe *et al.* (2002) (2)**	**Khishfe *et al.* (2006) (3)**	**Khishfe *et al.* (2007) (4)**	**Khishfe (2008) (5)**	**Yocoubi *et al.* (2010) (6)**
สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์	✓					✓
อัตนัยของนักวิทยาศาสตร์	✓		✓	✓		✓
มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์	✓					

หมายเหตุ: (1) Akerson, Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดของครูประถมศึกษา (2) Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งเปรียบเทียบกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนัยที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 (3) Khishfe and Lederman (2006) เปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอิงเนื้อหาเปรียบเทียบกับไม่อิงเนื้อหา (4) Khishfe and Lederman (2007) ศึกษาความสัมพันธ์ของการสอนแบบอิงบริบทและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (5) Khishfe (2008) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 (6) Yocoubian and BouJaoude (2010) ศึกษาผลของการสอนแบบสะท้อนความคิดร่วมกับกิจกรรมปฏิบัติการแบบสืบเสาะที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนความคิดร่วมกับกิจกรรมปฏิบัติการแบบสืบเสาะที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

✓ หมายถึง ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับในงานวิจัยนี้ ฉันศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็น ได้แก่

1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

3) มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

4) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกที่จะจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ประเด็นในข้างต้น โดยพิจารณาจากกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตารางที่ 1 ที่นักการศึกษาต่างประเทศและสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์ (สสวท.) ของประเทศไทยเอง โดยพบว่า สำหรับกรอบแนวคิดของ สสวท. นั้นได้กล่าวถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น 6 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นโลกเข้าใจได้ ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์เป็นกิจการทางสังคมที่สลับซับซ้อน และวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยี ซึ่งประเด็นทั้งหมดดังกล่าว มีความสอดคล้องกับกรอบที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาของต่างประเทศ อย่างไรก็ดีพบว่า นักการศึกษาและองค์กรของต่างประเทศได้กำหนดกรอบและประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มเติมจากที่ สสวท. กำหนดในหลายๆประเด็น ซึ่งเมื่อฉันพิจารณาร่วมกับผลการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนของฉันพบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้องและเข้าใจบางส่วนในหลายๆประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. ยังไม่ได้มีการเน้นในประเด็นนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากที่ สสวท. ได้กำหนดเพื่อที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้มีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดีในการพิจารณาเลือกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้นอกจากจะพิจารณาจากความสอดคล้องของประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในตารางที่ 1 แล้วยังพิจารณาร่วมกับผลการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังที่กล่าวไปในข้างต้น โดยผลจากการสำรวจพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็น มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นจำนวนมาก และนักเรียนยังมีความเข้าใจบางส่วนจำนวนมากในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน มีเพียงประเด็นเดียวเท่านั้นที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 คือ ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ จากผลการสำรวจจึงแสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังต้องการการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีความถูกต้องเพิ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากขึ้นในทุกๆประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ฉันยังได้พิจารณาผลดังกล่าว ร่วมกับการศึกษาเนื้อหาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว่าเนื้อหาดังกล่าว มีความเหมาะสมที่จะสามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดได้บ้างในการที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากขึ้น ผลจากการพิจารณาทั้ง 3 องค์ประกอบร่วมกัน ได้แก่ ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับ สสวท. กำหนดและนักวิทยาศาสตร์และองค์กรการศึกษาต่างประเทศ ผลการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ทำให้ได้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะศึกษาในงานวิจัยนี้ทั้งสิ้น 5 ประเด็นด้วยกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

หากพิจารณาจากกรอบแนวคิดในตารางที่ 1 จะพบว่า ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเป็นประเด็นที่ทุกๆองค์กรและนักการศึกษา ได้แก่ AAAS (1990), Lederman (2002), NSTA (2003) และ สสวท. (2546) ต่างก็ให้ความสำคัญ ส่วนในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์ประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่หน่วยงานและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้ง AAAS (1990), Lederman (2002) และ NSTA (2003) ต่างก็ให้ความสำคัญกับประเด็นทั้งสองเหมือนกัน สำหรับประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ แม้จะเป็นประเด็นที่มีเพียง Lederman (2002) เท่านั้นที่กล่าวถึง เมื่อพิจารณาข้อมูลดังกล่าว ร่วมกับผลจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา และผลสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ไม่มีนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นดังกล่าวเลย ส่วนในประเด็นอื่นๆนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องจำนวนน้อยมาก นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาร่วมกับเนื้อหาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเด็น สามารถสอดแทรกเข้ากับการสอนเนื้อหาเรื่องดังกล่าวได้ ทำให้ฉันจึงสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ประเด็นข้างต้น

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ พบว่า มีงานวิจัยจำนวนมากที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนวิธีการสอนที่จะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe and Lederman, 2006; Peter, 2012) หรือ พยายามที่จะอธิบายกระบวนการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียน (Khishfe, 2008) อย่างไรก็ดี งานวิจัยในลักษณะนี้ยังมีจำนวนไม่มากนักและผลการวิจัยก็ยังไม่สามารถอธิบายได้ถึงกระบวนการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของนักเรียน สำหรับในประเทศไทยเอง ก็มีงานวิจัยที่ให้ความสนใจและศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเช่นเดียวกัน แต่งานวิจัยของไทยส่วนใหญ่มักเป็นงานวิจัยเชิงสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือครูผู้สอน (สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม, และ อรุณี อิงคากุล, 2548; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551; ทัศนี พุฒนอก, ปรียา บุญญสิริ, และ สุปรียา ตรีวิจิตรเกษม, 2555) แต่ยังมีงานวิจัยของไทยจำนวนไม่มากนักศึกษาการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (กาญจนา มหาลี, 2553; อังคณา ปัทมพงศา, 2555; เบญจพร สาภักดี, 2555) ซึ่งจากผลงานวิจัยทั้งต่างประเทศ และในประเทศไทย มีการศึกษาและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหลายๆ ประเด็น พบว่า มีผลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่สอดคล้องกัน ดังแสดงได้จากตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆ

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	นักวิจัยทางการศึกษา (ปีที่ศึกษา)
1) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น - ไม่สามารถแยกแยะการสังเกตและการลงความเห็นได้ - ไม่สามารถบอกได้ว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตและการลงความเห็น	ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) Khishfe and Lederman (2006) Khishfe (2008)
2) ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี - กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ - กฎมาจากทฤษฎีที่ถูกต้องแล้ว - กฎมีความน่าเชื่อถือกว่าทฤษฎี โดยกฎเป็นความจริงที่พิสูจน์แล้ว แต่ทฤษฎีมาจากการทดลองหลายๆครั้ง	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) อังคณา ปัทมพงศา (2555) McComas (1998) Abd-El-Khalick and Lederman (2000) Akerson, et al. (2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	นักวิจัยทางการศึกษา (ปีที่ศึกษา)
3) มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ - ความรู้วิทยาศาสตร์มาจากการทดลอง - วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ - วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่แน่นอนและตายตัว	กาญจนา มหาลี (2553) ลฎาภา และคณะ (2555) สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) อังคณา ปัทมพงศา (2555)
4) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	Bell, Blair, Crawford and Lederman (2003) Moss and Robb (2001) Yocoubian and BouJaoude (2010)
5) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ - วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเพราะเชื่อในหลักฐานเชิงประจักษ์ - ไม่สามารถบอกได้ว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนอย่างไร	ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) Akerson et al. (2000) Khishfe (2008) Schwartz, Lederman and Crawford (2004)
6) ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548) สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) Khishfe (2008) Yocoubian and BouJaoude (2010

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนในหลายๆประเด็น ซึ่งแต่ละประเด็นก็มีงานวิจัยที่ให้ความสำคัญและศึกษาความเข้าใจของนักเรียน โดยมีรายละเอียดในแต่ละประเด็นต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

จากการศึกษางานวิจัยของต่างประเทศหลายๆงานวิจัย (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe, 2008) ที่ผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ยังขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น โดยนักเรียนไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นได้ และนักเรียนไม่เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตและการลงความเห็น ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe (2008) ที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 จำนวน 18 คน ด้วยการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในประเด็นวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์ในการวัดและติดตามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อน ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น จำนวนมากที่สุด

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกประเด็น อย่างไรก็ดี ผลการวิจัยยังคงชี้ว่าประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น ยังคงเป็นประเด็นที่มีนักเรียนไม่เข้าใจจำนวนมากที่สุด โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานและวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการจำนวนมากเท่าๆกัน ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) และ Khishfe and Lederman (2006) ที่มีนักเรียนไม่เข้าใจในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน สำหรับงานวิจัยของไทย ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) ก็พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเกือบทุกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกต พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นผลจากจากการสังเกตมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศจำนวนมากให้ผลที่สอดคล้องกันว่า ประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีเป็นประเด็นที่ยังมีครูและนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนจำนวนมาก (McComas, 1998; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Akerson *et al*., 2000) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไทยเช่นเดียวกัน (นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส, 2550; สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) โดยนักเรียนมักเข้าใจว่า กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทฤษฎีสามารถพัฒนาเป็นกฎได้เมื่อได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นจริง หรือนักเรียนมีความเข้าใจว่ากฎมีความน่าเชื่อถือมากกว่าทฤษฎี เนื่องจากกฎได้รับการพิสูจน์แล้ว ส่วนทฤษฎีมาจากการทดลองหลายๆครั้ง

ประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

ประเด็นหนึ่งที่ผลจากการศึกษางานวิจัยพบว่า ครูและนักเรียนจำนวนมากยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องคือ ประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552; กาญจนา มหาลี, 2553; ลฎาภา สุทธกูล และคณะ, 2555; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) โดยทั้งครูและนักเรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อนในลักษณะว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีขั้นตอนที่แน่นอนและตายตัว โดยจำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้เท่านั้น เนื่องจากการทำตามขั้นตอนดังกล่าวจะทำให้ความรู้ที่ได้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้อง หรือเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า การทดลองเป็นหนทางเดียวในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

สำหรับในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ ก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่มีงานวิจัยให้ผลสนับสนุนว่าเป็นประเด็นที่นักเรียนยังเข้าใจไม่ถูกต้องจำนวนมาก (Yocoubian and BouJaoude, 2010) รวมไปถึงนักเรียนยังขาดความเข้าใจในกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Moss and Robb, 2001; Bell *et al*, 2003) โดยงานวิจัยของ Bell *et al.* (2003) ให้ผลการวิจัยว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ แต่ยังขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนงานวิจัยของ Moss and Robb (2001) ให้ผลที่คล้ายคลึงกันคือนักเรียนยังขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เช่นเดียวกันแต่นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแง่ของความรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของไทยหลายงานวิจัย (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; ทัศนี พุฒนอก และคณะ, 2555) ที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากกว่าด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551) และ ลฎาภา สุทธกูล และคณะ (2555) ที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูยังขาดความเข้าใจในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน โดยมักเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า สังคมและวัฒนธรรมไม่มีอิทธิพลต่อการหาความรู้วิทยาศาสตร์ หรือสังคมและวัฒนธรรมไม่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

ในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจบางส่วนโดยนักเรียนเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เนื่องจากเชื่อถือในหลักฐานเชิงประจักษ์ (Akerson *et al*., 2000; Schwartz *et al*., 2004; Khishfe, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของไทยที่พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้เพียงบางส่วนเท่านั้น โดยสามารถบอกได้ว่าในการสร้างหรือศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการแต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจน (สุทธิดาและคณะ, 2552) เช่นเดียวกับผลงานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) ที่พบว่า มีนักเรียนจำนวนน้อยมากที่สามารถบอกได้ว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนของการศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในช่วงเริ่มต้นเท่านั้น

ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่นักเรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อนโดยนักเรียนมักเข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008; Yocoubian and BouJaoude, 2010)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่า ทั้งนักเรียนและครูวิทยาศาสตร์ยังคงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ไม่ว่าจะเป็นด้านโลกทัศน์ที่มีนักเรียนจำนวนมากไม่เข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น รวมถึงประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี หรือแม้กระทั่งครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ส่วนในด้านการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์พบว่า ประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่มีนักเรียนไม่เข้าใจค่อนข้างมาก และในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นประเด็นที่นักเรียนยังเข้าใจไม่ถูกต้องไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์เป็นสังคมที่สลับซับซ้อน หรือสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัย พบว่ามีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัยและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง ซึ่งการสอนแต่ละวิธีต่างก็มีงานวิจัยสนับสนุนการสอนและมีลักษณะต่อไปนี้

1. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาเกี่ยวกับประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สอนร่วมกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในบริบทของการพัฒนาวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง อย่างไรก็ดียังไม่สามารถยืนยันประสิทธิภาพของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการนี้อย่างชัดเจนเนื่องจากงานวิจัยจำนวนมากยังให้ผลที่ไม่สอดคล้องกัน(Welch and Walberg, 1972; Lin *et al*., 2010; Kim and Irving, 2010) โดยในงานวิจัยของ Lin *et al*. (2010) ได้มีการพัฒนา Historical Episodes Map (HEM) ที่มีการออกแบบให้เหมาะสมกับหัวข้อที่สอนขึ้นโดยแบ่งเป็น 4 storyline และมีมากกว่า 20 เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับประวัติศาสตร์การค้นพบข้อความรู้วิทยาศาสตร์โดยทำการวิจัยกับนักเรียนเกรด 7 ทั้งหมด 329 คนโดยเป็นนักเรียนมัธยมต้นจากสองโรงเรียน เป็นกลุ่มควบคุม 2 ห้องกับกลุ่มทดลอง 3 ห้องสอน โดยครูคนหนึ่ง อีกโรงเรียนหนึ่งมี 3 กลุ่มควบคุมและ 2 กลุ่มทดลองที่สอนโดยครูอีกคนหนึ่ง โดยทั้งหมดเป็นนักเรียนเกรด 7 ในกลุ่มทดลอง 177 คนกลุ่มควบคุมอีก 152 คนโดยที่กลุ่มควบคุมจะสอนโดยใช้หนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว ในขณะที่กลุ่มทดลองสอนโดยใช้หนังสือเรียนคู่กับ HEM

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และการอภิปรายผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim and Irving (2010) ที่มุ่งสำรวจประสิทธิภาพของการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความรู้ในเนื้อหาเรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง ที่สอนโดยใช้ประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีปกติ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ NTDCM VNOS-C และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อวัดมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและใช้ GTDCM เพื่อประเมินความรู้ในเนื้อหาเรื่องพันธุกรรม (GCK) ซึ่งจะเก็บข้อมูล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และหลังจากการจัดการเรียนการสอนผ่านไปสองเดือน พบว่านักเรียนที่สอนโดยใช้ประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีการพัฒนาความเข้าใจด้านต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนการสอนและความเข้าใจนั้นยังคงอยู่ แม้หลังจากจัดการเรียนการสอนเป็นระยะเวลาสองเดือน ซึ่งมีความเข้าใจลดลงเพียงเล็กน้อยโดยไม่มีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า การสอนประวัติศาสตร์ของการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

แต่อย่างไรก็ตามผลงานวิจัยของ Irwin (2000) และ Din-yan Yip (2006) ให้ผลที่แตกต่างออกไป โดยพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติศาสตร์ของการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนได้เพียงบางประเด็นเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับ Welch and Walberg (1972) ที่พบว่า การสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์เป็นการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ โดยการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการสอนประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นๆ โดยประเด็นที่สามารถสอดแทรกได้มักจะเป็นประเด็นด้านลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการศึกษางานวิจัยจะเห็นว่า รายงานผลการวิจัยของการสอนด้วยวิธีการนี้ ยังไม่เป็นข้อสรุปแน่ชัดว่าสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างชัดเจนและสามารถใช้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์บางเนื้อหาอีกทั้งยังส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางประเด็นเท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัย

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัยเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยจะเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์เช่นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต การทำโครงงาน โดยไม่ได้เน้นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยคาดหวังว่า ผู้เรียนสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ได้มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาอภิปรายในชั้นเรียน (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002, Khishfe, 2008) อย่างไรก็ดี ผลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัยไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008) ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ที่เปรียบเทียบวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัยและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 จำนวน 62 คน ในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยใช้แบบสอบถามที่มีคำถามเป็นลักษณะปลายเปิด และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นเครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ ผลจากการวิจัย พบว่า นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มที่มีการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นนัย ไม่มีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนในกลุ่มที่เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนอย่างชัดแจ้ง ที่มีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกๆประเด็น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัย เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้มีการเน้นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในชั้นเรียน แต่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างที่นักเรียนได้ทำกิจกรรม วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นนี้ คาดหวังให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองหลังจากการทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับการการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะสำคัญและประเด็นต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และได้มีการแลกเปลี่ยนมุมมองระหว่างผู้สอนและผู้เรียนและระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการคิดของตนเอง (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นนัย โดยเชื่อว่านักเรียนไม่สามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยอัตโนมัติ หลังจากการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่จำเป็นต้องมีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาอภิปราย โดยให้นักเรียนได้มีการสะท้อนความเข้าใจและแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยจำนวนมาก สนับสนุนประสิทธิภาพของวิธีการการ สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe, 2002; Khishfe, 2007; Peter, 2012) ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe (2002) และ Peter (2012) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (explicit and reflective inquiry-oriented) เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนัย ซึ่งทั้งสองงานวิจัยต่างก็ใช้วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่างกันตรงที่งานวิจัยของ Peter (2012) ได้นำวิธีการที่เรียกว่า self-regulation คือ ให้นักเรียนได้มีการกำหนดเป้าหมายและการติดตามตนเองจากการทำงานในห้องเรียนผนวกเข้ากับการสอนด้วย โดยทั้งสองงานวิจัยมีความสอดคล้องกัน คือนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องมากขึ้นและมากกว่ากลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนัยที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจากผลงานวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นนัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่มีการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับตัวแปรอื่นๆ เช่น งานวิจัย Khishfe (2012) และ Khishfe (2014) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งของนักเรียนและตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งกับการตัดสินใจของนักเรียนที่มีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนตามลำดับ ซึ่งงานวิจัยเช่นนี้เป็นที่น่าสนใจและยังมีจำนวนไม่มากนัก โดยผลของงานวิจัยดังกล่าวก็สามารถยืนยันประสิทธิภาพของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่มีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผลการวิจัยของต่างประเทศก็ให้ผลที่สอดคล้องกับงานวิจัยของประเทศไทย ที่สนับสนุนประสิทธิภาพของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (กาญจนา มหาลี, 2553; ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2555; อังคณา ปัทมพงศา, 2555)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการใดก็ได้ แต่จะต้องมีการวางแผนกำหนดจุดประสงค์และประเมินผลจากการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Schwartz and Lederman, 2001; Schwartz *et al*., 2004) จากการศึกษางานวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Inquiry-based approach) เป็นวิธีการที่มีงานวิจัยจำนวนมากใช้ควบคู่กับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เช่นผลจากงานวิจัยของ Khishfe (2008) ที่ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 18 คนเป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด 4 ประเด็น ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และการระบุข้อแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น ทั้งก่อน ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่ ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประเด็น ในระหว่างที่มีการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มเข้าใจและเข้าใจบางส่วนเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งหลังจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในบริบทของการสืบเสาะหาความรู้มีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล่าวโดยสรุป การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสะท้อนความคิด คือ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะสำคัญและประเด็นต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยสามารถจัดการเรียนการรู้ในบริบทใดก็ได้ แต่ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายและสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาในข้างต้น ฉันจึงสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดโดยบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาเคมีในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งเป็นวิธีการที่งานวิจัยหลายๆงานวิจัยให้การสนับสนุนว่าสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe, 2002; Khishfe, 2007; Peter, 2012) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด อาจสอนได้ทั้งแบบอิงเนื้อหาและไม่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดีสำหรับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นยังมีงานวิจัยที่เสนอรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรม เทคนิค หรือวิธีการนำเสนออย่างชัดเจนไม่มากนัก (กาญจนา มหาลี, 2553; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555; อังคณา ปัทมพงศา, 2555; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2006; Khishfe, 2008) อย่างไรก็ดี หากพิจารณาโดยภาพรวมในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน พบว่าในประเด็นนี้งานวิจัยส่วนใหญ่มักให้ความสำคัญ โดยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แล้วจึงใช้คำถามเพื่อสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ ตัวอย่างเช่น ชาตรี ฝ่ายคำตา (2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสนอว่าการที่ครูจะสอนประเด็นหลักฐานที่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ต้องมีการใช้คำถามในการให้นักเรียนได้สะท้อนเกี่ยวกับประเด็นหลักฐาน เช่น ในเรื่องการตรวจสอบคุณภาพน้ำ จัดกิจกรรมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ แล้วใช้คำถามกระตุ้น เช่น นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างไร นักเรียนคิดว่าวิธีการที่นักเรียนใช้มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด นักเรียนมีหลักฐานอะไรบ้าง นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการใดบ้างเพื่อให้คนเชื่อถือในผลการสืบเสาะของเขา เป็นต้น หรือในงานวิจัยของ Kishfe and Abd-El-Khalick (2002) ที่มักจะสอดแทรกประเด็นหลักฐานคู่กับประเด็นการสังเกตและการลงความเห็น โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมและอภิปรายถึงหลักฐาน ก่อนจะที่จะนักเรียนจะลงความเห็นข้อมูลจากหลักฐานนั้น ตัวอย่างเช่น สอนเรื่องการถ่ายโอนพลังงาน ในหัวข้อการเผาไหม้ ครูจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาให้นักเรียน ว่า ปริมาณอากาศมีผลต่อการเผาไหม้ของเทียนหรือไม่ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับแจกันที่มีขนาดแตกต่างกัน แต่ได้รับเทียนขนาดที่เท่ากัน โดยที่บางกลุ่มที่สนใจว่าปริมาณอากาศมีผลต่อความยาวของเทียนที่เผาไหม้หรือไม่ บางกลุ่มก็สนใจว่า ปริมาณอากาศที่มีผลต่อความสว่างของเทียน โดยที่ครูจะใช้คำถามในการให้นักเรียนได้สะท้อนประเด็นหลักฐานว่า คุณเห็นว่าอากาศมีความเกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ของเทียนหรือไม่ ถ้าไม่เห็น คุณรู้ได้อย่างไรว่าอากาศเกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ของเทียน เพื่อให้นักเรียนแสดงถึงหลักฐานและการลงความเห็นที่สอดคล้องกับหลักฐาน เป็นต้น

ประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

สำหรับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการจัดกิจกรรมทั้งที่อิงเนื้อหาและไม่อิงเนื้อหา อย่างไรก็ดี การสอนทั้งสองวิธีมีจุดที่เหมือนกัน คือ กิจกรรมที่จัดให้นักเรียนได้ลงมือทำจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทั้งทักษะการสังเกต และการลงความเห็น แล้วจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ของนักเรียนเกรด 6 โดยการให้นักเรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับสืบเสาะหาความรู้แล้วให้นักเรียนสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรม เช่น ในการสอนเรื่องโครงสร้างของสสาร โดยที่กิจกรรมโฟกัสเรื่องโครงสร้างอะตอม ครูจะตั้งปัญหาให้นักเรียนว่า รูปทรงของวัตถุที่นักเรียนมองไม่เห็นมีลักษณะอย่างไร โดยกิจกรรมคือ ครูจะยิงลูกปิงปองผ่านตะแกรงลวดเข้าไปในกล่องขนาดใหญ่ แล้วให้นักเรียนสังเกตลูกปิงปองว่าทะลุผ่านกล่องหรือไม่ แล้วจึงให้นักเรียนลงความเห็นรูปร่างของวัตถุที่อยู่ในกล่อง เพื่อสะท้อนให้นักเรียนเข้าใจว่าการสังเกตเป็นหนทางในการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งรอบๆตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เราซึ่งแตกต่างจากการสังเกต เป็นต้น หรือในงานของ Khishfe (2006) ที่ศึกษาผลการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับการสอนที่ไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง ภาวะโลกร้อน ยกตัวอย่างเช่น หลังการสอนเรื่องแกนน้ำแข็ง ในกลุ่มนักเรียนที่เรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่บูรณาการกับเนื้อหา จะมีการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น ครูจะถามนักเรียนว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถวัดอุณหภูมิของโลกได้โดยตรงหรือไม่ นักเรียนบางกลุ่มตอบว่า สามารถวัดได้โดยตรงโดยการวัดสัดส่วนของไอโซโทปของน้ำและไฮโดรเจนที่จับอยู่ในตัวอย่างแกนน้ำแข็ง ครูจะเน้นว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ตัวอย่างแกนน้ำแข็งจากหลายๆพื้นที่ และเขาใช้ตัวอย่างเหล่านี้ในการอ้างถึงพื้นผิวที่ไม่ใช่ตัวอย่าง ซึ่งการวัดอุณหภูมิขึ้นกับการสังเกต (ตัวอย่างแกนน้ำแข็ง) และการลงความเห็น (พื้นที่ที่ไม่ใช่ตัวอย่างแกนน้ำแข็งโดยตรง) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น เป็นต้น สำหรับงานวิจัยของไทยเอง ก็มีงานวิจัยที่พัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้ เช่นงานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่ไม่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมรอยอะไรเอ่ย ที่ครูนำเสนอภาพคล้ายรอยเดินของสัตว์ 2 ขนาด แล้วให้นักเรียนบรรยายสิ่งที่สังเกตจากภาพและลงความเห็นสิ่งที่เกิดจากการสังเกต แล้วมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น หรือกิจกรรมกล่องดำ ที่ให้นักเรียนสังเกตกล่องดำที่ถูกปิดผนึกไว้ เพื่อลงความเห็นว่ามีอะไรอยู่ในกล่อง เป็นต้น โดยภาพรวมจะเห็นว่าลักษณะสำคัญของการสอนประเด็นนี้คือ ต้องจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสังเกตและการลงความเห็น แล้วจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้จากกิจกรรม

ประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์มักมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยลักษณะกิจกรรมจะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมุ่งให้นักเรียนหาคำตอบที่นักเรียนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การให้นักเรียนเป็นคนสร้างสรรค์วิธีการในการหาคำตอบ หรือการให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสร้างหรือหาคำตอบจากหลักฐานบางส่วนที่มีอยู่ ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe (2008) ที่บูรณาการการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่อง กล้ามเนื้อ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิต โดยครูให้นักเรียนดูไดอะแกรมของกล้ามเนื้อ โดยให้นักเรียนคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และวาดภาพจากไดอะแกรมว่าสัตว์ดังกล่าวน่าจะมีลักษณะอย่างไร ที่อยู่อาศัยและอาหารที่สัตว์นั้นกินเป็นอาหารเป็นอย่างไร แล้วก็จะมีการอภิปรายว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ข้อสรุปดังกล่าวเพื่อเติมเต็มข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างไร ซึ่งเป็นการเน้นในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ อย่างไรก็ดี กิจกรรมดังกล่าวก็ยังสามารถสะท้อนในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน เป็นต้น หรือในงานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) ที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมเรื่อง การพบฟอสซิลที่ยิ่งใหญ่ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รับชิ้นส่วนของกระดูกไดโนเสาร์ครั้งละ 4-5 ภาพ ประมาณ 2-3 ครั้ง แล้วให้นักเรียนคิดว่าไดโนเสาร์มีรูปร่างอย่างไร แล้วจึงมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนถึงการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการลงความเห็นสิ่งที่ศึกษา เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าในงานวิจัยของ อังคณา ปัทมพงศา (2555) ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่บูรณาการเข้ากับการสอนหา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กับเนื้อหาเรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลองและทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีต่อผลการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายถึงผลการทดลองและนำเสนอคำอธิบายของตนเองพร้อมหลักฐานสนับสนุน แล้วจึงให้นักเรียนได้สะท้อนว่า จากการทำกิจกรรมนักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขั้นตอนใดบ้าง

ดังนั้น กิจกรรมในลักษณะของการทดลองที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบและสร้างสรรค์ ตลอดจนนำเสนอผลการทดลอง ก็อาจเป็นลักษณะหนึ่งที่สามารถสอดแทรกให้นักเรียนได้เข้าใจในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการได้

ประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

สำหรับการจัดกิจกรรมเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ๆก็มีงานวิจัยได้กล่าวถึงและให้รายละเอียดไม่มากนัก (กาญจนา มหาลี, 2553; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) โดยการจัดการเรียนรู้ในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ อาจมีการจัดกิจกรรมในลักษณะที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ กาญจนา มหาลี (2553) ที่ได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง สารในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและใช้ทักษะการสังเกต การทดลองเป็นกิจกรรมหลัก เช่น สังเกตและหาสมบัติของสาร การตรวจสอบขนาดของเนื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาร พบว่านักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่านอกจากการทำการทดลองแล้ว ยังสามารถใช้การสำรวจหรือการสังเกตในการได้มาซึ่งข้อความรู้วิทยาศาสตร์ด้วย เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา ปัทมพงศา (2555) ที่แทรกสอดการสอนในประเด็นนี้เข้ากับเนื้อหาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ให้นักเรียนวาดรูปคลอโรพลาสต์ในความคิดของตนเอง แล้วอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง แล้วร่วมกันสืบค้นคำศัพท์ที่ใช้สำหรับการเรียกชื่อตำแหน่งที่ครูกำหนดจากใบงาน และนำเสนอและอธิบายแบบจำลองคลอโรพลาสต์ของตนเอง ครูจึงสอดแทรกคำถามว่า นักเรียนได้ความรู้เรื่องคลอโรพลาสต์มาได้อย่างไร และร่วมกันอภิปรายหลังกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสะท้อนว่า นอกจากการสังเกตโดยใช้เครื่องมือ และการทดลองแล้ว นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากกระบวนการใดอีกบ้าง นอกจากนี้ก็ยังมีการสอดแทรกประเด็นนี้เข้ากับเนื้อหาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยมีลักษณะกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ออกแบบและทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง จากตัวอย่างกิจกรรมในการศึกษางานวิจัยจะเห็นว่า กิจกรรมที่สอดแทรกประเด็นนี้ในงานวิจัยที่ผ่านมา มักเป็นกิจกรรมการทดลองที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง และกิจกรรมที่มีการได้มาซึ่งความรู้ด้วยวิธีการต่างๆที่หลากหลาย นอกจากการทดลอง เช่น กิจกรรมที่ให้นักเรียนสังเกต สำรวจ สร้างแบบจำลอง ในการได้มาซึ่งความรู้ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจในประเด็นนี้ได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ก็ยังมีงานวิจัยที่กล่าวถึงการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นอื่นๆ อย่างไรก็ดี ตัวอย่างเช่น ชาตรี ฝ่ายคำตา (2555) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ อาจมีการยกตัวอย่างเหตุการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แล้วมีการอภิปรายเชื่อมโยงให้นักเรียนได้สะท้อนและเห็นว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร เป็นต้น

จากการศึกษาตัวอย่างการจัดกิจกรรมการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในประเด็นต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า มักเป็นไปลักษณะของการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหรือปฏิบัติกิจกรรม โดยที่กิจกรรมจะต้องสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกได้ โดยที่ครูจะต้องมีการเตรียมคำถามให้นักเรียนได้มีการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นจากกิจกรรมที่ปฏิบัติ โดยลักษณะของคำถามที่ใช้ต้องนำไปสู่การทำให้นักเรียนได้เกิดการสะท้อนความคิด (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555) อย่างไรก็ดีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นก็มีวิธีการนำเสนอที่แตกต่างกัน เช่น ใช้การยกตัวอย่าง การอุปมาอุปมัย แสดงละครวิทยาศาสตร์ การรทดลอง เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการสอดแทรก (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555) นอกจากนี้ยังพบว่าในการบูรณาการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ อาจต้องมีการพิจารณาร่วมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้วย ตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยของ Khishfe (2006) ที่ต้องการเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับการไม่บูรณาการเข้ากับเนื้อหามีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยม โดยเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ เรื่องภาวะโลกร้อน สำหรับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่งานวิจัยนี้ศึกษามีทั้งหมด 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 3) ความรู้วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 4) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และ 5) ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัย โดยมีการยกตัวอย่างว่าในแต่ละประเด็นว่ามีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง ภาวะโลกร้อน อย่างไร เช่น ในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ มุ่งให้นักเรียนเข้าใจว่า การวิเคราะห์ข้อความรู้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า เช่น ทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์คิดเกี่ยวกับ ภาวะโลกร้อน อาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์ค้นพบหลักฐานมากขึ้น หรือถ้านักวิทยาศาสตร์ตีความใหม่อีกครั้งในหลักฐานที่มีอยู่แต่ในมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม หรือในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัย คือต้องการให้นักเรียนเข้าใจว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะทำการตีความและสรุปข้อมูลโดยไม่มีอิทธิพลของความลำเอียง ความรู้และประสบการณ์เดิม และปัจจัยทางสังคม เช่น นักวิทยาศาสตร์สองคน อาจจะลงความเห็นแตกต่างกัน แม้จะทำการสังเกตสิ่งๆเดียวกันเกี่ยวกับ ภาวะโลกร้อน เป็นต้น โดยจากการศึกษางานวิจัยนี้ พบว่าผู้วิจัยมักมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ในเรื่องโลกร้อน ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็น แสดงให้เห็นว่า ในการที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งจะต้องมีการพิจารณาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย โดยที่เนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นต้องสามารสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่สอดแทรกได้

กล่าวโดยสรุปคือ ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นมีวิธีการนำเสนอการสอนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอดแทรก โดยในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่แตกต่างกัน ก็อาจมีวิธีการนำเสนอที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ดี ควรมีการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือสืบเสาะและปฏิบัติด้วยตนเอง โดยที่ครูมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้มีการสะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ในการที่จะสอดแทรกการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นจะต้องพิจารณาว่าประเด็นนั้นมีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอนด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การเลือกใช้เครื่องมือในการวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงและน่าเชื่อถือ อันจะทำให้ผลการวิจัยนั้นถูกต้อง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ในระยะแรกจะใช้เครื่องมือในลักษณะของ paper and pencil test เช่น Nature of science Test (Billeh and Hasan, 1975), Conception of scientific theories Test (Cotham and Smith, 1981) ซึ่งเครื่องมือจะมีหลายรูปแบบ เช่น การเลือกตอบว่าเห็นด้วย/ไม่เห็นด้วยหรือมีลักษณะเป็นหลายตัวเลือก (multiple choice) หรือมีลักษณะเป็นข้อความให้แสดงความคิดเห็นได้หลายระดับ (Likert-type) แต่เครื่องมือชนิดนี้ก็ยังมีข้อจำกัด (Lederman, 2002) ในด้านที่ไม่สามารถบอกในรายละเอียดได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เนื่องจากไม่ได้ให้ผู้ตอบแสดงเหตุผลประกอบในการเลือกตอบ อีกทั้งในกระบวนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทำโดยผู้วิจัยเอง ดังนั้นจึงยังเป็นที่สงสัยเกี่ยวกับความตรงของเครื่องมือ นอกจากนี้ยังไม่สามารถให้ข้อมูลในเชิงลึก เพื่อที่จะใช้อธิบายความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ดีเครื่องมือชนิดนี้สามารถที่จะประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครอบคลุมทุกประเด็น และเพื่อแก้ไขข้อจำกัดในการใช้เครื่องมือแบบ paper and pencil test นักการศึกษาจึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือขึ้นใหม่ ในลักษณะของแบบสอบถามที่เป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ดีข้อจำกัดของเครื่องมือในลักษณะนี้ คือ ผู้ทำการทดสอบต้องมีทักษะในการอ่านและเขียนเป็นอย่างดีซึ่งแบบสอบถามในลักษณะคำถามปลายเปิดที่นิยมใช้ ได้แก่ VNOS ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form A)

เป็นเครื่องมือที่ Lederman and O'Malley (1990) ปรับปรุงมาจาก VOSTS พัฒนาขึ้นเพื่อที่จะแก้ไขข้อจำกัดของเครื่องมือแบบ paper and pencil Test โดยมีลักษณะเป็นแบบสอบถามที่ประกอบด้วยคำถาม 7 ข้อ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองต่อไปนี้คือ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ และความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี โดยมักใช้แบบสอบถามนี้คู่กับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลในเชิงลึก แต่อย่างไรก็ดีพบว่าคำถามข้อ 3 และข้อ 7 ยังไม่ถูกต้องและสมบูรณ์ อันเนื่องจากข้อคำถามยังคลุมเครือ ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามไม่สามารถตีความหมายของคำถามได้ถูกต้องโดยปราศจากการสัมภาษณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form B)

เป็นเครื่องมือที่ Abd-El-Khalick *et al*. (1998) ได้ปรับปรุงมาจาก VNOS-Form A เพื่อประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูฝึกสอนระดับมัธยมศึกษา (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) ครูฝึกสอนระดับประถมศึกษา (Akerson *et al*., 2000; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) โดยครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองด้านความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ ความแตกต่างระหว่างกฎกับทฤษฎี ทั้งนี้จะใช้แบบสอบถามคู่กับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึก

View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form C)

เป็นแบบสอบถามที่ปรับปรุงมาจาก VNOS-B โดย Abd-El-Khalick (1998) เนื่องจากพบว่ามีข้อคำถามบางข้อที่ยังไม่สามารถสรุปได้ ในแบบสอบถามนี้จึงได้มีการขยายความให้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Lederman, 2002) โดยได้นำคำถามข้อ 3 มาใช้และปรับปรุงคำถามในข้อ 1,2,5 และ 7 และเพิ่มข้อคำถามใหม่ 5 ข้อรวมเป็น 10 ข้อโดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเป็นผู้ตรวจสอบ face validity และ content validity ซึ่งประกอบไปด้วยนักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักประวัติศาสตร์ศึกษาและนักตรวจสอบวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจาก VNOS-A และ VNOS-B ในด้านสังคมและวัฒนธรรมที่สอดแทรกอยู่ในวิทยาศาสตร์ และการดำรงอยู่ของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบสอบถามนี้จะใช้สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี นักเรียนระดับวิทยาลัยครูฝึกสอนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พบว่าผลจากการตีความแบบสอบถามและผลจากการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นถึงความตรงของเครื่องมือ อย่างไรก็ดีในบางข้อคำถามก็ยังไม่ชัดเจนในมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมินมากนัก เนื่องจากข้อคำถามข้อหนึ่งๆสามารถวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้หลายมุมมอง

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนนั้นมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบแต่ละประเภทก็มีข้อเด่นและด้อยแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ต้องเลือกใช้เครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์ของงานวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง เพื่อที่จะได้เก็บข้อมูลที่ละเอียดและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยในงานวิจัยนี้ฉันเลือกใช้แบบสอบถามที่ปรับปรุงมาจาก VNOS-C เนื่องจากเครื่องมือนี้มีความตรงและมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งยังสามารถวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครอบคลุมทุกประเด็น อย่างไรก็ดี ฉันได้ปรับปรุงข้อคำถามจาก VNOS-C ในบางข้อคำถามให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเคมีและนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมากยิ่งขึ้น โดยหากพิจารณาข้อคำถามใน VNOS-C จะพบว่าในหนึ่งข้อสามารถที่จะวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้หลายประเด็น ซึ่งอาจส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตีความข้อคำถามได้อย่างถูกต้องหรือไม่สามารถตอบคำถามได้ครบทุกประเด็นในคำถามเดียว ทั้งที่จริงๆแล้วนักเรียนอาจจะมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นถูกต้องก็เป็นได้ ฉันจึงได้ปรับปรุงให้หนึ่งข้อคำถาม วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงหนึ่งประเด็น แต่มีข้อคำถามที่วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นมากกว่าหนึ่งข้อ เพื่อเป็นการยืนยันว่านักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นๆอย่างแท้จริงและได้สร้างข้อคำถามบางข้อให้อยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเคมี เพื่อให้ข้อคำถามมีความจำเพาะและสอดคล้องกับวิชาเคมีมากยิ่งขึ้นโดยฉันจะใช้แบบสอบถามนี้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น เพื่อตอบคำถามว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อฉันจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการในข้างต้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย บรรยาย ยกตัวอย่างแสดงเหตุผลและตอบคำถามเกี่ยวลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ได้ ใน 5 ประเด็นต่อไปนี้ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 4) ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี และ 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเด็นนี้ของนักเรียนจากการตอบคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การจัดเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สะท้อนและแสดงความคิดเห็นใน 5 ประเด็นต่อไปนี้ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 4) ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี และ 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ผ่านการให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์โดยการปฏิบัติและลงมือทำด้วยตนเอง และเรียนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็นที่ผนวกเข้ากับการสอนเนื้อหาเคมีในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว

ขอบเขตการวิจัย

1. บริบทผู้วิจัยและโรงเรียน
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. รูปแบบของงานวิจัย
4. แผนการจัดการเรียนรู้
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

บริบทผู้วิจัยและโรงเรียน

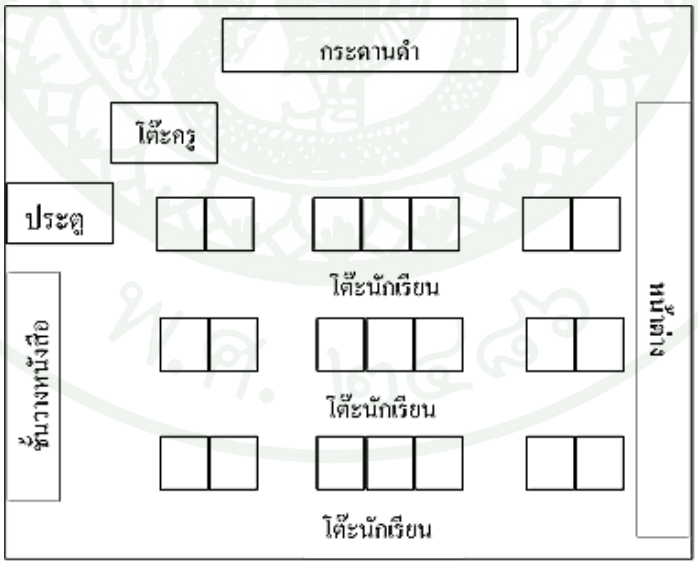
ฉันเป็นนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในรายวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 (นนทบุรี-พระนครศรีอยุธยา) กระทรวงศึกษาธิการ โรงเรียนแห่งนี้เปิดสอนมาแล้วถึง 110 ปี มีนักเรียนทั้งหมดกว่า 3,000 คน มีพื้นที่จำนวน 23 ไร่ 7 ตารางวา 9 ตารางเมตร ประกอบด้วย อาคารเรียน 4 หลัง ศูนย์กีฬา 1 หลัง มีอาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 ชั้น อาคารกีฬาเอนกประสงค์ 1 หลัง อาคารศิลปะ 1 หลัง อาคารเรียนกึ่งถาวรและสระว่ายน้ำ โดยแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน ได้แก่ ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการเคมี ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สวนพฤกษศาสตร์ ภายในโรงเรียน โรงเรียนตั้งอยู่ในเขตชุมชน โดยอยู่ใกล้กับตลาดสด ห้างสรรพสินค้าและวัด โรงเรียนมีการเปิดสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพนั้น ฉันจะต้องฝึกประสบการณ์ที่โรงเรียนแห่งนี้เป็นระยะเวลา 1 ปีการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวน 2 ภาคเรียน โดยปฏิบัติการสอนรายวิชาเคมีกับนักเรียนห้องวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ทั้งหมด จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ห้องเรียนปกติ 2 ห้อง และห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ 1 ห้อง ในงานวิจัยนี้ ฉันทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวในข้างต้น

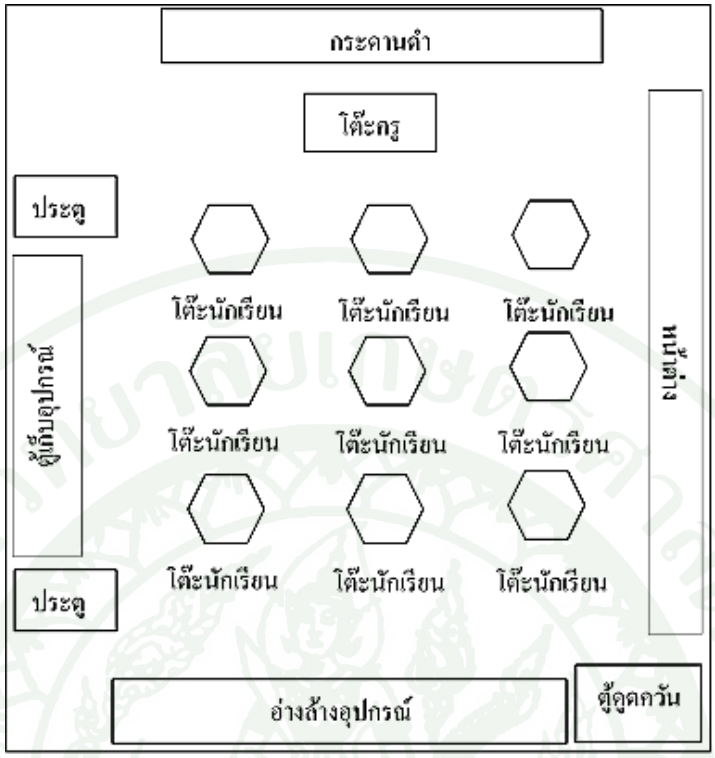
สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีนั้นมีจำนวน 2 ห้องเรียน โดยห้องเรียนแรกเป็นห้องเรียนประจำของนักเรียน ตั้งอยู่ชั้น 7 ซึ่งเป็นชั้นสูงที่สุดของอาคารเรียนภายในห้องเรียนมีสื่อและเครื่องอำนวยความสะดวกในการสอน ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต เครื่องโปรเจคเตอร์ ลำโพง และมีเครื่องปรับอากาศ โดยนักเรียนจะมีที่นั่งประจำของตนเอง ห้องเรียนนี้จะใช้สอนเมื่อจัดกิจกรรมโดยทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 1 แต่ถ้าคาบเรียนใดที่มีการปฏิบัติการหรือการทดลองจะเรียนในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งมีเครื่องอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์โดยทั่วไปเหมือนกับห้องเรียนปกติต่างกันตรงที่ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่มีเครื่องปรับอากาศและโต๊ะเรียนมีลักษณะเป็นโต๊ะ 8 เหลี่ยมจำนวน 9 โต๊ะ ซึ่งการจัดโต๊ะในลักษณะดังกล่าว อำนวยต่อการทำงานเป็นกลุ่มได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังมีตู้เก็บของและสารเคมีรวมไปถึงมีตู้ดูดควันอีกด้วย โดยห้องปฏิบัติการเคมีนี้ตั้งอยู่บนชั้น 4 ของอาคารเรียน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ห้องเรียนประจำของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ห้องปฏิบัติการเคมี

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 21 คน เป็นนักเรียนชาย 7 คน และนักเรียนหญิง 14 คนที่เรียนรายวิชาเคมีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยนักเรียนห้องเรียนพิเศษทุกคนผ่านการสอบคัดเลือกเข้าห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบกลางของโรงเรียนที่มีห้องเรียนพิเศษภาคกลางตอนล่าง นักเรียนทุกคนมีผลการเรียนเฉลี่ยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่ต่ำกว่า 3.00 ในทุกรายวิชา โดยมีนักเรียนที่ผ่านการสอบของมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) จำนวน 2 คน และเป็นนักเรียนที่ได้รับทุนเรียนดีของโรงเรียนอีก 2 คน นอกจากนี้ในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์จะต้องจ่ายค่าเล่าเรียนมากกว่าห้องปกติ ซึ่งพื้นฐานครอบครัวของนักเรียนทุกคนให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายและการเรียนอย่างเต็มที่ นักเรียนส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดอาศัยอยู่ละแวกไม่ไกลจากโรงเรียนมากนัก จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นกลุ่มและรายบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมและนักเรียนก็มีเจตคติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และชอบที่จะทำกิจกรรมในการเรียนมากกว่าการเรียนแบบบรรยาย อย่างไรก็ดีผลจากการทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วนและไม่เข้าใจเกือบทุกประเด็น โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎกับทฤษฎี ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ มีเพียงประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เท่านั้นที่มีนักเรียนเข้าใจถูกต้องเกินร้อยละ 50 ดังนั้นจะเห็นว่าควรส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกๆประเด็น ทำให้ฉันสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนนี้

รูปแบบการวิจัย

การทำวิจัยในครั้งนี้เริ่มต้นจากการที่ฉันได้มาสังเกตการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรีแล้วพบว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ไม่ได้มีการเน้นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยเป็นการเน้นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เนื่องจากการรู้และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ฉันจึงสนใจที่จะศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ฉันต้องฝึกประสบการวิชาชีพ โดยการให้นักเรียนทำแบบวัดเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และประเด็นมายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มากที่สุดตามลำดับ ทำให้ฉันสนใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตัวเองเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบทเรียน โดยฉันเลือกใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในบทเรียนเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ในงานวิจัยนี้ ฉันเลือกดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเองตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart (1998) ที่มีกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นตอนการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นการสังเกต (Observe) 4) ขั้นการสะท้อน (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะมีดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรเรียกว่าวงจร PAOR โดย P (Plan) A (Action) O (Observation) และ R (Reflection) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นการวางแผน (Plan)

เป็นขั้นตอนที่ฉันวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของฉันเมื่อจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลายประเด็นด้วยกัน ซึ่งสาเหตุของปัญหาส่วนหนึ่ง มาจากการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ได้เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ฉันได้วางแผนเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตนเองเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยการบูรณาการการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่าง ชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดร่วมกับการสอนเนื้อหาในรายวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งและนำเอาข้อความรู้ที่ได้จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้มาปรับปรุงและวางแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

ขั้นการปฏิบัติตามแผน (Action)

เป็นขั้นตอนที่ฉันนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้มาปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนจริง โดยในขั้นนี้จะมีการบันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนการสอนของตนเองเพื่อเก็บข้อมูลได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ฉันสามารถสังเกตการสอนของตนเองและพฤติกรรมของนักเรียนทั้งห้องระหว่างจัดการเรียนการสอนทำให้สามารถสะท้อนและวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการสอนของตนเองได้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นการสังเกต (Observation)

เป็นขั้นตอนที่เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆจากเครื่องมือเพื่อตอบคำถามวิจัยทั้งสองข้อ โดยการสังเกตการจัดการเรียนการสอนของตนเองและพฤติกรรมของนักเรียนขณะและหลังการจัดการเรียนการสอน และบันทึกผลหลังจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และรวบรวมข้อมูลที่ได้จากวีดิทัศน์บันทึกการสอนและการสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคล เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือข้อความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้และนำไปสู่การตอบคำถามงานวิจัยของฉัน

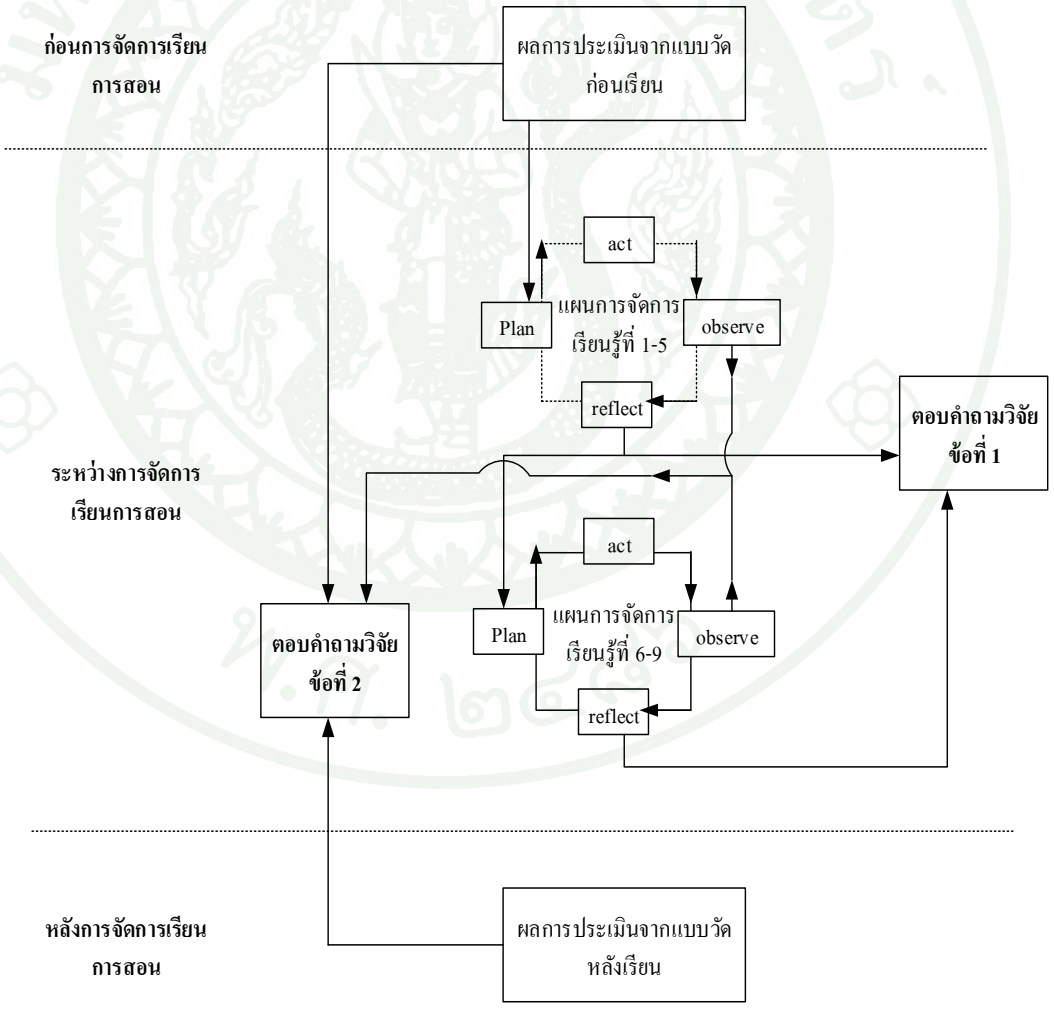
ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection)

เป็นขั้นตอนที่ฉันนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดหลังจากปฏิบัติการสอนในแต่ละครั้งจากการสังเกตการสอนของตนเอง การบันทึกวีดิทัศน์และการสัมภาษณ์นักเรียนมาวิเคราะห์และเขียนสะท้อนผลที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ลงในบันทึกสะท้อนความคิดโดยครอบคลุมประเด็นดังต่อไปนี้ คือ ลักษณะการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ผลของการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว แนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการสอนในแต่ละครั้งเพื่อให้ได้ข้อความรู้หรือข้อค้นพบที่จะนำไปใช้ในการวางแผนและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อไป

ในการวิจัยนี้ ฉันได้วัดเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด ในการวิจัยนี้จะดำเนินการเป็นไปตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบ PAOR สองวงจรต่อเนื่องกัน ซึ่งในแต่ละวงจรจะดำเนินไปตามแผนการเรียนรู้ 5 และ 4 แผนตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 9 แผน จำนวน 13 คาบเรียน โดยสามารถแสดงวิธีดำเนินการวิจัยตามวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉันได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาว และแผนการเรียนรู้ในแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในบทเรียน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อปรับปรุงการสอนของตนเองอันจะนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สำหรับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 9 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น 4) มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และ 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ รวมทั้งหมด 13 คาบเรียน คาบละ 55 นาที โดยในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน จะพิจารณาจากเนื้อหาในแต่ละหัวข้อในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เป็นหลัก ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหานั้น ว่ามีลักษณะเนื้อหาและกิจกรรมเป็นอย่างไร โดยพิจารณาจากกรอบการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ศึกษาจากงานวิจัยดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้วจึงพิจารณาว่าลักษณะดังกล่าวสามารถที่จะสอดแทรกเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดได้บ้าง ยกตัวอย่างเช่น ในเนื้อหาที่มีการทดลอง เช่น เรื่อง ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA หรือในเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ซึ่งในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำการทดลอง นักเรียนจะได้มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ รวมไปถึงได้มีการสังเกตและลงความเห็นข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อดังกล่าว ก็สามารถที่จะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการได้ เป็นต้น หรือในเรื่อง ปฏิกิริยาของธาตุนิวเคลียร์ ซึ่งมีเนื้อหาในเรื่อง ปฏิกิริยาฟิชชัน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเรื่อง การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพื่อเป็นประเด็นให้นักเรียนได้มีการอภิปรายได้ และสามารถนำไปสู่การสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ได้ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 แผน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						จำนวนคาบเรียน
	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	โลกเป็นเรื่องที่เข้าใจได้	วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น	มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์	ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมและวัฒนธรรม	
1. สมบัติของสารประกอบตามคาบ	*	*					1
2. ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA	*		*	*	*		2
3. ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA	*		*	*	*		1
4. สมบัติของสารประกอบแทรนซิชัน	*	*	*	*	*		2
5. สมบัติของสารประกอบเชิงซ้อน	*	*	*	*	*		1
6. ธาตุกัมมันตรังสี	*	*			*		2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						จำนวนคาบเรียน
	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	โลกเป็นเรื่องที่เข้าใจได้	วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น	มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์	ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมและวัฒนธรรม	
7. ครึ่งชีวิต	*	*					1
8. ปฏิกิริยานิวเคลียร์						*	2
9. การทำนายตำแหน่งและสมบัติของธาตุ	*	*					1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ที่ว่า “ ฉันจะจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ อย่างไร เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ฉันใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

1) อนุทินหลังการจัดการเรียนการสอน

เป็นการบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนแล้วสะท้อนว่าผลจากการจัดกิจกรรมเป็นอย่างไร มีจุดเด่นหรือจุดด้อยอย่างไร มีแนวทางหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและแก้ไขอย่างไร โดยข้อมูลที่ได้นี้จะใช้ในการปรับปรุงและวางแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อๆไปให้ดียิ่งขึ้นและเป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในการตอบคำถามข้อนี้โดยสรุปจากข้อความรู้หรือข้อค้นพบที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนแล้วสรุปเป็นข้อค้นพบโดยภาพรวมเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการดังกล่าว โดยมีอนุทินจำนวน 8 อนุทิน

2) อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

เป็นการบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้หลังการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง ว่านักเรียนมีการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนและประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร ตลอดจนปัญหา ข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของครู โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการสะท้อนและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป

ในการตอบคำถามข้อที่ 2 ที่ว่า “ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ” ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

1) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สำหรับก่อนการจัดการเรียนรู้ฉันใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 10 ข้อ โดยปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อคำถามโดยสร้างเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาเคมีเพื่อให้มีความจำเพาะมากยิ่งขึ้นและปรับปรุงบางข้อคำถามจาก VNOS-C โดยแบบสอบถามครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ คือ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ 2) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 3) วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 4) มายาคติของขั้นตอนแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ 6) ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี 7) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น โดยจะให้นักเรียนทำแบบสอบถามนี้ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นมากน้อยเพียงใด

สำหรับหลังการจัดการเรียนรู้ ฉันได้ปรับปรุงแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง โดยมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบวัดก่อนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 9 ข้อ ที่ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ฉันสอดแทรกในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ทั้งหมด 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 4) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอีกครั้งหนึ่งหลังการจัดการเรียนรู้ว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

การสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ VNOS-C และตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และศึกษาเนื้อหา เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

2) สร้างข้อคำถามโดยสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมีที่สามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการวัด และดัดแปลงบางข้อคำถามจาก VNOS-C แต่ปรับให้หนึ่งข้อคำถาม สามารถวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงหนึ่งประเด็นเท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเคมีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของข้อคำถาม ความถูกต้องของภาษาและนำแบบวัดมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะอีกครั้งหนึ่ง

4) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

ตารางที่ 5 ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดและจำนวนข้อคำถามแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แนวคิดหลัก	จำนวนข้อคำถาม	ข้อที่
วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นพลวัต ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความจริงทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าจะมีความคงทนและน่าเชื่อถือ แต่ก็อาจจะยังมีความไม่แน่นอน และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการค้นพบหลักฐานหรือข้อมูล ที่บ่งชี้ถึงความเป็นไปได้มากกว่าด้วยวิธีการหรือเทคโนโลยีที่ก้าวล้ำกว่าเดิม	2	1.1 และ 2.1
วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	ความรู้วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น	3	1.3 2.2 และ 3
วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของนัก วิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นจากตัวนักวิทยาศาสตร์เอง ซึ่งเป็นสิ่งเฉพาะตัวของแต่ละคน นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังใช้จินตนาการ	1	1.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แนวคิดหลัก	จำนวนข้อคำถาม	ข้อที่
	และความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายหลักฐานหรือสิ่งต่างๆให้เกิดความหมาย ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถาม การออกแบบการหาคำตอบ การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งที่ค้นพบ		
มายาคติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว โดยนักวิทยาศาสตร์เองก็ไม่ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตอนตามลำดับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในความเป็นจริงแล้วกระบวนการทำงาน หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีการย้อนกลับไปกลับมาข้ามขั้นตอน หรือทำซ้ำ นอกจากนี้วิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้มีเพียงกระบวนการทำการทดลองเท่านั้น แต่อาจจะได้มาจากการสำรวจ การสังเกต การวัด การเปรียบเทียบ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การเสนอโมเดลความคิด หรือแม้กระทั่งการค้นพบโดยบังเอิญ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการเพียงอย่างเดียวก็อาจจะไม่สามารถให้คำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้เช่นกัน	2	2.4 และ 2.5
ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น	วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็น ซึ่งทั้งสองสิ่งต่างเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และมีความหมายที่แตกต่างกัน โดยการสังเกตเป็นการรับรู้ผ่านทางประสาทสัมผัสของมนุษย์หรือเครื่องมือ ส่วนการลงความเห็น เป็นการแปลความหมายหรือลงข้อสรุปจากการสังเกตเหล่านั้น	1	4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แนวคิดหลัก	จำนวนข้อคำถาม	ข้อที่
ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี	กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน กฎเป็นข้อสรุปทั่วไปที่อธิบายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้ในธรรมชาติ ในขณะที่ทฤษฎีเป็นคำอธิบายกลไกที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นๆหรืออธิบายกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นๆในธรรมชาติและยังมีอำนาจในการทำนายปรากฏการณ์ด้วย	1	5
สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมต่างๆของวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมา จึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสมาชิกอยู่ เช่น อิทธิพลจากปัจจัยจากเศรษฐกิจและสังคม การเมือง ปรัชญาและศาสนา โดยปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา วิธีการศึกษา การตีความ และผลการศึกษาที่เป็นที่ยอมรับ	1	2.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดในแบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 7 ประเด็น ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 10 ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด โดยตัวอย่างของลักษณะข้อคำถามแสดงได้ดังตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ตัวอย่างคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

คำถาม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
1.จากประวัติการค้นพบและพัฒนาแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน จนกระทั่งนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจนได้ข้อมูลที่จะเชื่อว่าอิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค มีขนาดเล็กมากและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม โดยมีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสได้บางบริเวณเท่านั้น ในปัจจุบันมีการใช้แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกนี้ในการอธิบายสมบัติต่างๆของอะตอมอย่างกว้างขวาง	
1.1 นักเรียนคิดว่าข้อความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันหรือไม่ เพราะเหตุใด	ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้
1.2. นักเรียนคิดว่าในการสร้างและพัฒนาข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ	วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ
1.3. ถ้าหากมีการเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่ นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอะตอมนั้นจะสามารถเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปได้หรือไม่ อย่างไร	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน
2. โคบอลต์-60 เป็นธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งซึ่งนักวิทยาศาสตร์พบว่าสามารถนำมาใช้เพื่อรักษาโรคมะเร็งบริเวณต่างๆในร่างกายหลายชนิด มีทั้งแบบฝังเข้าไปในบริเวณที่เป็นมะเร็ง และแบบฉายรังสีแกมมาจากภายนอกบริเวณที่เป็นมะเร็งนอกจากนี้ก็มีการนำธาตุกัมมันตรังสีอื่นๆมาใช้ในทางการแพทย์อีกด้วย	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

คำถาม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
2.3 นักเรียนคิดว่าปัจจัยด้านสังคม วัฒนธรรม เทคโนโลยี มีอิทธิพลต่อการวิจัยเพื่อพัฒนากัมมันตรังสีในด้านการแพทย์ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์
2.4 นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์
2.5 นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับความคิดที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง อย่างไร จงอธิบาย	มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์
4. นักเรียนคิดว่าการสังเกตและการลงความเห็นทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ	ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น
5. นักเรียนคิดว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ	ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี

จากตารางแสดงให้เห็นตัวอย่างของข้อคำถามที่ใช้ในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 7 ประเด็น โดยข้อคำถามจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและในหนึ่งข้อคำถามย่อยจะวัดความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนเพียงหนึ่งประเด็นเท่านั้น เช่น ในข้อคำถามที่ 1 เป็นการยกสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมี เรื่องโครงสร้างอะตอม แล้วจึงใช้คำถามจากสถานการณ์นี้ วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลง วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการได้ และวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ในข้อคำถามย่อยที่ 1.1 1.2 และ 1.3 ตามลำดับ ส่วนคำถามในข้อที่ 2 เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี แล้วจึงใช้คำถามจากสถานการณ์นี้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามย่อยที่ 2.3 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ อย่างไรก็ดี ในบางข้อคำถามก็ไม่ได้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมี แต่เป็นคำถามที่วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยที่ไม่อิงเนื้อหา เช่น คำถามข้อที่ 4 และ 5 ที่วัดความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี เป็นต้น

2) การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

เป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ปรากฏในแบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยจะเลือกทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบคำถามในแบบสอบถามไม่ชัดเจนเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในเชิงลึก โดยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือขยายคำตอบเพิ่มเติม เพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลให้ตรงกับความเป็นจริงกับแบบสอบถามมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างคำถามในการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแสดงได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวอย่างข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**คำถาม**
วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ ถ้าใช้/ ใช้ในขั้นตอนใดบ้าง (ก่อน ระหว่างและหลังเก็บข้อมูล) ใช้ในแต่ละขั้นตอนอย่างไร อธิบายพร้อมยกตัวอย่าง
มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์	- ขั้นตอนในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง (ตั้งปัญหา สมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง) - นักเรียนคิดว่าลำดับขั้นตอนดังกล่าวต้องเป็นเช่นนี้เสมอไปหรือไม่ อย่างไร อธิบาย - วิธีการในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง (ทำการทดลอง) /ความรู้วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำถาม
	- จำเป็นต้องมาจากการทดลองเสมอหรือไม่ อย่างไร (ไม่จำเป็น) /มีวิธีการใดอีกบ้าง อธิบายพร้อมยกตัวอย่าง

3) อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

เป็นการให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังจากการเรียนการสอนว่ามีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใด อย่างไร และสิ่งใดทำให้เกิดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยนำมาเป็นข้อมูลหลักในการใช้อธิบายว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร

วิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามข้อที่ 1

ฉันเก็บข้อมูลโดยการบันทึกสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนการสอนของตนเองตามกรอบที่วางไว้เป็นหลัก แล้วพิจารณาร่วมกับอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย (Inductive analysis) โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ขั้นที่ 1 อ่านบันทึกหลังการสอนของตนเองอย่างละเอียดในประเด็นปัญหาที่พบแนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนที่จัดการเรียนรู้

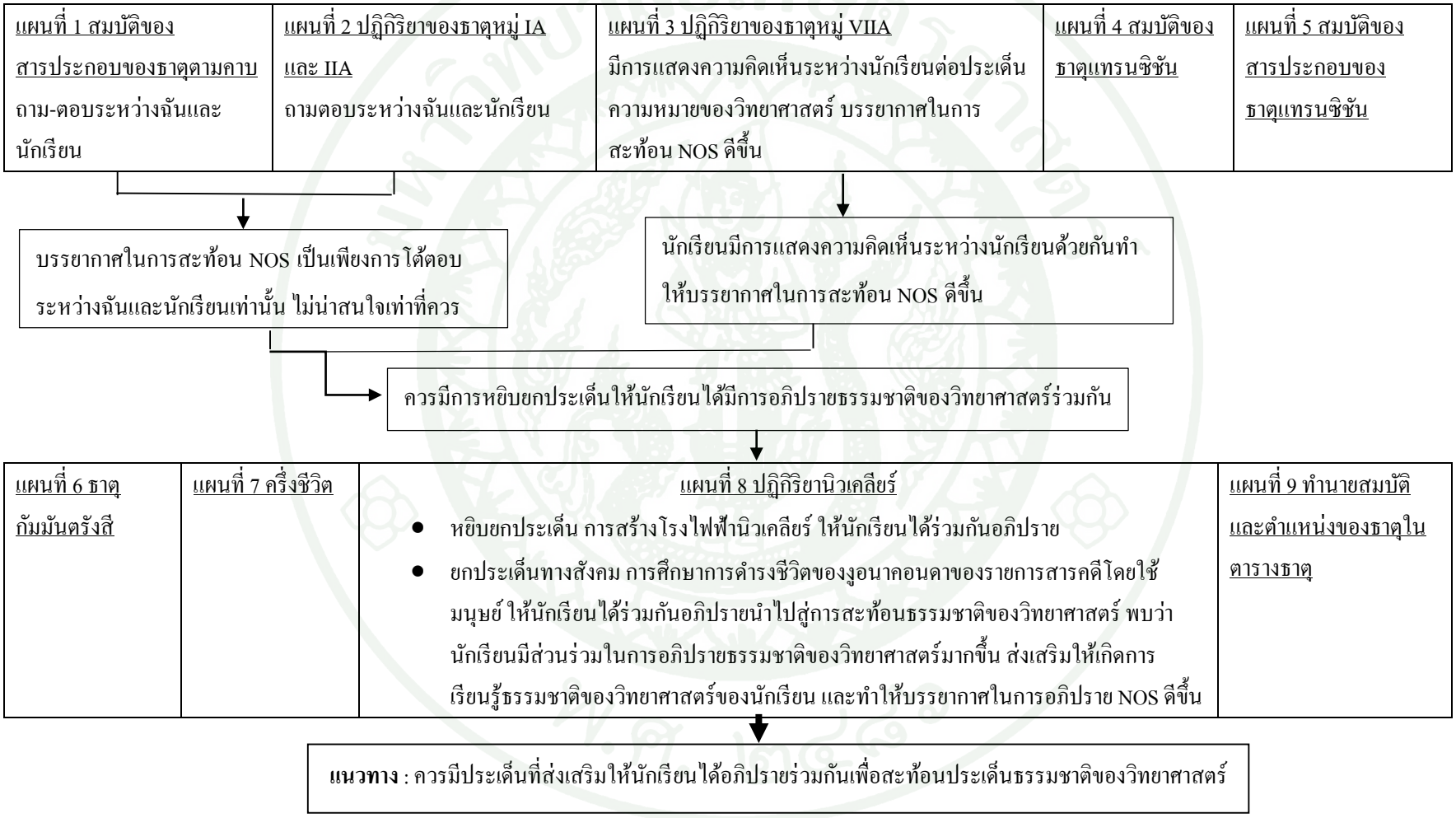
ขั้นที่ 2 จำแนกปัญหาที่พบ แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยนำประเด็นที่พบเหมือนๆกันในแต่ละครั้งที่จัดการเรียนรู้มาจัดกลุ่ม และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นรวมไปถึงหาแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา หลังจากการปฏิบัติการตามวงจร PAOR ครั้งที่ 1 แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการสอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 นำองค์ความรู้ที่ได้จากวงจรแรก ไปใช้ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

ขั้นที่ 4 อ่านองค์ความรู้จากการปฏิบัติการสอนทั้งหมดอย่างละเอียด เพื่อหารูปแบบหรือข้อค้นว่าในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการดังกล่าวควรมีแนวทางเป็นอย่างไรหรือมีข้อเสนอแนะอย่างไร จึงจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ตัวอย่างของการวิเคราะห์แนวทางที่ค้นพบเพื่อตอบคำถามข้อที่ 1 แสดงได้ดังภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 ตัวอย่างของการวิเคราะห์แนวทางที่ค้นพบเพื่อตอบคำถามข้อที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพแสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยควรมีประเด็นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแนวทางนี้ได้จากการที่ฉันวิเคราะห์อนุทินหลังการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 และ 2 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบและปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ตามลำดับ พบว่า การสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นไปในลักษณะการถาม-ตอบระหว่างฉันและนักเรียน ทำให้ไม่สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใดและนักเรียนเกิดการเรียนรู้หลังจากที่มีการอภิปรายหรือไม่ จนกระทั่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA มีประเด็นที่ทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันในเรื่อง ความหมายของวิทยาศาสตร์และความเหมือนและความต่างของวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ทำให้บรรยากาศในการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสอนในแผนที่ 1 และ 2 คือนักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายมากยิ่งขึ้น มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน ทำให้บรรยากาศในการชั้นเรียนดียิ่งขึ้น

จากการวิเคราะห์อนุทินหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 2 และ 3 ในวงจร PAOR แรก ทำให้ได้ข้อความรู้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ควรมีประเด็นที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันและนำไปสู่การสะท้อนความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ในวงจร PAOR ที่สอง ฉันวางแผนให้นักเรียนได้แสดงบทบาทสมมติและแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อประเด็นทางสังคมในหัวข้อ การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และมีการหยิบยกประเด็นทางสังคมเรื่องการศึกษาการดำรงชีวิตของงูอนาคอนดาของรายการสารคดีที่ใช้มนุษย์เข้าไปศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย อันนำไปสู่การpสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลในการกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและวิธีการในการศึกษาหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ จากการอ่านอนุทินหลังการจัดการเรียนรู้ที่ 8 พบว่าในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยมีการแลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่หยิบยกขึ้น อันนำไปสู่การสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและส่งเสริมให้บรรยากาศในการอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนดียิ่งขึ้น

ผลของการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยยืนยันว่า การใช้ประเด็นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความคิดเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ แนวทางอื่นๆ ก็ใช้วิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะเดียวกันกับแนวทางในข้างต้น

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามข้อที่ 2

ฉันเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นหลัก โดยให้นักเรียนทำแบบวัดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยถ้าหากคำตอบข้อใดที่นักเรียนยังตอบไม่ชัดเจนก็จะทำการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนและได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเริ่มจากการตั้งกรอบในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ชัดเจน โดยแต่ละประเด็นแบ่งกลุ่มได้ดังนี้คือ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Informed) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน (Intermediately) และไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Naive) สำหรับกรอบในการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 กรอบการวิเคราะห์คำตอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำตอบ		
	เข้าใจถูกต้อง	**เข้าใจบางส่วน**	**ไม่เข้าใจ**
วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	1) คำตอบแสดงถึงหลักฐานหรือข้อมูลที่สนับสนุนข้อความรู้ 2) บอกได้ว่าหลักฐานต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลและมีหลักการ	1) คำตอบแสดงถึงข้อมูลหรือหลักฐาน หรือบอกได้ว่าวิทยาศาสตร์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผล 2) คำตอบที่บ่งชี้ถึงการพิสูจน์สิ่งที่ค้นพบ	คำตอบไม่ได้บ่งชี้ถึงหลักฐานหรือข้อมูลที่สนับสนุนข้อความรู้และไม่บ่งชี้ถึงอำนาจของการอธิบายข้อความรู้ที่ค้นพบ
วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	1) บอกได้ว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 2) อธิบายได้ว่าใช้ในขั้นตอนใดบ้าง (ทุกขั้นตอน)	1) บอกได้ว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 2) อธิบายไม่ได้ว่าใช้ในทุกขั้นตอน หรืออธิบายได้ในบางขั้นตอนเท่านั้น	1) ไม่ใช้ 2) ใช้ แต่อธิบายไม่ได้ว่าใช้อย่างไร หรือไม่มีเหตุผลที่แสดงถึงความเข้าใจในการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ
มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์	1) บอกได้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนที่ตายตัว สามารถย้อนกลับไปกลับมาได้ ข้ามบางขั้นตอนได้ หรือทำซ้ำได้	บอกได้ว่าไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่อธิบายและยกตัวอย่างประกอบได้ไม่ชัดเจน	1) เข้าใจว่าจำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอน แต่อธิบายไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำตอบ		
	เข้าใจถูกต้อง	**เข้าใจบางส่วน**	**ไม่เข้าใจ**
มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์	2) ยกตัวอย่างประกอบการอธิบายได้ชัดเจน 1) บอกได้ว่าไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น 2) ยกตัวอย่างวิธีการอื่นๆในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ได้ เช่น การสำรวจ การสังเกต ความบังเอิญ การวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น	1) บอกได้ว่าไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น แต่ยังยกตัวอย่างที่เน้นถึงการทดลอง	จำเป็นต้องมาจากการทดลอง/ ไม่จำเป็น แต่อธิบายไม่ได้
ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น	1) บอกได้ว่าการสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกัน 2) บอกได้ว่าการสังเกตคือการรับรู้ผ่านประสาททั้งห้าหรือเครื่องมือ	1) บอกได้ว่าการสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกัน 2) ยังให้ความหมายของการสังเกตหรือการลงความเห็นไม่ถูกต้องหรือสมบูรณ์	1) การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกัน 2) บอกได้ว่าแตกต่างกัน แต่ให้ความหมายและยกตัวอย่างไม่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำตอบ		
	เข้าใจถูกต้อง	**เข้าใจบางส่วน**	**ไม่เข้าใจ**
	3) บอกได้ว่าการลงความเห็นเป็นการแปลความหมายหรือลงข้อสรุปข้อมูลจากการสังเกต 4) ยกตัวอย่างอธิบายความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นได้ถูกต้องและชัดเจน	3) ยกตัวอย่างถูกต้องบางส่วน หรือยังไม่ชัดเจน	
สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์	1) บอกได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการสร้างหรือพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ 2) บอกได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลในการกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือวิธีการในการดำเนินงานของนักวิทยาศาสตร์ หรือแสดงให้เห็นอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์	บอกได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ แต่คำตอบเน้นไปที่สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการปฏิเสธหรือยอมรับความรู้วิทยาศาสตร์	1) สังคมและวัฒนธรรมไม่มีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ 2) มีอิทธิพลแต่ไม่สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างประกอบได้สอดคล้องกับแนวคำตอบที่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำตอบ		
	เข้าใจถูกต้อง	**เข้าใจบางส่วน**	**ไม่เข้าใจ**
	3) ยกตัวอย่างประกอบได้สอดคล้องและชัดเจน		

ในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในงานวิจัยนี้ ฉันได้กำหนดรหัสของนักเรียนแต่ละคน โดยให้ตัวอักษร F แทน นักเรียนหญิง และ M แทนนักเรียนชาย ตัวเลขแทนเลขที่ของนักเรียนในชั้นเรียน เช่น นักเรียนหญิงเลขที่ 1 จะใช้รหัส F1 เป็นต้น จากนั้นจึงอ่านคำตอบของนักเรียนทั้งหมดทีละข้อ แล้วนำคำตอบไปจัดตามกลุ่มตามกรอบที่กำหนดไว้ สำหรับคำตอบข้อใดที่ยังไม่ชัดเจน ทำการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแล้วจึงจัดกลุ่มคำตอบ และพิจารณาร่วมกับอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวโดยในการรายงานผลการวิจัยจะรายงานตามคำถามวิจัยดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 ฉันจะจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ อย่างไรเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไรเมื่อเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

ผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 1 ฉันจะจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ อย่างไร เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ฉันได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้อนุทินสะท้อนความคิดของตนเองหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 9 แผน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย ร่วมกับข้อมูลจากอนุทินหลังการเรียนรู้ของนักเรียน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ มีแนวทางดังรายละเอียดต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ควรมีประเด็นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ควรมีประเด็นหรือหัวข้อที่ทำให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันเองและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หยิบยกขึ้น เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เมื่อได้แลกเปลี่ยนมุมมองและความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งยังช่วยให้ส่งเสริมบรรยากาศในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนอีกด้วย

สิ่งที่ทำให้ฉันได้ค้นพบแนวทางนี้ เกิดจากการที่ในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของฉัน ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ และความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ฉันได้สอดแทรกคำถามในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น มายาคติของขั้นตอนในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ซึ่งการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าวในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฉันกับนักเรียนเป็นไปในลักษณะการถาม-ตอบระหว่างฉันกับนักเรียน ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปเรื่อยๆ และพบว่านักเรียนที่ตอบคำถามมักเป็นนักเรียนคนเดิมหรือมีเพียงนักเรียนบางคนเท่านั้นที่ตอบคำถาม ทำให้ฉันรู้สึกว่าบรรยากาศในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควรและไม่สามารถประเมินได้ว่านักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม เกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด โดยฉันขอยกตัวอย่างบทสนทนาในการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ดังนี้

ฉัน : นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการทำให้ผู้อื่นเชื่อถือในข้อความรู้นี้
นักเรียนคนที่ 1 : ต้องมีข้อมูลให้ผู้อื่นดู
ฉัน : ข้อมูลที่จะให้ผู้อื่นดูและยืนยันข้อความรู้นั้นเรียกว่าอะไร
นักเรียนคนที่ 2 : หลักฐาน
ฉัน : หลักฐานนั้นคืออะไร
นักเรียน : ข้อมูลที่ได้จริงจากการทดลองตารางข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฉัน : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าในการจะทำให้ข้อความรู้น่าเชื่อถือจะต้องใช้หลักฐาน

นักเรียน : เห็นด้วย

ฉัน : นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างให้ได้มาซึ่งหลักฐาน

นักเรียน : ทำการทดลองแล้วบันทึกข้อมูล

ฉัน : มีวิธีการอื่นๆอีกหรือไม่

นักเรียน : ทดสอบสังเกต

(อนุทินหลังการสอนครั้งที่ 1)

จากบทสนทนาในข้างต้น แสดงให้เห็นการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยลักษณะของการอภิปรายจะเป็นการที่ฉันถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าวจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ซึ่งจากบทสนทนามีนักเรียนที่สามารถสะท้อนได้ว่า ในการที่จะทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนได้รับการยอมรับและมีความน่าเชื่อถือนั้นต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ประกอบการอธิบายข้อความรู้ อย่างไรก็ดีจะสังเกตเห็นว่า บรรยากาศในการอภิปรายคือหลังจากที่นักเรียนตอบคำถาม ฉันก็จะถามคำถามใหม่ เพื่อซักไซ้ไล่เรียงคำตอบไปเรื่อยๆ โดยที่เมื่อมีนักเรียนเพียงหนึ่งคนตอบคำถาม ฉันก็จะถามคำถามต่อไป ดังนั้นจะเห็นว่าการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าวยังไม่มีความท้าทายให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและไม่สามารถทราบได้ว่านักเรียนคนอื่นๆที่ไม่ได้ตอบคำถามได้มีส่วนร่วมในการคิดคำตอบในคำถามนั้นหรือไม่ ดังนั้นบรรยากาศการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในข้างต้นจึงยังไม่ค่อยส่งเสริมการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนเท่าที่ควร

จนกระทั่งในการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA ฉันให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ดังกล่าว และได้สอดแทรกคำถามในประเด็นความหมายและความแตกต่างของวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อประเมินว่านักเรียนมีมุมมองต่อวิทยาศาสตร์อย่างไร เข้าใจเป้าหมายของวิทยาศาสตร์และความแตกต่างของวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือไม่อย่างไร พบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็นต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้มากขึ้น รวมไปถึงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ซึ่งแตกต่างจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ที่ยังไม่มีบรรยากาศในลักษณะดังกล่าว ทำให้บรรยากาศในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ดีขึ้นกว่าการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะการถาม-ตอบระหว่างฉันและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนดังเช่นแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้านี้ โดยจะขอยกตัวอย่างจากการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 3 ดังต่อไปนี้

เมื่อฉันได้ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆหรือไม่ อย่างไร พบว่ามีนักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งตอบว่าแตกต่างจากศาสตร์อื่น ในขณะที่นักเรียนอีกครึ่งหนึ่งเห็นว่าไม่แตกต่าง ฉันจึงเปิดโอกาสให้นักเรียนทั้งสองฝ่ายอภิปรายกันว่ามีเหตุผลสนับสนุนอย่างไร ดังตัวอย่างในบทสนทนาต่อไปนี้

ฉัน : นักเรียนที่ตอบว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆนักเรียนมีเหตุผลอย่างไร

นักเรียนรหัส M3 : วิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างเป็นระบบให้มาซึ่งคำตอบโดยมีหลักฐานยืนยัน

ฉัน : นักเรียนคนอื่นๆคิดว่าอย่างไรคะ

นักเรียนรหัส F12 : ความรู้วิทยาศาสตร์อยู่บนหลักการของเหตุและผล

ฉัน : นักเรียนที่คิดว่าวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆมีเหตุผลอย่างไรคะ

นักเรียนรหัส M4 : ถ้าเป็นวิชาพระพุทธศาสนาก็มีการสอนให้ใช้เหตุและผลขึ้นอยู่กับว่าจะเชื่อหรือไม่เชื่อ

นักเรียนรหัส M6 : คณิตศาสตร์ก็ต้องใช้เหตุผลในการพิสูจน์สมการ

นักเรียนรหัส M3 : แต่วิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ได้ทุกอย่าง

ฉัน : นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์สามารพิสูจน์ได้ทุกคำถามหรือไม่

นักเรียน : หยุดคิดและตอบว่าไม่เพราะมีบางเรื่องที่วิทยาศาสตร์ก็ยังไม่สามารถอธิบายได้เช่นเรื่องความเชื่อ

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 3)

จากบทสนทนาในข้างต้นจะเห็นว่า เมื่อนักเรียนมีความคิดเห็นต่างกันว่าวิทยาศาสตร์อาจเหมือนหรือต่างจากศาสตร์อื่นๆ นักเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองต่อเพื่อนๆคนอื่นโดยความคิดเห็นนั้นอาจเป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งความคิดเห็นของเพื่อนก็ได้ ดังเช่น เมื่อนักเรียนรหัส M3 ให้เหตุผลของตนเองว่าวิทยาศาสตร์มีการทำงานเป็นระบบและมีหลักฐานประกอบ นักเรียนรหัส F12 ซึ่งมีความคิดเห็นในลักษณะเดียวกันก็จะแสดงความคิดเห็นเพื่อสนับสนุนนักเรียน M3 ส่วนนักเรียน M4 ที่เห็นแตกต่างออกไปก็แสดงความคิดเห็นของตนเองใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แง่ว่า ศาสตร์อื่นๆเช่นพระพุทธศาสนาก็มีการใช้เหตุผลเช่นเดียวกัน เช่นเดียวกับที่นักเรียน M6 ที่คิดว่าศาสตร์อื่นๆ ไม่แตกต่างจากวิทยาศาสตร์จึงแสดงความคิดเห็นเพื่อสนับสนุนนักเรียน M4 โดยยกตัวอย่างคณิตศาสตร์ที่มีการใช้เหตุผลในการพิสูจน์ความรู้ ส่งผลให้นักเรียน M3 แสดงความคิดเห็นเพื่อยืนยันในความคิดของตนเองว่า วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ โดยสามารถพิสูจน์ได้ทุกอย่าง จากบทสนทนาแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการสนใจและมีการคิดตามในประเด็นดังกล่าว เพื่อที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อเพื่อนๆซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ใหม่ซึ่งในบางครั้งอาจเป็นความคิดที่ตนเองคิดไม่ถึงหรือเป็นความเชื่อเดิมที่มีอยู่แต่เมื่อได้แลกเปลี่ยนกับเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างกันก็ทำให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่ขึ้น

จากการจัดการเรียนรู้ในแผนดังกล่าว ฉันรู้สึกชอบบรรยากาศในการสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกัน ถึงแม้ว่าสิ่งที่นักเรียนสะท้อนออกมาอาจจะถูกหรือยังไม่ถูกต้องก็ตาม แต่อย่างน้อยก็ทำให้ฉันทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นมากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะได้แก้ไขและพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ฉันจึงคิดว่าหากมีการจัดการเรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นอื่นๆ โดยให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันเองและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด น่าจะทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ โดยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการอภิปราย เพื่อลงมติว่า ควรมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศของตนหรือไม่ เนื่องจากในประเด็นดังกล่าวเป็นประเด็นที่ยังไม่มีข้อยุติ และอาจมีนักเรียนที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย อันจะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันได้ โดยในการทำกิจกรรมนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันคิดว่า บุคคลใดบ้างที่ควรมีบทบาทต่อประเด็นดังกล่าว และควรมีบทบาทอย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าสังคมมีอิทธิพลในการกำหนดปัจจัยหรือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษา จากการจัดกิจกรรมในลักษณะดังกล่าวพบว่า นักเรียนชอบที่จะทำกิจกรรมและนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมดังกล่าวดีมาก โดยทุกคนมีบทบาทและหน้าที่ของตนเองและได้แสดงความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นดังกล่าวในบทบาทที่ตนเองได้รับ โดยในทุกๆกลุ่มจะมีนักเรียนที่สวมบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่ให้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ อีกทั้งนำเสนอข้อดีและข้อเสียในการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการให้ความรู้และแสดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความคิดเห็นต่อประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม อย่างไรก็ดีในการที่นักเรียนจะสรุปได้ว่าในประเทศหรือกลุ่มของตนเองควรมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่ จะต้องฟังความคิดเห็นของเพื่อนๆที่สวมบทบาทอื่นๆทางสังคม เช่น นักอนุรักษ์ วิศวกร ประชาชนที่อยู่ในบริเวณที่จะสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น รวมไปถึงพิจาณาปัจจัยทางสังคมของตนเองว่าเหมาะแก่การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่ หลังจากนั้นจึงอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกันดังบทสนทนาต่อไปนี้

ฉัน : หลังจากที่ได้ฟังการนำเสนอมติการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของแต่ละประเทศไปแล้ว นักเรียนได้อะไรบ้าง แต่ละประเทศมีการลงมติเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : แตกต่างกันบางประเทศก็ให้สร้างและบางประเทศก็ไม่ให้สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ฉัน : นักเรียนคิดว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

นักเรียน : สังคม

ฉัน : อย่างไร

นักเรียน F9 : ถ้าสังคมแตกต่างกันก็มีความคิดเห็นต่อเรื่องนี้แตกต่างกัน

ฉัน : การจะสร้างหรือไม่สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในแต่ละสังคมขึ้นกับอะไรบ้าง

นักเรียน F20 : สภาพความพร้อมของสังคม งบประมาณ

นักเรียน M3 : การสนับสนุนของสังคม

นักเรียน F12 : พื้นที่ในการสร้าง การศึกษาของคนในสังคม

(อนุทินหลังการสอนครั้งที่ 8)

จากบทสนทนาดังกล่าวจะเห็นว่า เมื่อมีการอภิปรายประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์หลังจากทำกิจกรรม นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการสะท้อนความคิดมากขึ้น เนื่องจากทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม จะเห็นว่าเมื่อนักเรียนรหัส F9 แสดงความคิดเห็นว่าสังคมที่ต่างกันมีผลต่อมติในการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์โดยมีนักเรียนรหัส F20 M3 และ F12 แสดงความคิดเห็นสนับสนุนสิ่งที่นักเรียนรหัส F9 กล่าว แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้ได้เกิดการเรียนรู้และมีการคิดตามในสิ่งที่เพื่อนคนอื่นสะท้อนออกมา ทำให้สามารถสะท้อนความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อประเด็นนี้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ ฉันได้ยกประเด็นข่าวที่มีสารคดีเข้าไปถ่ายทำชีวิตของงูอนาคอนดา โดยให้คนสวมชุดเกราะป้องกันแล้วให้อนาคอนดากลืน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสามารถสะท้อนได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิธีการดำเนินการในการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยหากวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ขัดกับศีลธรรมหรือความเชื่อของสังคมนักวิทยาศาสตร์ก็จำเป็นจะต้องเปลี่ยนวิธีการในการดำเนินการเพื่อแสวงหาความรู้ พบว่านักเรียนให้ความสนใจต่อประเด็นข่าวดังกล่าวและสะท้อนความคิดเห็นต่อประเด็นดังกล่าวดังบทสนทนาต่อไปนี้

นักเรียน F1 : เป็นการกระทำที่อันตรายไม่จำเป็นต้องทำเช่นนี้ก็สามารถศึกษาได้
ฉัน : นักเรียนคิดว่าสามารถทำวิธีการอื่นในการศึกษาเรื่องดังกล่าวอย่างไรได้บ้าง
นักเรียนรหัส F7 : ใช้สัตว์หรือสิ่งมีชีวิตเข้าไปแทนมนุษย์
นักเรียนรหัส F8 : ถ้าใช้สัตว์อื่นก็จะเป็นการทำบาปทารุณสัตว์
นักเรียนรหัส M16 : ใช่แล้วอีกอย่างหนึ่งก็ยากในการศึกษาด้วยเพราะเราไม่รู้ว่าสัตว์นั้นรู้สึกอย่างไร
ฉัน : นักเรียนคิดว่าสังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อวิธีการในการศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่
นักเรียนรหัส F21 : มีเพราะถ้าสังคมไม่ยอมรับวิธีการศึกษานั้นก็จะไม่สามารถทำได้และต้องใช้วิธีการอื่นๆแทน
นักเรียนรหัส M18 : ถ้าวิธีการที่ใช้ศึกษาขัดกับศีลธรรมของคนในสังคมก็จะต้องเปลี่ยนวิธีการใหม่
ฉัน : นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นใดอีกบ้างที่จะแทนการใช้มนุษย์เข้าไปศึกษา
นักเรียน F5 : อาจจะใช้อุปกรณ์ต่างๆเข้ามาช่วยเช่นใช้การส่องกล้องหรือการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมแทน

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 8)

จากบทสนทนาดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงการสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการที่สังคมมีอิทธิพลต่อวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษา โดยนักเรียนรหัส F1 ไม่เห็นด้วยกับการที่มนุษย์ใช้ตัวเองในการศึกษา เช่นเดียวกับที่นักเรียนรหัส F7 ที่ได้เสนอให้ใช้สิ่งมีชีวิตอื่นแทนมนุษย์ อย่างไรก็ดี นักเรียนรหัส F8 ก็ได้โต้แย้งว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หากใช้สิ่งมีชีวิตอื่นก็จะเป็นการทารุณสัตว์อื่นโดยมีนักเรียนรหัส M16 ให้การสนับสนุนและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า หากใช้สัตว์อื่นๆจะทำให้ยากต่อการศึกษา จะเห็นได้ว่าประเด็นดังกล่าวทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันโดยที่นักเรียนแต่ละคนต่างมีมุมมองที่มีต่อประเด็นดังกล่าวของตนเอง แต่เมื่อได้ฟังสิ่งที่เพื่อนคนอื่นสะท้อนก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ใหม่นำไปสู่การได้ข้อสรุปร่วมกันว่า ถ้าหากวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ขัดกับศีลธรรมหรือความเชื่อของคนในสังคม นักวิทยาศาสตร์ก็จำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนวิธีการการดำเนินการหรือหาแนวทางใหม่ในการศึกษาหาความรู้นั้น จะเห็นว่านักเรียนที่ร่วมแสดงความคิดเห็นมีจำนวนมากขึ้นและเป็นนักเรียนคนละคนกันที่แสดงความคิดเห็นสนับสนุนและโต้แย้งกัน นั่นหมายความว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการสะท้อนความคิดและในระหว่างที่มีการสะท้อนความคิด นักเรียนสามารถติดตามและเกิดการเรียนรู้ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นทำให้ฉันคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสะท้อนความคิด การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและสะท้อนความคิดเป็นสิ่งที่สำคัญมากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ใหม่โดยมีการยืนยันหรือการปรับเปลี่ยนมุมมองของตนเองเมื่อได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอันจะนำไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังทำให้บรรยากาศในเรียนรู้และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดีพบว่าการจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวจะต้องเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่สามารถนำไปสู่การสะท้อนและอภิปรายร่วมกันได้

2. ใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เมื่อเนื้อหานั้นไม่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกได้อย่างชัดแจ้ง

จากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่าในบางเนื้อหาของเรื่องนี้ ยังไม่สามารถใช้ในการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อฉันได้ยกตัวอย่างสถานการณ์อื่นที่ไม่อิงเนื้อหาในบทเรียนซึ่งสามารถใช้ในการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนมากกว่า โดยอาจเป็นตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยหรือทำให้นักเรียนมองเห็นภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัดเจนกว่า พบว่า นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากตัวอย่างที่ยกขึ้นได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในเนื้อหาเคมี หากมีการใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาในบทเรียนก็จะทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มมากขึ้น

ฉันค้นพบแนวทางนี้ในตอนที่ฉันจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA โดยฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ฉันจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ดูคลิปวีดิทัศน์ ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA และให้นักเรียนได้ทำการทดลอง การละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA พบว่า เมื่อมีการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมายาคติของขั้นตอนในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ โดยฉันใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำการทดลองทุกครั้งหรือไม่ อย่างไร ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า จำเป็นทุกครั้ง โดยมีนักเรียนเพียงสองคนเท่านั้นที่คิดว่าไม่จำเป็นต้องทำการทดลองทุกครั้ง ทั้งนี้ฉันคิดว่าอาจเป็นเพราะจากการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ยังคงให้นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปของข้อความรู้ ประกอบกับความเข้าใจเดิมของนักเรียนที่คิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำการทดลองทุกครั้ง ฉันจึงแก้ปัญหาด้วยการยกตัวอย่างการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่ต้องใช้การทดลองในการได้มาซึ่งความรู้เพื่อเป็นตัวอย่างให้นักเรียนสะท้อนว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเสมอไปเห็นได้จากบทสนทนาต่อไปนี้

ฉัน : ถ้าครูอยากอธิบายปรากฏการณ์ฟ้าฝ่าหรือสึนามิครูต้องทำการทดลองหรือไม่
นักเรียน : ไม่
ฉัน : แล้วครูจะศึกษาปรากฏการณ์นั้นอย่างไร
นักเรียน : สังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆแล้วอธิบายจากสิ่งที่สังเกตเห็น
ฉัน : ดังนั้นความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำการทดลองหรือไม่
นักเรียน : ไม่จำเป็น
ฉัน : มีวิธีการใดอีกบ้าง
นักเรียน : ทำการสำรวจสังเกตปรากฏการณ์

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากบทสนทนาในข้างต้น แสดงให้เห็นว่า เมื่อฉันยกตัวอย่างการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าฝ่า หรือสึนามิ ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA แต่เป็นตัวอย่างที่นักเรียนคุ้นเคยและสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแง่ของความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องได้มาจากการทำการทดลองทุกครั้งได้ดี จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่าในการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นไม่จำเป็นต้องทำการทดลอง แต่อาจได้มาจากการสังเกตซ้ำๆแล้วสร้างแบบแผนเพื่ออธิบายหรืออาจมาการสำรวจก็ได้ หรือเห็นได้จากอนุทินของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ เช่น นักเรียนรหัส M12 สะท้อนความคิดว่า ในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น แต่อาจมาจากการที่เราสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ซ้ำๆ แล้วเอามาสรุปเป็นความรู้ก็ได้ หรืออนุทินของนักเรียน M6 ที่สะท้อนว่า บางครั้งความรู้วิทยาศาสตร์ก็ไม่ต้องทดลองเสมอไป เราอาจไปสำรวจปรากฏการณ์บางอย่างก็ได้ เป็นต้น

จากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จะเห็นได้ว่าในบางครั้งเนื้อหาที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็เป็นข้อจำกัดหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากในบางเนื้อหายังไม่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ดังนั้นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้นักเรียนสามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ครูอาจจะต้องมีการยกตัวอย่างอื่นๆที่ไม่อิงเนื้อหาในบทเรียน แต่สามารถเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนมาประกอบร่วมกับการใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสะท้อนธรรมชาติในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งฉันได้นำเอาข้อค้นพบนี้ไปปรับใช้อีกครั้งหนึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ในการสอนเรื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์โดยฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลในการกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์สามารถสะท้อนประเด็นนี้ได้ค่อนข้างชัดเจน ฉันสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในสังคมที่แตกต่างกันและให้แสดงความคิดเห็นโดยช่วยกันลงมติว่าในสังคมของตนเองควรมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่ อย่างไร ซึ่งจากกิจกรรมดังกล่าวพบว่านักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่าสังคมที่แตกต่างกันก็จะมีปัญหามีความจำเป็นแตกต่างกัน ส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์สนใจหรือศึกษาในสิ่งที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีกิจกรรมที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการอิงเนื้อหาเพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถสะท้อนได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิธีการดำเนินงานของนักวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ แต่หากใช้สถานการณ์หรือประเด็นอื่นๆที่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยไม่อิงเนื้อหาเข้ามาประกอบการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จัดการเรียนรู้ ก็จะทำให้การสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกได้ดียิ่งขึ้น โดยที่ฉันได้ยกประเด็นข่าวที่มีสารคดีเข้าไปถ่ายทำการดำรงชีวิตของงูอนาคอนดาโดยการให้มนุษย์ใส่ชุดเกราะแล้วให้อนาคอนดากลืนแล้วให้นักเรียนสะท้อนว่านักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับการกระทำดังกล่าวและเสนอให้ใช้วิธีการอื่นๆในการศึกษาแทนการใช้มนุษย์เข้าไปศึกษา จากนั้นฉันจึงใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การอภิปรายในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าตัวอย่างดังกล่าวสามารถทำให้นักเรียนสะท้อนได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลในการกำหนดวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้โดยหากวิธีการนั้นขัดกับศีลธรรมหรือความเชื่อของสังคม นักวิทยาศาสตร์ก็จำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนวิธีการในการแสวงหาความรู้ใหม่ เห็นได้จากบทสนทนาต่อไปนี้

ฉัน : นักเรียนคิดว่าสังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อวิธีการในการศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่

นักเรียนรหัส F21 : มีเพราะถ้าสังคมไม่ยอมรับวิธีการศึกษานั้นก็จะไม่สามารถทำได้และต้องใช้วิธีการอื่นๆแทน

นักเรียนรหัส M18 : ถ้าวิธีการที่ใช้ศึกษาขัดกับศีลธรรมของคนในสังคมก็จะต้องเปลี่ยนวิธีการใหม่

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 8)

จากการจัดกิจกรรมในแผนการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองแผนสะท้อนให้เห็นว่า การหยิบยกหรือใช้ตัวอย่างหรือประเด็นอื่นๆที่ไม่อิงเนื้อหาในเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ร่วมกับการใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหา จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางประเด็นที่ต้องการสอดแทรกได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่ผนวกกับการสอนเนื้อหาเคมีนั้น พบว่ายังมีข้อจำกัดที่ในบางเนื้อหายังไม่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ทำให้การอภิปรายหรือสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก วิธีการหนึ่งที่ช่วยได้คือ การยกสถานการณ์หรือตัวอย่างอื่นๆที่ไม่อิงเนื้อหาเคมีที่สอน แต่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน มีความน่าสนใจหรือเป็นสถานการณ์ง่ายๆที่นักเรียนคุ้นเคยร่วมกับการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมหรือตัวอย่างที่อิงเนื้อหาเคมี ก็จะทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ในการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องมีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาเคมี

โดยปกติการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมักเน้นในมิติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นนักเรียนมักจะให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปพร้อมๆกัน คือ จำเป็นต้องจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นไปอย่างธรรมชาติที่สุด

3.1 ควรมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ควรมีการสอดแทรกคำถามเพื่ออภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการสอน ทั้งในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอนและขั้นสรุปของการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าวจะทำให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกับการสอนเนื้อหาเคมีแล้ว ยังสามารถประเมินได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกกับการสอนเนื้อหาเคมีนั้นๆมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปๆอีกด้วย

ฉันค้นพบแนวทางนี้จากการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการ PAOR ที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน โดยมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 ประเด็น ได้แก่ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของฉันมีทั้งหมด 3 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป หลังจากที่ฉันได้จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผนทำให้ฉันค้นพบว่า ควรมีการสอดแทรกคำถามเพื่ออภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป โดยการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนมีเหตุผลและประโยชน์ที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ควรมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อประเมินว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนั้นๆมากน้อยเพียงใด นักเรียนมีความเข้าใจเดิมอย่างไร มีประเด็นใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือเป็นการประเมินว่าหลังจากที่ได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้านี้ นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนให้ถูกต้องต่อไป ยกตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นโลกเข้าใจได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ซึ่งในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนฉันให้นักเรียนแต่ละคนทบทวนความรู้เดิม โดยการเขียนสิ่งที่ทราบแล้วกับสิ่งที่ต้องการทราบเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของธาตุตามคาบ จากนั้นจึงแลกเปลี่ยนคำตอบกับเพื่อนในกลุ่มและเลือกคำตอบของกลุ่มมาเขียนบนกระดาน จากนั้นจึงใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนว่านักเรียนคิดว่าเมื่อธาตุในคาบที่ 2 และ 3 เกิดเป็นสารประกอบจะยังคงมีสมบัติเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร นักเรียนตอบว่าน่าจะมีสมบัติต่างไปจากเดิม จากนั้นฉันจึงได้สอดแทรกคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นโลกเข้าใจได้ เพื่อประเมินว่านักเรียนมีพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นนี้อย่างไร ดังแสดงในบทสนทนาดังต่อไปนี้

ฉัน : นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์จะทำอย่างไรเมื่อเจอเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ไม่เคยเจอมาก่อน
นักเรียนคนที่ 1 : ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น
นักเรียนคนที่ 2 : ตั้งสมมติฐานปรากฏการณ์นั้นๆ
นักเรียนคนที่ 3 : ทำการทดลองค้นคว้ารวบรวมข้อมูล
ฉัน : ถ้าปรากฏการณ์นั้นไม่สามารถทำการทดลองได้จะมีวิธีการอย่างไร
นักเรียนคนที่ 4 : สังเกตปรากฏการณ์แล้วบันทึกข้อมูล
ฉัน : เมื่อมีข้อมูลแล้วทำอย่างไรต่อ
นักเรียน : เอามาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

(อนุทินหลังการสอนครั้งที่ 1)

จากบทสนทนาในข้างต้นในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ฉันใช้คำถามเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นโลกเข้าใจก่อนจัดการเรียนรู้อย่างไร ว่านักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์จะทำอย่างไรเมื่อเจอเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ไม่เคยเจอมาก่อน อย่างไรก็ดีจากคำตอบของนักเรียนคนที่ 1 2 และ 3 ที่สะท้อนออกมา มักจะกล่าวถึงขั้นตอนของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อพูดถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เมื่อเจอปรากฏการณ์ต่างๆ นักเรียนมักนึกถึงขั้นตอนของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และมักเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมาจากการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับผลสำรวจก่อนเรียนที่นักเรียนทั้งหมดเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ หลังจากนั้น ฉันจึงใช้คำถามว่าถ้าปรากฏการณ์นั้นไม่สามารถทดลองได้ จะมีวิธีการอย่างไร นักเรียนจึงตอบว่าทำการสังเกตแล้วบันทึกข้อมูล จะเห็นว่านักเรียนมักจะตอบคำถามสั้นๆ โดยนักเรียนยังไปไม่ถึงว่านักวิทยาศาสตร์พยายามจะอธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ โดยการสร้างแบบแผน อย่างไรก็ดีในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้ฉันได้ทราบว่า นักเรียนยังไม่สามารถบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์พยายามจะอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นโดยการสร้างแบบแผน และนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งฉันจะต้องหาแนวทางเพื่อพัฒนาในประเด็นทั้งสองนี้ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นต่อไป อย่างไรก็ดีจะสังเกตเห็นว่าคำถามที่ฉันใช้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ยังไม่เป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาในเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ดังนั้นถ้าจะให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความกลมกลืมกับเนื้อหามากยิ่งขึ้นก็ควรปรับคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาโดยอาจยกสถานการณ์จากเนื้อหาที่ต้องการสอนก็ได้

นอกจากนี้สำหรับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางประเด็นที่ได้จัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้าแล้ว อาจสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นอีกครั้งหนึ่งในขั้นนำของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป เพื่อตรวจสอบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ในแผนก่อนหน้าส่งผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากขึ้นหรือไม่ อย่างไร ตัวอย่างเช่นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ได้มีการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนำของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA และสมบัติการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA ก่อนที่ฉันจะให้นักเรียนได้ดูคลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างธาตุโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ และทำการทดลองเรื่องการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA ฉันได้ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบแล้วใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนว่า นักเรียนคิดว่าธาตุแต่ละหมู่มีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับสารเดียวกันได้เร็วหรือช้าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร นักเรียนทั้งหมดตอบว่า แตกต่างกัน แล้วจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบวิธีการตรวจสอบโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการเสนอวิธีการทดลองที่แตกต่างกัน ฉันจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลักฐานว่า นักเรียนจะเชื่อได้อย่างไรว่าความรู้ที่ได้จากวิธีการตรวจสอบของนักเรียนถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ นักเรียนสามคนตอบขึ้นพร้อมๆกันว่า จะต้องมีหลักฐานมายืนยัน บางคนก็ตอบว่าใช้ผลการทดลองหรือทำการทดลองให้ผู้อื่นดูเพื่อยืนยัน ซึ่งจากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ อย่างไรก็ดีจากคำตอบของนักเรียน ยังไม่ได้กล่าวถึงการอธิบายประกอบหลักฐานด้วยเหตุและผล ดังนั้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป ควรมีการสอดแทรกคำถามเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายในประเด็นนี้เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

จากทั้งสองตัวอย่างในข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนสามารถช่วยให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ หรือมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้อย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องมากขึ้น

ขั้นสอน ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะสามารถสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายจากการทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติไปสู่การสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยหยิบยกเอาประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นมาอภิปรายในขณะที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยเน้นให้นักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อันจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกในกิจกรรมนั้นๆ

โดยฉันจะขอยกตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ในขั้นสอนของแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ฉันให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์การทำปฏิกิริยาของธาตุโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ โดยการทำกิจกรรม ฉันใช้คำถามเพื่อประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นหรือไม่มากน้อยเพียงใด โดยถามนักเรียนว่าในการบันทึกผลการทดลองนักเรียนจะบันทึกผลจากการสังเกตหรือลงความเห็น นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า ต้องบันทึกผลจากการสังเกต อย่างไรก็ดี ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่ตอบคำถามและในช่วงที่มีการอภิปรายผลการทดลอง ฉันสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมาเขียนผลการทดลองบนกระดานและอภิปรายร่วมกัน ข้อความที่นักเรียนเขียนบันทึกผลการทดลองแต่ละข้อความเป็นการสังเกตหรือการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลงความเห็น จากนั้นฉันจึงถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าการสังเกตกับการลงความเห็นเหมือนหรือต่างกัน อย่างไร ซึ่งนักเรียนทั้งห้องยกมือตอบว่าแตกต่างกัน โดยนักเรียนคนแรกให้เหตุผลว่า การสังเกต คือ การบันทึกจากสิ่งที่เห็น นักเรียนอีกคนหนึ่งตอบว่า อาจใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการเก็บข้อมูลก็ได้ ฉันจึงถามนักเรียนต่อว่า ถ้าข้อมูลบางอย่างไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการเก็บข้อมูลได้นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร นักเรียนสองคนตอบว่า ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยเก็บข้อมูล ฉันจึงให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบโดยนักเรียนรหัส M2 ยกตัวอย่างการใช้ปริซึมส่องแสงขาวทำให้เห็นแสงแยกเป็นเจ็ดสี นักเรียนรหัส M3 ยกตัวอย่างการใช้กล้องจุลทรรศน์ในการศึกษาโครงสร้างเซลล์ จากนั้นฉันจึงถามนักเรียนว่า การลงความเห็นคืออะไร นักเรียนตอบว่าเป็นการคิดไปเอง ฉันจึงถามนักเรียนว่า การคิดนั้นคิดขึ้นมาลอยๆหรือ นักเรียนจึงตอบว่าเป็นการคิดหรือแสดงความคิดเห็นผลที่สังเกต

จากการจัดการเรียนรู้ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นในกิจกรรมดังกล่าว จะเห็นว่า ฉันสอดแทรกคำถามเพื่ออภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากที่นักเรียนทำการทดลองเสร็จทันที โดยหยิบยกเอาสิ่งที่นักเรียนบันทึกในผลการทดลองของนักเรียนขึ้นมาร่วมกันอภิปราย แล้วจึงเชื่อมโยงถึงความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น โดยการสอดแทรกในลักษณะนี้จะทำให้เป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA โดยนักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวจากเนื้อหาที่เรียนจริงๆ โดยจะต้องสอดแทรกคำถามเพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสะท้อนและมีการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกัน อันจะนำนักเรียนไปสู่การปรับเปลี่ยนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายและแลกเปลี่ยนมุมมองกับเพื่อนๆในชั้นเรียน

ขั้นสรุป ในขั้นสรุปก็เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญที่ควรสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินว่าจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนนั้นๆ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไรหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประเด็นใดบ้างที่นักเรียนยังเข้าใจบางส่วน หรือไม่เข้าใจ และยังเป็นการประเมินการจัดการเรียนรู้ของตนเองด้วยว่า การจัดการเรียนรู้ของเราประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด มีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อที่จะได้เป็นแนวทางในการพัฒนาและวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ดี การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนของการสรุปไม่ควรใช้เวลานานจนเกินไป โดยอาจสอดแทรกในประเด็นที่ยังไม่ได้สะท้อนในขั้นนำหรือขั้นสอนมาก่อน แต่เป็นประเด็นที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมทั้งหมด อาจสอดแทรกในบางประเด็นที่ต้องการทราบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมากขึ้นหรือไม่ อย่างไร หรืออาจเป็นการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมที่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำทั้งหมดอีกครั้งหนึ่งก็ได้ ฉันจะขอยกตัวอย่างการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนของการสรุปดังนี้

ในขั้นสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ซึ่งเป็นแผนที่ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 ประเด็นได้แก่ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ฉันได้หยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเท่านั้น เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนำและขั้นสอน ฉันได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ตั้งแต่การตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนได้ชมคลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับ การเปลี่ยนสีของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามหลังจากชมคลิปวีดิทัศน์ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกคำถามของกลุ่มของตนเองมาหนึ่งคำถามแล้วออกมาเขียนหน้ากระดาน จากนั้นจึงช่วยกันพิจารณาคำถามเพื่อนำไปสู่การศึกษาสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน หลังจากนั้นนักเรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตั้งสมมติฐานและวางแผนการทดลองรวมไปถึงการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง หลังจากที่นักเรียนอภิปราย สรุปผลการทดลองและสรุปสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชันแล้ว ฉันจึงสอดแทรกคำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการโดยใช้คำถามว่า จากกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติในวันนี้ นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการบ้างหรือไม่ อย่างไร นักเรียนทุกคนตอบว่า ใช้ ฉันจึงถามนักเรียนว่า นักเรียนได้ใช้ในขั้นตอนใดบ้าง นักเรียนตอบว่า ใช้ในตอนที่ตั้งคำถามหลังจากดูคลิปวีดิทัศน์ นักเรียนอีกคนหนึ่งตอบว่า ใช้ตอนที่คิดและวางแผนการทดลอง นักเรียนอีกคนหนึ่งตอบว่า ใช้ตอนที่อภิปรายและสรุปผลการทดลองโดยจะต้องคิดคำอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นว่ามันเกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะอะไร นักเรียนอีกคนหนึ่งตอบว่า ใช้ในทุกขั้นตอนที่หาความรู้วิทยาศาสตร์ เหตุผลที่ฉันสอดแทรกประเด็นนี้ในช่วงสรุป เพราะว่าตลอดการจัดการเรียนการสอนนักเรียนจะต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์

การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในช่วงขั้นสรุป จะช่วยสะท้อนให้นักเรียนเห็นว่าการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการนั้นมีอยู่ทุกขั้นตอนที่นักเรียนหาความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นสรุปนี้ ทำให้สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการถูกต้องมากน้อยเพียงใดหลังการจัดกิจกรรม ส่วนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อื่นๆฉันไม่ได้สอดแทรกในขั้นสรุป เนื่องจากได้มีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นๆอย่างชัดเจนในช่วงที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นอยู่แล้ว และจากการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1-3 ที่สะท้อนว่าการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายๆประเด็นในขั้นสรุปจะทำให้ใช้เวลาค่อนข้างมากและทำให้นักเรียนไม่ค่อยสนใจในการสะท้อนเท่าที่ ควรการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางประเด็นที่ยังไม่ได้สอดแทรกหรือบางประเด็นที่นักเรียนยังสะท้อนได้ไม่ชัดเจนจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยได้เมื่อเวลาในการจัดการเรียนรู้มีค่อนข้างจำกัด

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์เพียงประเด็นเดียว โดยในขั้นสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้อีกครั้งหนึ่งเพื่อประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ถูกต้องหรือไม่ หลังจากที่ได้ทำกิจกรรมโดยใช้คำถามว่า จากกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำไปทั้งหมด นักเรียนตอบครูได้หรือไม่ว่า สังคมและวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์อย่างไร นักเรียนตอบว่าสังคมและวัฒนธรรมกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและกำหนดวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษา เมื่อได้ความรู้วิทยาศาสตร์แล้วถ้าหากได้รับการยอมรับจากสังคมก็จะถูกนำมาใช้ในสังคม ซึ่งจากคำตอบของนักเรียนทำให้ทราบว่า นักเรียนสามารถสะท้อนจากกิจกรรมที่ทำได้ว่า สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือวิธีการในการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดีฉันคิดว่าควรมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้อีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนทุกคนมีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้

จากตัวอย่างการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้ตัวอย่างทั้งสองแผน แสดงให้เห็นว่าการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นสรุปสามารถช่วยให้ประเมินได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในการจัดการเรียนรู้นั้นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แผนอื่นๆต่อไป เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากยิ่งขึ้นต่อไป

กล่าวโดยสรุป คือ การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนเนื้อหาเคมีนั้นควรมีการสอดแทรกในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป เนื่องจากจะทำให้สามารถทราบได้ว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจหรือมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าวจะทำให้การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความกลมกลืมและเป็นเนื้อเดียวกันกับการสอนเนื้อหาเคมีอีกด้วย

3.2 สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนความคิดในขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นๆ

วิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับการเนื้อหาวิทยาศาสตร์คือ การสอดแทรกคำถามเพื่อสะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในเนื้อหาเคมีที่ต้องการสอน ในขณะเดียวกันกิจกรรมนั้นต้องสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกได้ เนื่องจากการสอดแทรกคำถามในลักษณะดังกล่าวจะทำให้นักเรียนสามารถอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ เชื่อมโยงสู่การสะท้อนความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังทำให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กลมกลืนไปกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น

ฉันค้นพบแนวทางนี้ เนื่องจากในช่วงที่ฉันจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 3 เรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA และธาตุหมู่ VIIA ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น มายาคติของขั้นตอนในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ฉันมักสอดแทรกคำถามเพื่ออภิปรายและสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในช่วงขั้นสรุปหลังจากที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมและสรุปเนื้อหาเคมีเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆที่กิจกรรมสามารถสะท้อนได้ในช่วงสรุป อย่างไรก็ดีฉันพบว่าเมื่อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมักไม่ค่อยให้ความสนใจในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เนื่องจากการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนได้สรุปแนวคิดเคมีแล้ว และเนื่องจากจะต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในช่วงสรุป เพื่อสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติ ทำให้นักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจกับการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เห็นได้จากบรรยากาศในชั้นเรียนที่จะมีนักเรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่ตอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามและนักเรียนที่เป็นคนตอบคำถามมักเป็นนักเรียนคนเดิมๆ โดยฉันจะขอยกตัวอย่างในการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA ดังต่อไปนี้

ในการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA โดยฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ความหมายของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามหลังดูคลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA แล้วจึงช่วยกันเลือกคำถามที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับ การทำปฏิกิริยาของน้ำโบรมีนและน้ำไอโอดีนเปรียบเทียบกับน้ำคลอรีน แล้วจึงอภิปรายผลการทดลองจากตารางข้อมูล นำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวโน้มในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA หลังจากนั้นฉันจึงได้ตั้งคำถามเพื่อสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยถามนักเรียนว่า จากกิจกรรมที่ทำในวันนี้ นักเรียนได้ทำสิ่งใดเหมือนนักวิทยาศาสตร์บ้าง นักเรียนตอบว่า ได้สังเกต ได้ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์และสรุปข้อมูล จากนั้นฉันจึงสอดแทรกคำถามเกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานว่านักเรียนจะทำอย่างไรให้ผู้อื่นเชื่อถือในข้อความรู้ที่เราได้เรียนในวันนี้ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ว่าต้องมีหลักฐานยืนยันพิสูจน์ให้ผู้อื่นเห็นโดยอาจให้ดูตารางข้อมูลก็ได้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าหลักฐานเป็นสิ่งที่ทำให้ข้อมูลที่เราค้นพบน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จากนั้นฉันจึงใช้คำถามซักไซ้ไล่เรียงเพื่อให้นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจในประเด็นนี้ในเชิงลึกมากขึ้น โดยถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่าผลในตารางข้อมูลหรือหลักฐานนั้นมีวิธีการได้มาอย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าต้องทำการทดลองฉันจึงถามนักเรียนว่ามีวิธีการอื่นๆอีกหรือไม่ นักเรียนตอบว่า อาจได้มาจากการสังเกต ฉันจึงถามนักเรียนต่อว่า นักเรียนคิดว่าการสังเกตคืออะไร นักเรียนตอบว่า คือการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการเก็บข้อมูล ฉันจึงให้นักเรียนยกตัวอย่างการสังเกตแล้วถามต่อว่า ถ้าข้อมูลนั้นไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร นักเรียนจึงเสนอให้ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ เช่น อาจใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องก็ได้ สำหรับในประเด็นความหมายของวิทยาศาสตร์และมายาคติฉันก็ใช้คำถามไล่เรียงในลักษณะเดียวกัน

จากการจัดการเรียนรู้ในลักษณะเช่นนี้ ฉันพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการเชื่อมโยงจากกิจกรรมที่ทำในชั้นเรียนได้ และการอภิปรายและสะท้อนวิทยาศาสตร์ในช่วงสรุปนั้นใช้เวลามากเกินไปทำให้บรรยากาศในการอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่น่าสนใจอย่างที่ควรจะเป็น เช่นเดียวกับความรู้สึกหลังการสอนของฉันเองที่สะท้อนว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นนี้ ยังไม่กลมกลืนกับการสอนเนื้อหาเคมีทำให้การจัดการเรียนรู้ในวันนี้ยังไม่ค่อยประสบความสำเร็จมากนัก เห็นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากอนุทินหลังการสอนครั้งที่ 3 ดังนี้ “ในด้านของการสอดแทรกธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ฉันรู้สึกว่าการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนของฉันยังไม่เป็นธรรมชาติ ยังรู้สึกแปลกแยกอยู่ไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาส่งผลให้เวลาที่สะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในตอนสรุป นักเรียนบางคนก็ไม่ได้สนใจที่จะฟังหรือตอบคำถามเท่าที่ควร เนื่องจากก่อนหน้านั้นนักเรียนได้รับความรู้ในด้านเนื้อหาไปแล้วจึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากนัก”

อย่างไรก็ดีหลังจากการจัดการเรียนรู้แผนดังกล่าว ฉันได้พยายามสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับการสอนในเนื้อหาเคมีมากยิ่งขึ้น โดยเปลี่ยนจากการสอดแทรกคำถามเพื่อสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมดในช่วงสรุปบทเรียน เป็นการสอดแทรกในระหว่างที่นักเรียนได้ทำกิจกรรม ที่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอดแทรกได้ โดยหากในประเด็นนั้นมีการอภิปรายอย่างชัดเจนแล้ว ในช่วงสรุปก็จะสอดแทรกเพียงบางคำถามอื่นๆเท่านั้น จากการสอนด้วยวิธีการดังกล่าวในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 เรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชันซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกต และการลงความเห็นมายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยในสามประเด็นแรกฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อให้นักเรียนสะท้อนและอภิปรายในช่วงที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ซึ่งนักเรียนจะได้ทำการทดลอง คิดและวางแผนการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลองตลอดจนสรุปผลการทดลองในกลุ่มของตนเอง แล้วจะต้องนำเสนอข้อมูลหรือข้อสรุปที่ได้ของกลุ่มตนเองให้เพื่อนๆกลุ่มอื่นๆฟังหน้าชั้นเรียน และจะต้องอธิบายรวมถึงแสดงเหตุผลและหลักฐานสนับสนุนข้อมูลของตนเองให้ผู้อื่นเชื่อถือและยอมรับ ซึ่งในขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงความเห็น โดยให้นักเรียนพิจารณาจากบันทึกผลการทดลองที่เพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียนร่วมกันว่า สิ่งที่เพื่อนบันทึกเป็นผลจากการสังเกตหรือการลงความเห็น แล้วจึงค่อยถามนักเรียนว่าการลงความเห็นและการสังเกตคืออะไรเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร หรือในช่วงที่นักเรียนสรุปข้อความรู้ที่ได้จากกการทดลอง ฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อความรู้ที่ได้ พร้อมทำให้ผู้อื่นเชื่อถือสิ่งที่ตนเองค้นพบ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันว่าจะเชื่อข้อมูลของกลุ่มใด เพราะเหตุใด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสะท้อนได้ว่า ในการที่จะเชื่อถือข้อความรู้ที่เพื่อนนำเสนอจะเชื่อเพื่อนกลุ่มที่มีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำเสนอที่มีหลักการ มีเหตุผล มีหลักฐานรองรับข้อความรู้นั้นพร้อมกับการอธิบายหลักฐานบนเหตุและผล หรือในประเด็นที่ในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย ฉันได้สอดแทรกประเด็นนี้ ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนพิจารณารูปภาพสารประกอบของธาตุแทรนซิชันกับสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าสารประกอบดังกล่าวแตกต่างกันอย่างไร เพื่อนำไปสู่แนวคิดว่าสารประกอบของธาตุแทรนซิชันส่วนใหญ่จะมีสีซึ่งแตกต่างจากสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA ในการได้มาซึ่งแนวคิดดังกล่าว นักเรียนเพียงแค่สังเกตและจัดกลุ่มข้อมูลเท่านั้น ทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องได้มาจากการทดลองเท่านั้น จากการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นๆ ทำให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อเดียวกันกับการสอนเนื้อหาเคมีมากขึ้นอีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นเห็นได้จากอนุทินหลังการสอนของฉันครั้งที่ 4

“โดยความรู้สึกส่วนตัวแล้ว ฉันคิดว่าการแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนได้ทำสถานการณ์นั้นอยู่ ทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาได้ดีกว่าการถามลอยๆหรือรอถามในตอนสรุปทีเดียว เพราะนักเรียนได้ตอบจากกิจกรรมที่ทำจริงๆและการแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนี้ทำให้นักเรียนไม่รู้สึกแตกต่างเมื่อต้องตอบคำถามที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพราะถูกแทรกไว้ในเนื้อหาที่นักเรียนเรียนตอนนั้นจริงๆ ฉันรู้สึกว่าการตอบคำถามแบบนี้ดีกว่าการถามคำถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบแห้งๆหรือค่อยรอสรุปทีเดียวเหมือนในแผนก่อนๆที่ฉันทำก่อนหน้านี้” (อนุทินหลังสอนครั้งที่ 4)

จากการจัดการเรียนรู้โดยการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างหรือขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรม พบว่าช่วยให้นักเรียนสามารถอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัตินำไปสู่การสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และยังทำให้การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กลมกลืนไปกับการเนื้อหามากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังทำให้ใช้เวลาในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นสรุปน้อยลง ส่งผลให้บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้นมากกว่าการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 2 และ 3

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดให้มีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหา สามารถทำได้โดยการที่จัดกิจกรรมในเนื้อหาเคมีให้สามารถสะท้อนประเด็นธรรมชาติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน แล้วจึงสอดแทรกคำถามเพื่ออภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมนั้นๆ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมที่ได้ทำเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น และทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีความหมาย

4. การใช้คำถามในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำถามที่ใช้ในการสอดแทรกเพื่อสะท้อนและอภิปรายในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาเคมีนั้น ควรเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องหรือหยิบยกจากเนื้อหาเคมี เนื่องจากจะทำให้การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกับการสอนเนื้อหาเคมี และทำให้สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกมากน้อยเพียงใด

ฉันค้นพบแนวทางดังกล่าวจากการที่ฉันจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานและโลกเข้าใจได้ ซึ่งฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นโลกเข้าใจได้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนว่า นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์จะทำอย่างไรเมื่อเจอเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ไม่เจอมาก่อน ซึ่งจากคำถามดังกล่าวจะเห็นว่าเป็นคำถามที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ โดยความรู้สึกของฉันแล้วคิดว่าคำถามนี้สามารถใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจเดิมของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นโลกเข้าใจได้ได้ แต่หากพิจารณาในแง่ของการบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหานั้นยังถือว่าไม่ดีนัก เนื่องจากการถามคำถามในลักษณะดังกล่าวจะทำให้การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังไม่กลมกลืนกับการสอนเนื้อหาเคมีมากนัก หรือในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามว่านักเรียนคิดว่าในการหาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีขั้นตอนที่ตายตัวหรือไม่ อย่างไร จากคำถามดังกล่าวจะเห็นว่า ฉันยังขาดการเชื่อมโยงคำถามกับกิจกรรมการทดลองเรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ที่นักเรียนได้ทำในชั้นเรียน จากคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงเข้าใจว่าจำเป็นต้องทำตามขั้นตอน ทำให้ฉันต้องถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำการทดลองหรือไม่อย่างไร โดยนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงคิดว่าจำเป็นต้องทำการทดลอง ทำให้ฉันต้องยกตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า นักเรียนจึงสามารถสะท้อนได้ว่า ในบางความรู้ก็ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองและในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนเสมอไป อย่างไรก็ดี นักเรียนยังไม่สามารถยกตัวอย่างเพื่ออธิบายคำตอบได้ ซึ่งจากสถานการณ์ดังกล่าวอาจเป็นเพราะฉันใช้คำถามที่สะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำ ทำให้เมื่อมีการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นักเรียนไม่ได้นึกถึงหรือเชื่อมโยงจากกิจกรรมที่ได้ทำ และไม่เข้าใจว่าการทำกิจกรรมนั้นนำไปสู่การสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เช่น ในช่วงที่นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA นักเรียนอาจมีการสลับขั้นตอน หรือข้ามขั้นตอน ตัดบางขั้นตอน หรืออาจเกิดปัญหา และมีการแก้ไขปัญหา ทำให้เกิดการทำบางขั้นตอนซ้ำ หรือทำย้อนก็ได้ ครูอาจจะใช้คำถามในประเด็นนี้เพื่อนำไปสู่การสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องดำเนินตามขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการตั้งคำถามให้มีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมในเนื้อหาเคมีจึงมีความสำคัญมากที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และทำให้การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการสอนเนื้อหาเคมีเป็นเนื้อเดียวกัน นอกจากนี้อาจเกิดจากตัวกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำยังไม่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรก

หลังจากการค้นพบดังกล่าว ฉันพยายามที่จะใช้คำถามเพื่อสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมีในเรื่องที่สอนมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 หลังจากที่ฉันจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบและวางแผนการทดลอง รวมไปถึงการอภิปรายและสรุปผลการทดลองเรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ฉันจึงใช้คำถามเพื่อสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยถามนักเรียนว่า จากการทำกิจกรรมในวันนี้ นักเรียนคิดว่านักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ ถ้าใช้ ใช้อย่างไร ในขั้นตอนใดบ้าง ซึ่งนักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่า ในการทำกิจกรรมได้มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหลังจากดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับสารละลายเปลี่ยนสี นำไปสู่การศึกษาสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชันใช้ในการตั้งสมมติฐานปรากฏการณ์ดังกล่าว ใช้ในขั้นตอนของการวางแผนการทดลอง และการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง เพื่ออธิบายการผลการทดลองที่เกิดขึ้น จะเห็นว่าเมื่อใช้คำถามโดยเชื่อมโยงกับการทำกิจกรรมในเนื้อหาที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ จะทำให้นักเรียนสามารถสะท้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากกิจกรรมและทำให้การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อเดียวกันกับการสอนเนื้อหาเคมีมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ การใช้คำถามที่สอดแทรกหรือหยิบยกมาจากเนื้อหาเคมียังช่วยให้สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกมากน้อยเพียงใด เมื่อประเด็นนั้นถูกสอดแทรกอยู่ในเนื้อหาเคมีที่แตกต่างกัน โดยหากนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นๆถูกต้องก็จะสามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แม้จะสอดแทรกอยู่ในเนื้อหาที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างเช่น การใช้คำถามเพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ฉันมักจะใช้คำถามในลักษณะเดียวกัน โดยจะถามนักเรียนทุกครั้งหลังจากที่ได้อภิปรายและสรุปข้อความรู้ในเนื้อเคมีแล้วว่า นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการที่จะทำให้ผู้อื่นเชื่อถือหรือยอมรับในข้อความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษานั้นๆ เช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ฉันจะใช้คำถามว่า นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการทำให้ผู้อื่นยอมรับหรือเชื่อถือในข้อความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาในเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ หรือในเรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลการทดลองและข้อสรุปที่กลุ่มตนเองค้นพบจากการทำการทดลองเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ฉันได้ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายในประเด็นนี้ว่า นักเรียนเชื่อถือข้อสรุปของกลุ่มใดมากที่สุด เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเชื่อถือข้อสรุปของกลุ่มนั้น ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าในการที่จะเชื่อถือหรือยอมรับความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องหนึ่งๆต้องพิจารณาจากหลักฐานและการอธิบายข้อความรู้นั้น นอกจากนี้ฉันยังใช้คำถามเพื่อซักไซ้ไล่เรียง เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักฐานมากน้อยเพียงใด โดยใช้คำถามต่อว่าหลักฐานที่นักเรียนหมายถึงหรือหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อความรู้นั้นๆคืออะไร มีวิธีการในการได้มาอย่างไร ซึ่งในข้อความรู้แต่ละเรื่องก็จะมีหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนแตกต่างกัน เช่น ในเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ หลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนคือ สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบที่อาจอยู่ในรูปของ ตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือใช้เครื่องมือ เช่น ข้อมูลจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารประกอบ แต่ถ้าในเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน นักเรียนจะได้หลักฐานจากการที่นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองนั้น เป็นต้น จะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่าการถามคำถามในลักษณะเดียวกันในประเด็นเดียวกัน แต่หากถามในเนื้อหาที่แตกต่างกัน ก็จะช่วยให้สามารถสะท้อนได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับประเด็นนั้นมากน้อยเพียงใด เพราะถ้าหากนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง ถึงแม้ว่าประเด็นนั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะสอดแทรกอยู่ในเนื้อหาที่ต่างกัน นักเรียนก็จะสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเนื้อหานั้นๆได้อย่างถูกต้อง

กล่าวโดยสรุปคือ ในการใช้คำถามเพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนเนื้อหาเคมี ควรใช้คำถามที่เกี่ยวข้องหรือมาจากเนื้อหาเคมีที่ต้องการสอน เนื่องจากจะช่วยให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อเดียวกับการสอนเนื้อหาเคมี และทำให้สามารถประเมินได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆถูกต้องหรือไม่ เมื่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นสอดแทรกอยู่ในเนื้อหาเคมีที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีครูควรใช้คำถามที่หลากหลายแม้เมื่อต้องการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เดียวกัน เนื่องจากการใช้คำถามในลักษณะเดิมซ้ำๆจะทำให้นักเรียนทราบว่าเมื่อเจอคำถามลักษณะเช่นนี้ ต้องตอบคำถามอย่างไร ซึ่งอาจเกิดจากการจดจำแต่ไม่ได้สะท้อนมาจากความเข้าใจของนักเรียนก็ได้ และเพื่อให้บรรยากาศในการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

5. วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอดแทรก

ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดโดยบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาเคมีนั้น จะต้องให้ความสำคัญกับการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับการสอนเนื้อหาเคมี ดังนั้นในการที่จะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาเคมีนั้น จำเป็นจะต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นที่ต้องการสอดแทรก

ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาเคมีนั้น ควรพิจารณาจากเนื้อหาเคมีเป็นหลัก เนื่องจากในเนื้อหาเคมีเรื่องหนึ่งๆจะมีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในเนื้อหานั้นเสมอ โดยควรพิจารณาว่า ในเนื้อหานั้น สามารถสะท้อนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดได้อย่างชัดเจน ธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้ในเนื้อหานั้นเป็นอย่างไร มีวิธีการใดในการแสวงหาความรู้อย่างไรและเกี่ยวข้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้าง แล้วจึงหยิบยกเอาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นขึ้นมาให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน หากเป็นไปได้ในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็นหรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใกล้เคียงกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด เนื่องจากจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจว่าเนื้อหานั้นๆมีวิธีการในการได้มาอย่างไร นักวิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างไร และสามารถสะท้อนกิจกรรมที่ทำไปสู่การสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งฉันจะขอยกตัวอย่างการวางแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในเนื้อหาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ดังต่อไปนี้

ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็นได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 4) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นและ 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์โดยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเด็นสอดแทรกอยู่ในเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 4 ในการวางแผนเพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ นั้น ฉันพิจารณาว่าเนื้อหานั้นมีวิธีการได้มาซึ่งความรู้อย่างไร ภายใต้ความรู้นั้น มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใดสอดแทรกอยู่บ้าง แล้วจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นๆเข้ากับการสอนเนื้อหา โดยจะขอยกตัวอย่างต่อไปนี้

โดยทั่วไปแล้ว ธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ในทุกๆเรื่อง จำเป็นต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อใช้ในการอธิบายและยืนยันข้อความรู้นั้นๆ ดังนั้นในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน จึงเป็นประเด็นที่สามารถสอดแทรกได้ในทุกเนื้อหาเคมี โดยในแต่ละเนื้อหาก็จะมีหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อความรู้นั้นที่แตกต่างกัน โดยในการจัดการเรียนรู้ก็จะมุ่งให้นักเรียนสะท้อนและอภิปรายถึงความสำคัญของหลักฐานที่มีต่อความรู้วิทยาศาสตร์และอภิปรายว่าหลักฐานที่แทรกอยู่ในเนื้อหาเคมีเรื่องนั้นๆคืออะไร มีวิธีการได้มาซึ่งหลักฐานอย่างไร หากนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องก็จะสามารถสะท้อนได้ว่าในทุกๆข้อความรู้ล้วนแต่ต้องมีหลักฐานเพื่อสนับสนุนและยืนยันความรู้นั้นและบอกได้ว่าหลักฐานนั้นคืออะไร มีหลักฐานเพื่ออะไร ยกตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบที่มีหลักฐานคือข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติต่างๆของสารประกอบของธาตุตามคาบ เช่น จุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารประกอบ สมบัติความเป็นกรด-เบส ที่ได้อาจได้จากการสังเกตหรือการใช้เครื่องมือต่างๆเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการอธิบายข้อความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ หรือในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA เกี่ยวข้องกับแนวโน้มความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของธาตุหมู่ VIIA ซึ่งข้อความรู้ดังกล่าวนั้นได้มาจากการทดลองการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA ดังนั้นหลักฐานของข้อความรู้ดังกล่าวก็คือผลที่ได้จากการทดลองการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA นั่นเอง ดังนั้นในการจัดกิจกรรมอาจให้นักเรียนได้ทำการทดลองดังกล่าว และสะท้อนความเข้าใจประเด็นหลักฐานจากการทำกิจกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ประเด็นโลกเข้าใจได้ก็เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกประเด็นหนึ่งสามารถสอดแทรกอยู่ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทุกเนื้อหา เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เกิดจากการที่มนุษย์พยายามจะอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นโดยการสร้างเป็นแบบแผนและมีการทำงานอย่างเป็นระบบแต่เนื้อหาที่สามารถสะท้อนและสอดแทรกประเด็นนี้ได้อย่างชัดเจนควรเป็นเนื้อหาที่สามารถจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้นั้นโดยการสร้างแบบแผนด้วยตัวเองก็จะทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นอื่นๆ ควรพิจารณาว่าในเนื้อหานั้นๆมีวิธีการได้มาอย่างไร หรือสามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น ในเนื้อหาที่มีการทำการทดลองหรือมีการสังเกตและลงความเห็นในการที่จะได้มาซึ่งความรู้นั้นอย่างชัดเจน ก็สามารถที่จะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นเมื่อสอนเนื้อหานั้นๆได้ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สังเกตและลงความเห็นแล้วจึงหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ขึ้นมาอภิปราย เช่น ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเช่น ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA หรือความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชันในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 3 4 และ5 ที่นักเรียนจะต้องทำการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อความรู้นั้นซึ่งในการทำการทดลองก็จำเป็นต้องมีการใช้ทักษะการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล ดังนั้นในข้อความรู้ลักษณะเช่นนี้ก็จะง่ายต่อการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว หรือในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์โดยมีเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาฟิชชันซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ก็สามารถหยิบยกเอาประเด็นทางสังคมเรื่องการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นมาใช้ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเห็นว่าสังคมและวัฒนธรรมที่แตกต่างกันก็จะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษาแล้วจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและสะท้อนความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวจากการทำกิจกรรม ส่วนเนื้อหาที่มีการได้มาซึ่งความรู้นั้นไม่ได้เป็นไปตามขั้นตอนการแสวงหาความรู้ของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ก็สามารถที่จะสอดแทรกประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ได้หรือหากความรู้เรื่องนั้นๆมีการได้มาด้วยวิธีการอื่นๆที่ไม่ได้มาจากการทดลอง เช่น เรื่องการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี ที่เกิดจากความบังเอิญ หรือในบางแนวคิดที่ใช้เพียงการสังเกตแล้วจัดกลุ่มก็สามารถสอดแทรกประเด็นวิธีการที่หลากหลายในการได้มาซึ่งความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ หรือในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่สอดแทรกอยู่ในทุกข้อความรู้วิทยาศาสตร์เนื่องจากในการสร้างและพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการอยู่ในทุกขั้นตอนของการทำงาน สำหรับการพิจารณาการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหา เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ในงานวิจัยนี้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ตัวอย่างกิจกรรมและประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกเข้ากับเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

เนื้อหา	ลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา	กิจกรรม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ	นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการศึกษาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของธาตุ โดยต้องหาจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสมบัติความเป็นกรด-เบส แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาแบ่งกลุ่มเพื่อสรุปสมบัติของออกไซด์และคลอไรด์ของสารประกอบของธาตุตามคาบ	ให้นักเรียนพิจารณาตารางข้อมูลเกี่ยวกับจุดเดือดจุดหลอมเหลว และสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารประกอบออกไซด์และคลอไรด์ของธาตุตามคาบ แล้วอภิปรายข้อมูลในตาราง นำไปสู่ข้อสรุปของความรู้ แล้วจึงอธิบายร่วมกันความสำคัญของหลักฐานที่มีต่อข้อความรู้วิทยาศาสตร์และวิธีการได้มาของหลักฐาน หลังการทำกิจกรรม	วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (ยืนยันและอธิบายข้อความรู้ในเรื่องสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของธาตุตามคาบ)
ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA	ในการที่จะทราบได้ว่าธาตุหมู่ IA มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากกว่าธาตุหมู่ IIA ต้องมีการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุทั้งสองหมู่ และทดสอบการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA โดย	ให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับการละลายน้ำของโซเดียมและแมกนีเซียม สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น นำไปสู่การอภิปรายความสามารถของธาตุหมู่ IA และ IIA และทำการทดลองเรื่อง การละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA และ	1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (เพื่อยืนยันข้อความรู้ที่เรียน) 2. มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (ในระหว่างการสืบเสาะหรือทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา	กิจกรรม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
	ในการทำการทดลองต้องมีการใช้ทั้งทักษะการสังเกตและลงข้อสรุปข้อมูลเป็นหลักฐานที่ได้จากการทดลอง และในระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง	นำเสนอผลและข้อสรุปของการทดลอง	การทดลอง) 3. วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (ก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บข้อมูลการทดลอง) 4. ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น (ใช้ทักษะการสังเกตและลงความเห็นข้อสรุปในเนื้อหานี้)
ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA	ในการได้มาซึ่งความว่องไวของธาตุหมู่ VIIA นักวิทยาศาสตร์ต้องทำการทดลองเพื่อหาแนวโน้มในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VII ซึ่งในการทำการทดลองต้องมีการสังเกต และลงความเห็นข้อมูล ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของการ	ให้นักเรียนตั้งคำถามหลังจากดูคลิปวีดิทัศน์การทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA บางส่วน และหาวิธีการในการหาคำตอบของคำถามที่ตนเองตั้ง หลังจากนั้นจึงดูคลิปวีดิทัศน์การทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA ร่วมกับตารางแสดงผลการเกิดปฏิกิริยา แล้วให้นักเรียน	1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2. มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 3. วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา	กิจกรรม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
	ได้มาซึ่งข้อความรู้ และในระหว่างที่ทำการทดลองอาจมีการสลับขั้นตอน ข้ามบางขั้นตอน หรือทำซ้ำในบางขั้นตอน รวมไปถึงการจะยืนยันข้อความรู้ล้วนแต่ต้องอยู่บนหลักฐานที่ค้นพบ	อภิปรายสิ่งที่นักเรียนสังเกตและลงความเห็นข้อสรุปบนหลักฐานการทดลองที่นักเรียนเห็น	4. ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น
สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน	นักวิทยาศาสตร์ใช้ทั้งการสังเกตและจัดกลุ่มสมบัติของธาตุแทรนซิชันที่แตกต่างกับธาตุหมู่ IA และ IIA และทำการทดลองเพื่อหาสมบัติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสีของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน เพื่อให้ได้หลักฐาน และใช้การสังเกตและลงข้อสรุปข้อมูลบนหลักฐานที่ได้ รวมไปถึงใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้	1. ให้นักเรียนพิจารณารูปภาพของสารประกอบของธาตุแทรนซิชันและสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA โดยนักเรียนจะได้สังเกตและจัดกลุ่มสารประกอบดังกล่าว (มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์) 2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและดูคลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของสารประกอบของธาตุแทรนซิชันและตั้งคำถาม พร้อมออกแบบการหาคำตอบ แล้วจึงทำการทดลองเพื่อศึกษา	1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2. มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 3. วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 4. ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา	กิจกรรม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
		สมบัติของสารประกอบโครเมียม โดยวางแผนและหาข้อสรุปด้วยตนเองว่าเหตุใดสีของสารประกอบของธาตุโครเมียมจึงเปลี่ยนแปลง แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและข้อสรุปของกลุ่มตนเอง แล้วจึงอภิปรายร่วมกันถึงข้อสรุปว่าเหตุใดสารประกอบของธาตุแทรนซิชันจึงเปลี่ยนสีได้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายและแสดงหลักฐานเพื่อให้ข้อความรู้ของกลุ่มตนเองน่าเชื่อถือมากที่สุด แล้วจึงร่วมกันอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	
ธาตุกัมมันตรังสี	นักวิทยาศาสตร์มีการค้นพบธาตุกัมมันตรังสีด้วยความบังเอิญบนพื้นฐานของหลักฐานและการสังเกตและลงข้อสรุปด้วยเหตุและผล และต้องมีการทำ	ให้นักเรียนดูการทดลองของเบกเคอเรลให้การค้นพบธาตุกัมมันตรังสีและทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นพร้อมเล่าการค้นพบของเบกเคอเรล แล้วจึงอธิบายร่วมกันว่าในการได้มาซึ่งความรู้	1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2. มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา	กิจกรรม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
	การทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานก่อน	วิทยาศาสตร์นั้นอาจเกิดจากความบังเอิญก็ได้ และให้นักเรียนพิจารณาสมบัติของสารประกอบของธาตุกัมมันตรังสีและรังสีต่างๆ แล้วอภิปรายถึงหลักฐานในการได้มาซึ่งความรู้เรื่องนี้	
ปฏิกิริยานิวเคลียร์	มีเรื่องเกี่ยวกับปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชันที่ใช้ประโยชน์ในเรื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น	ให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์ที่เกี่ยวกับการระเบิดโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มอยู่คนละประเทศกันโดยมีทั้งประเทศที่เจริญแล้ว ประเทศกำลังพัฒนา และประเทศด้อยพัฒนา โดยให้หัวข้อกับนักเรียนว่าในสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่ควรมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่าบุคคลใดบ้างที่ควรมีบทบาทต่อมติดังกล่าว และให้	1. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา	กิจกรรม	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
		นักเรียนสวมบทบาทที่แตกต่างกันเพื่อนำเสนอข้อมูลและความคิดของตนเองต่อมติดังกล่าว แล้วจึงร่วมกันอภิปรายถึงอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนเนื้อหาเคมีนั้น พบว่า ในการสอนเนื้อหาเรื่องหนึ่งๆนั้น ไม่ควรที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก แต่ควรเลือกสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เด่นๆที่สามารถสะท้อนได้อย่างชัดเจนจากการทำกิจกรรมในเนื้อหานั้น เนื่องจากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายถึงลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรมหรือเนื้อหาที่ได้เรียนเทียบเท่ากับการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องนั้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากพอสมควรเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ฉันค้นพบแนวทางดังกล่าวในตอนที่ฉันวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA โดยวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม กิจกรรมแรกคือ ดูคลิปวีดิทัศน์การทำปฏิกิริยาของโลหะโซเดียมเปรียบเทียบกับโลหะแมกนีเซียม เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าธาตุหมู่ IA มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีมากกว่าธาตุหมู่ IIA และให้นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA จะสังเกตว่ากิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้นี้จะเน้นไปที่การดูคลิปวีดิทัศน์และการทำการทดลอง ซึ่งโดยธรรมชาติของการทำการทดลอง นักเรียนย่อมได้ใช้ทักษะการสังเกตและการลงความเห็น ทำให้ฉันเลือกที่จะสอดแทรกประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และเนื่องจากมีการอภิปรายการทดลองและสรุปข้อความรู้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้หลักฐานและการอธิบายหลักฐาน ฉันจึงคิดว่าสามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ และในการทำการทดลองก็ย่อมมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ และสามารถสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ได้ ทำให้ฉันเลือกสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 ประเด็นดังกล่าว อย่างไรก็ดี เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้จริงพบว่า ฉันประสบปัญหาในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในช่วงขั้นสรุปไม่สามารถสะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมดได้ทันในเวลาที่กำหนด ทำให้การสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นไปอย่างเร่งรีบและไม่ดีเท่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากไม่สามารถที่จะเลื่อนการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปในคาบต่อไปได้ เพราะนักเรียนอาจลืมทำให้ขาดการเชื่อมโยงในการสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากกิจกรรมที่ได้ทำในคาบเรียนก่อนหน้านั้นได้ นอกจากนี้ยังพบว่า การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มายาคติของการแสวงหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ยังไม่สามารถสะท้อนได้อย่างชัดเจนเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้เวลาในการอภิปรายค่อนข้างมาก เหตุผลหนึ่งอาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ยังไม่สามารถสะท้อนในประเด็นนี้ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการทำกิจกรรมการทดลอง ไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เป็นผู้คิดด้วยตนเองมากนัก นักเรียนยังคงทำตามขั้นตอนที่กำหนดให้เป็นส่วนใหญ่ โดยนักเรียนยังเริ่มจากการตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลองและอภิปรายและสรุปผลการทดลอง ซึ่งหากทำตามขั้นตอนการทดลองที่กำหนด ก็จะทำให้นักเรียนไม่เห็นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามขั้นตอนของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ หรืออาจมีการข้าม สลับหรือทำซ้ำในบางขั้นตอน ทำให้ในตอนที่สอดแทรกประเด็นนี้ในขั้นสรุป ต้องมีการยกตัวอย่างอื่นๆนอกเหนือจากเนื้อหาในเรื่องนี้ โดยฉันได้ยกตัวอย่างการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆแล้วให้นักเรียนอภิปรายว่าต้องทำตามขั้นตอนการแสวงหาความรู้หรือไม่ ซึ่งจากตัวอย่างดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์อาจมีการข้ามบางขั้นตอนก็ได้ อย่างไรก็ดี การสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ก็ยังไม่มีความชัดเจนนัก ดังนั้นในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้อาจจะยังไม่เหมาะสมที่จะช่วยให้สามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ดังนั้นอาจจะเลือกสอดแทรกเฉพาะประเด็นที่สามารถสะท้อนจากการทำกิจกรรมในเนื้อหาได้ดี เช่นในประเด็น ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ ก็จะช่วยให้นักเรียนสามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากกิจกรรมที่ได้ทำและช่วยลดปัญหาเวลาในการสอดแทรกและอภิปรายธรรมชาติในการจัดการเรียนรู้อีกด้วย

ในแผนการจัดการเรียนรู้อื่นๆ ฉันจึงเลือกที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เฉพาะประเด็นที่สำคัญที่สามารถสะท้อนได้จากการจัดกิจกรรมในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องธาตุกัมมันตรังสี โดยเนื้อหาในเรื่องนี้กล่าวถึงการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี สมบัติของรังสีชนิดต่างๆ หากพิจารณาจากเนื้อหาแล้ว จะเห็นว่า สามารถที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนได้ 2 ประเด็น คือ มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ในแง่ของวิธีการที่หลากหลายในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากในเนื้อเรื่องนี้ มีการกล่าวถึงการค้นพบธาตุกัมมันตรังสีของเบกเคอเรลโดยบังเอิญในขณะที่เขาศึกษาเกลือของธาตุยูเรเนียม และอีกประเด็นหนึ่งคือ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน เนื่องจากในการที่จะยืนยันหรือได้มาซึ่งข้อความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุกัมมันตรังสี หรือรังสีชนิดต่างๆ จะต้องมีการอธิบายข้อความรู้ที่ตั้งอยู่บนหลักฐานเชิงประจักษ์ ดังนั้นฉันจึงวางแผนที่จะสอดแทรกธรรมชาติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ทั้งสองประเด็นลงในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ และเมื่อนำไปใช้จริง ก็พบว่า สามารถที่จะสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าวได้อย่างชัดเจนและทันตามเวลาที่กำหนดในคาบเรียน

ดังนั้นการวางแผนที่จะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ ไม่ควรที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวนมากจนเกินไป แต่ควรเลือกหยิบยกในบางประเด็นที่สามารถสะท้อนได้อย่างชัดเจนจากเนื้อหานั้นๆ ให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้นั้นสามารถดำเนินการไปได้ภายใต้เวลาที่จำกัด

กล่าวโดยสรุปสำหรับแนวทางนี้คือ ในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนเนื้อหาเคมีควรพิจารณาลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา วิธีการได้มาซึ่งความรู้นั้นว่าสอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใด โดยเนื้อหานั้นควรจะสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นได้อย่างชัดเจน แล้วจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้น โดยการให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่สามารถสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นได้อย่างชัดเจน แล้วจึงค่อยหยิบยกเอาสิ่งที่นักเรียนได้ทำมาสะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป อย่างไรก็ดีจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาหนึ่งๆไม่ควรที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาจนเกินไป แต่ควรเลือกสอดแทรกประเด็นเด่นๆ ที่สามารถสะท้อนได้จากกิจกรรมอย่างชัดเจนเพื่อให้นักเรียนสามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากกิจกรรมที่ทำ และในการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลาพอสมควร

ผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ฉันได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียนซึ่งมีนักเรียนจำนวน 21 คน ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบโดยก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว ฉันให้นักเรียนทำแบบสอบถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 แล้วนำผลการสำรวจที่ได้ มาใช้ในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วางแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 และให้นักเรียนทำแบบสอบถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอีกครั้งหนึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนอย่างละเอียดแล้วจึงตีความหมาย และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น ซึ่งประกอบไปด้วยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็น ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) มายาคติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ และจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้อง หมายถึง คำตอบของนักเรียนสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้น 2) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน หมายถึง คำตอบของนักเรียนสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องบางส่วนหรือยังมีบางส่วนของคำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่ชัดเจน 3) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบของนักเรียนสะท้อนให้เห็นว่ายังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนหรือไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยสามารถแสดงผลการวิจัยได้ ดังตารางที่ 10 แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 10 ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						รวม
	เข้าใจถูกต้อง		เข้าใจบางส่วน		ไม่เข้าใจ		
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานประจักษ์	24	81	52	19	24	-	100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						รวม
	เข้าใจถูกต้อง		เข้าใจบางส่วน		ไม่เข้าใจ		
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
2. วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	19	57	57	43	24	-	100
3. มายาคติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
3.1 ขั้นตอน	-	81	-	19	100	-	100
3.2 วิธีการที่หลากหลาย	-	100	14	0	86	-	100
4. ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น	-	95	76	5	24	-	100
5. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์	24	71	57	29	19	-	100

จากตารางแสดงผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ประเด็น พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเป็นประเด็นที่มีนักเรียนเข้าใจถูกต้องมากที่สุด คือ ร้อยละ 24 เท่ากับ ประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดีจะเห็นว่า ไม่มีกรณีที่นักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องเกินร้อยละ 50 ในทุกๆประเด็นธรรมชาติ ส่วนประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และความแตกต่างระหว่างสังเกตและลงความเห็น เป็นประเด็นที่ไม่มีนักเรียนเข้าใจถูกต้องเลย

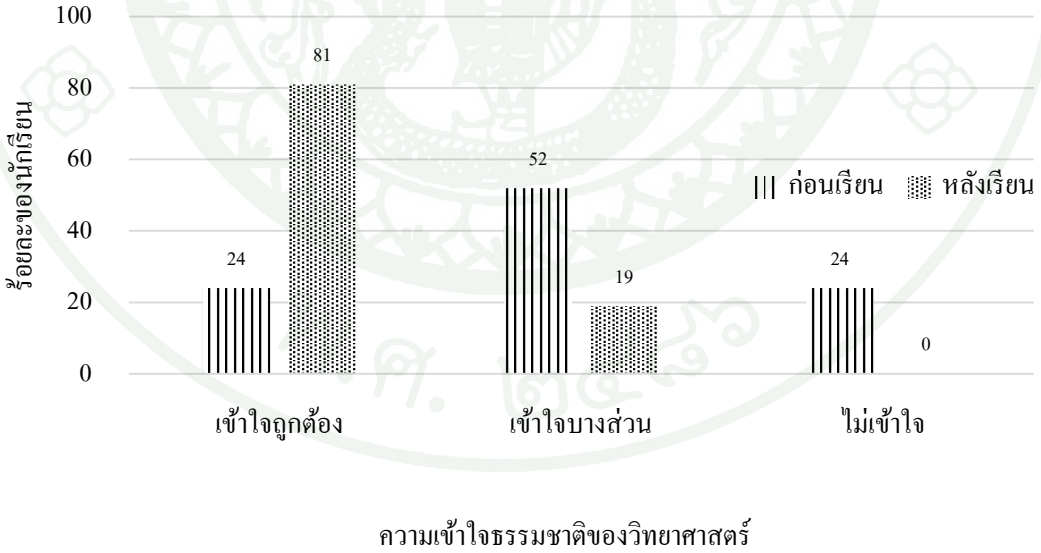
อย่างไรก็ตาม หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกๆประเด็น เห็นได้จาก ไม่มีประเด็นใดเลยที่มีนักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากขึ้นในทุกๆประเด็น โดยเฉพาะในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งเป็นประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากขึ้นกว่าประเด็นอื่นๆ ดังนั้น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองประเด็น จึงเป็นประเด็นที่นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจได้ถูกต้องมากที่สุด ส่วนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องได้น้อยที่สุด คือ ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เนื่องจากเป็นประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความเข้าใจบางส่วนมากที่สุด และมีความเข้าใจถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับประเด็นอื่นๆแม้จะผ่านการจัดการเรียนรู้แล้วก็ตาม สำหรับรายละเอียดผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละประเด็นแสดงได้ดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์

ในการวัดวามเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ฉันใช้คำถามว่า “ถ้าหากมีการเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่ นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอะตอมนั้นจะสามารถเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด” สามารถวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนได้ผลเป็นไป ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ร้อยละของความเข้าใจของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

เมื่อพิจารณาผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน จากภาพในข้างต้น จะพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คิดเป็นร้อยละ 52 มีความเข้าใจบางส่วนเท่านั้น โดยนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องและไม่ถูกต้อง มีจำนวนเท่ากันคือ ร้อยละ 24 แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้ จะเห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น สังเกตได้จาก นักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจจากกลุ่มเข้าใจบางส่วน มาเป็นมีความเข้าใจถูกต้องมากขึ้นโดยนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 81 จาก ร้อยละ 24 นักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วนมีจำนวนลดลงจากร้อยละ 52 เป็นร้อยละ 19 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจไม่ถูกต้องหลังการจัดการเรียนรู้ในประเด็นนี้เลย

ผลจากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ในประเด็นนี้ พบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นนี้มีเพียง 5 คนคิดเป็น (ร้อยละ 24) โดยนักเรียนทั้ง 5 คนกล่าวถึง การมีข้อมูลหรือมีการทดลองให้ดูประกอบการให้เหตุผลในการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจและยอมรับได้ จะทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการเชื่อถือและยอมรับ มีนักเรียนจำนวน 11 คน (ร้อยละ 52) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล่าวถึงหลักฐานอย่างชัดเจน และมีจำนวนน้อยมากที่กล่าวถึงการอธิบายประกอบหลักฐาน โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มักให้เหตุผลเกี่ยวของกับการพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง แต่สิ่งที่พิสูจน์แตกต่างกันดังนี้ นักเรียนจำนวน 3 คนในกลุ่มนี้พูดถึงการพิสูจน์ทฤษฎีให้เป็นที่ยอมรับ และนักเรียนอีก 3 คนกล่าวถึงการพิสูจน์แบบจำลอง ส่วนนักเรียนอีก 2 คนกล่าวถึงการมีหลักการประกอบการพิสูจน์ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก 2 คนกล่าวว่า ต้องมีการทดลองที่น่าเชื่อถือและเป็นความจริง และมีนักเรียนเพียง 1 คนที่กล่าวถึงการอธิบายทฤษฎีให้กระจ่าง ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F1 : ได้ เพราะการที่เราจะเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นมาใหม่ได้นั้น แสดงว่าเราจะต้องมีหลักการต่างๆที่มาพัฒนาจากรูปแบบจำลองอะตอมที่สร้างไว้ก่อนแล้ว และหลักการนั้นสามารถค้นพบแบบจำลองอะตอมใหม่ได้ ดังนั้นเมื่อหลักการที่สามารถพิสูจน์ว่าจริงแล้วแบบจำลองอะตอมนั้นก็สามารถเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้

นักเรียนรหัส M3 : อาจเป็นไปได้ถ้าการเสนอแบบจำลองขึ้นใหม่แล้วสามารถนำมาพิสูจน์ลบล้างทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบแบบจำลองก่อนหน้านี้ได้ หรือสานต่อทฤษฎีให้พัฒนาต่อไปจะทำให้เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปได้

อย่างไรก็ดี พบว่ายังมีนักเรียนอีก 5 คน คิดเป็นร้อยละ 24 ที่ยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องในประเด็นนี้ โดยนักเรียนจำนวน 3 คน คิดว่าความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คิดค้นขึ้นใหม่นั้นสามารถยอมรับและเชื่อถือได้ แต่ไม่ได้กล่าวถึงหลักฐาน แต่ให้เหตุผลที่แตกต่างกันดังนี้ นักเรียนจำนวน 2 คนให้เหตุผลว่า เพราะแบบจำลองมีได้หลายรูปแบบ ไม่มีข้อบ่งชี้ชัดว่าถูกหรือผิด ส่วนนักเรียนอีก 1 คนให้เหตุผลว่า ทฤษฎีใหม่ถูกต้องมากกว่าทฤษฎีเก่าและเมื่อทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีเหตุผลในลักษณะอื่นๆได้แก่ อาจเจอธาตุอื่นที่มีแบบจำลองต่างออกไป และมีนักเรียนเพียงคนเดียวเท่านั้นที่คิดว่าความรู้ใหม่จะไม่ได้รับการยอมรับ เพราะไม่มีข้อบ่งชี้ว่าเป็นจริง

สำหรับการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ฉันได้สอดแทรกในเรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA และปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ธาตุกัมมันตรังสี และการทำนายตำแหน่งและสมบัติของธาตุในตารางธาตุ เป็นจำนวนทั้ง 10 คาบ โดยหลังการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ฉันจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลจากตารางสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบเพื่อนำไปสู่ข้อความรู้เรื่อง จุดเดือดจุดหลอมเหลว และความเป็นกรด-เบสของสารประกอบของธาตุตามคาบ แล้วจึงสอดแทรกคำถามเพื่ออภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่า การจะทำให้ข้อความรู้วิทยาศาสตร์ที่ค้นพบมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับนั้นจะต้องอาศัยหลักฐาน

หลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับความเข้าใจประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ คือ อนุทินของนักเรียน โดยจากอนุทินหลังเรียนของนักเรียนสะท้อนลักษณะหรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงเข้าใจบทบาทและความสำคัญของหลักฐานที่มีต่อความรู้วิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนรหัส F1 กล่าวว่า “เมื่อนักวิทยาศาสตร์ต้องการนำเสนอข้อเท็จจริงจะมีหลักฐานประกอบ” (อนุทินหลังเรียนครั้งที่ 1) หรือ นักเรียนรหัส M3 ที่กล่าวว่า “นักวิทยาศาสตร์ช่างสงสัยปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดจากอะไรและตั้งสมมติฐานหาข้อมูลเพิ่มเติมรวบรวมและตรวจสอบหาข้อมูลใหม่ๆมานำเสนอโดยอ้างอิงหลักฐานที่น่าเชื่อถือ” (อนุทินหลังเรียนครั้งที่ 1)

หลังจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ และพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น โดยจะขอยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ฉันได้สอดแทรกคำถามในประเด็นนี้อีกครั้งเพื่อประเมินว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไรโดยฉันใช้คำถามว่า นักเรียนจะเชื่อได้อย่างไรว่าความรู้ที่ได้จากวิธีการตรวจสอบของนักเรียนถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ ปรากฏว่า มีนักเรียน 3 คนตอบขึ้นพร้อมๆกันว่า จะต้องมีหลักฐานมายืนยัน บางคนก็ตอบว่า ใช้ผลการทดลองหรือทำการทดลองให้ผู้อื่นดูเพื่อยืนยัน แสดงว่าหลังการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 มีนักเรียนบางส่วนเล็งเห็นความสำคัญและเข้าใจบทบาทของหลักฐานที่มีต่อความรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น และการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น หลังจากที่ฉันจัดแผนการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 ดังนี้

ในการจัดการเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ที่มีการให้นักเรียนได้ทำการทดลอง อภิปรายสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง และนำเสนอภายในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและได้มีการนำเสนอผลการทดลองของกลุ่มตนเอง โดยอ้างอิงหลักฐานที่ตนเองหาได้พร้อมกับอธิบายให้เพื่อนกลุ่มอื่นๆเชื่อในสิ่งที่กลุ่มของตนสรุป หลังจากจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากอนุทินหลังเรียนของนักเรียน ที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของหลักฐานและการอธิบายประกอบหลักฐานที่มีผลต่อความรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจำนวน 19 คน จาก 21 คน สามารถสะท้อนได้ว่า หลักฐานและการอธิบายมีผลต่อการที่ความรู้วิทยาศาสตร์จะได้รับการยอมรับและเชื่อถือ เช่น นักเรียนรหัส F5 ที่สะท้อนว่า “หากจะเชื่อถือและยอมรับในข้อความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง จะต้องมีหลักฐานที่เพียงพอและสามารถทดลองได้ มีการอธิบายอย่างมีเหตุผลมีที่มาที่ไปและมีการทดลองหลายๆครั้งเพื่อผลที่แน่ชัด” หรือ นักเรียนรหัส F1 ที่ให้เหตุผลว่า “พิจารณาจากความน่าเชื่อถือของหลักฐาน การอธิบาย และการหาผลมาสรุป” อย่างไรก็ดี ยังมีนักเรียนอีก 2 คน ที่ยังกล่าวถึงการพิสูจน์ความรู้วิทยาศาสตร์ ดังเช่น นักเรียนรหัส F7 ที่ให้เหตุผลว่า “พิจารณาจากเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ว่ามีความรู้มาเปรียบเทียบหรือมีการพิสูจน์ซ้ำเพื่อให้ชัดเจนและแน่นอนหรือไม่”

จากการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ระหว่างเรียนโดยพิจารณาจากการตอบคำถามในชั้นเรียน และอนุทินหลังเรียนของนักเรียนในข้างต้น แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ฉันได้ให้นักเรียนทำแบบสอบถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ข้อคำถามเดิม พบว่า นักเรียนจำนวน 17 คน (ร้อยละ 81) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นนี้ โดยนักเรียนทั้ง 17 คนให้เหตุผลในลักษณะเดียวกัน คือ การที่ความรู้วิทยาศาสตร์จะได้รับการยอมรับและเชื่อถือ จะต้องอาศัยหลักฐานหรือข้อมูลและมีเหตุผลและการอธิบายประกอบหลักฐานนั้นให้มีความน่าเชื่อถือ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F19 ให้เหตุผลว่า “ถ้านักวิทยาศาสตร์สามารถจะอธิบายและหาหลักฐานมาให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่นยอมรับได้ ก็จะเป็นที่ยอมรับในคนหมู่มากไปด้วย เพราะวิทยาศาสตร์ คือศาสตร์ที่สามารถอธิบายสิ่งต่างๆหรือปรากฏการณ์ต่างๆได้”

นักเรียนรหัส M2 ให้เหตุผลว่า “สามารถยอมรับได้ ถ้าหากเรามีข้อมูลหลักฐานและการอธิบายเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ฟังทำให้เข้าใจแบบจำลองได้มีหลักฐานมาพิสูจน์และยืนยันโดยพิจารณาจากวิธีการทดลองที่เขาใช้และผลสรุปการทดลอง”

นักเรียนรหัส F12 ให้เหตุผลว่า สามารถยอมรับและเชื่อถือได้ เพราะแบบจำลองอะตอมใหม่นั้นอาจจะให้ข้อมูลที่แน่ชัดและชัดเจนได้มากกว่าแบบจำลองเก่า และมีผลการทดลองที่แน่ชัดและสามารถเชื่อถือได้เกี่ยวกับแบบจำลอง โดยต้องเอาหลักฐานมายืนยันให้คนเห็นว่ามันเกิดขึ้นแบบนี้ มันเป็นแบบนี้ ให้คนเชื่อว่ามันเกิดแบบนี้จริงๆ มีขั้นตอนมีวิธีการบอกว่ามันเกิดขึ้นแบบนี้สามารถเชื่อถือได้และต้องมีการอธิบายด้วยจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ

จากคำตอบของนักเรียนทั้ง 3 คน จะเห็นว่า นักเรียนมีการกล่าวอ้างถึง การอธิบายและหลักฐาน ในการที่จะทำให้ข้อความรู้วิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับ อย่างไรก็ดีก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสามคนมีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มไม่เข้าใจในประเด็นนี้ โดยคำตอบของนักเรียน ไม่มีการกล่าวถึงอำนาจของการอธิบายและหลักฐานที่มีต่อความรู้วิทยาศาสตร์เลย การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าว จึงสนับสนุนผลการวัดความเข้าใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ดี พบว่า ยังมีนักเรียนอีกจำนวน 4 คน (ร้อยละ 19) ที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนในประเด็นนี้ โดยนักเรียนทั้ง 4 คนให้เหตุผล โดยมีการกล่าวถึงหลักฐานที่จะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำมาช่วยในการอ้างอิงความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงอำนาจในการอธิบายหลักฐาน โดยมีนักเรียนจำนวน 3 คนกล่าวถึงการพิสูจน์ข้อความรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้น ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F10 ตอบว่า “ได้ หากมีการเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่ อาจจะสามารถเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้ หากแบบจำลองนั้นน่าสนใจมีหลักฐานและสามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง”

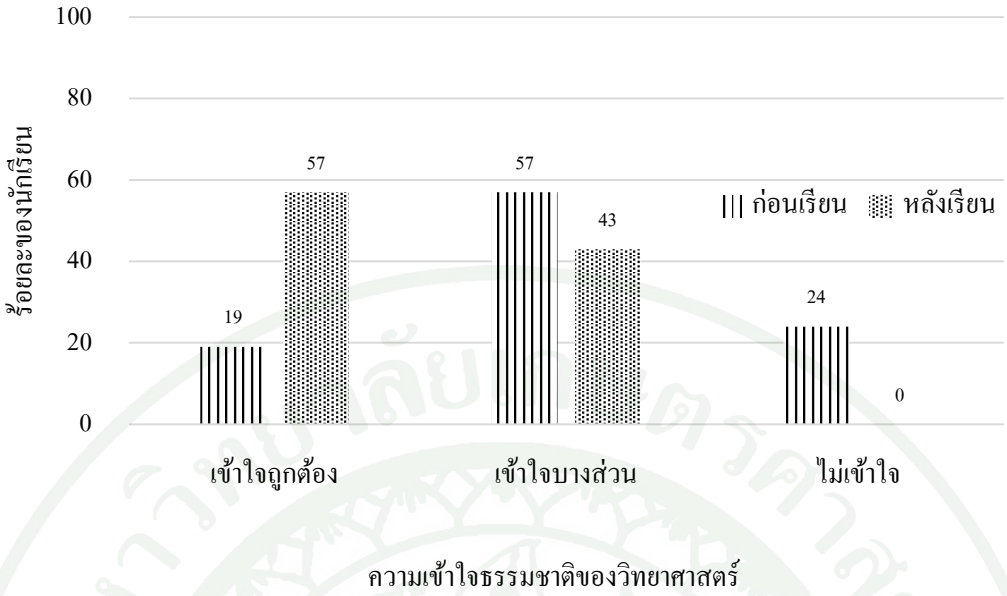
นักเรียนรหัส M4 ที่ให้เหตุผลว่า “ได้ โดยพิจารณาจากหลักฐานและข้อพิสูจน์ที่สามารถหาข้อสรุปได้ โดยอาจได้จากผลการทดลอง การสังเกตหาหลักฐานเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีของตนเอง”

ถึงแม้นักเรียนในกลุ่มนี้ยังคงให้เหตุผลที่แสดงถึงการพิสูจน์ความรู้วิทยาศาสตร์แต่นักเรียนก็มีความเข้าใจและบ่งชี้ถึงความสำคัญของหลักฐานได้มากกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนในกลุ่มนี้ไม่มีกล่าวถึงความสำคัญของหลักฐานที่มีต่อความรู้วิทยาศาสตร์เลย

ประเด็นที่ 2 วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

สำหรับในประเด็นนี้ ฉันใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าในการสร้างและพัฒนาข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด 21 คน สามารถจัดกลุ่มของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังภาพที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 6 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มเข้าใจถูกต้องและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จากร้อยละ 19 เป็นร้อยละ 57 นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมีความเข้าใจบางส่วนมีจำนวนลดลง จากร้อยละ 57 เป็นร้อยละ 43 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจไม่ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้

ผลจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบสอบถามก่อนการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 12 คน (ร้อยละ 57) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยให้เหตุผลว่า ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการใช้ในการคิดค้นสิ่งใหม่นำมาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ (5 คน) อีกลักษณะหนึ่ง คือ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการการใช้ในการสร้างและออกแบบสิ่งที่ศึกษา (3 คน) และยังมีนักเรียนให้เหตุผลว่า มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสูตรหาคุณสมบัติและการทดลองใหม่ๆ (2 คน) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนให้เหตุผลอื่นๆ ได้แก่ ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐานเพื่อทดลองและค้นคว้าสิ่งใหม่ๆ (1 คน) หรือใช้ในการประดิษฐ์สิ่งต่างๆหรือกำหนดทฤษฎี (1 คน) อย่างไรก็ตาม พบว่านักเรียนในกลุ่มนี้ยังไม่สามารถให้อธิบายได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทในทุกขั้นตอนของการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ แต่บอกได้เพียงในบางขั้นตอนเท่านั้น และนักเรียนมักขาดการอธิบายและยกตัวอย่างที่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนรหัส F1 ให้เหตุผลว่า ต้องใช้ เพราะการคิดค้นสร้างสิ่งใหม่หรือพัฒนาสิ่งใดก็ตาม จะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ที่ทำให้เกิดจินตนาการต่างๆที่แปลกไปจากเดิม เพราะจินตนาการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน จึงอาจทำให้เกิดความรู้ใหม่ที่ไม่เหมือนใคร ทำให้เกิดการค้นพบใหม่ๆ ขึ้นและข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็จะพัฒนาออกไป

นักเรียนรหัส M2 ให้เหตุผลว่า ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เช่นแบบจำลองอะตอมที่คิดว่าอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม

นักเรียนรหัส M4 ให้เหตุผลว่า ต้องใช้ เพราะการที่นักวิทยาศาสตร์จะสร้างสูตรหาคุณสมบัติต่างๆได้นั้น ต้องเอาความคิดสร้างสรรค์มาผนวกกับความรู้ เช่น เซอร์ไอแซก นิวตัน ที่ได้ไปนั่งใต้ต้นแอปเปิ้ล แล้วลูกแอปเปิ้ลตกใส่หัว ทำให้เกิดความอยากรู้และจินตนาการในการคิดว่าทำไมลูกแอปเปิ้ลตกใส่ได้ ทำไมไม่ลอย

สำหรับนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้ มีจำนวน 4 คน (ร้อยละ 19) โดยนักเรียนทั้ง 4 คนให้เหตุผลที่คล้ายคลึงกัน คือ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการจำเป็นสำหรับการศึกษาเรื่องที่ไม่สามารถมองเห็นหรือจับต้องได้ โดยการสร้างแบบจำลองหรือร่างภาพให้มองเห็นชัดเจน และยังจำเป็นต่อการริเริ่มสิ่งใหม่ๆ อย่างไรก็ดี นักเรียนในกลุ่มนี้ก็ยังไม่สามารถอธิบายถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนนัก

อย่างไรก็ดี พบว่ายังมีนักเรียนอีก 5 คน (ร้อยละ 24) ที่ยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเพื่อไม่ให้ซ้ำกับคนอื่น (1 คน) และต้องคิดนอกกรอบเพื่อสร้างสิ่งใหม่ๆ (1 คน) ส่วนนักเรียนอีก 2 คนไม่ได้อธิบายคำตอบ และมีนักเรียน 1 คนที่ให้เหตุผลว่า เพราะสมองต้องได้รับการพัฒนาทั้งสองด้าน ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม

สำหรับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ฉันได้สอดแทรกประเด็นนี้ในเรื่อง สมบัติของธาตุแทรนซิชันและสมบัติของสารประกอบเชิงซ้อนของธาตุแทรนซิชัน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ ฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ แต่นักเรียนมักเข้าใจว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนของการตั้งสมมติฐานและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การออกแบบการทดลอง อย่างไรก็ดี ไม่มีนักเรียนที่กล่าวถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตีความเพื่อลงข้อสรุปข้อมูล จะเห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจในประเด็นนี้เพียงบางส่วนเท่านั้น

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ฉันจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน โดยฉันได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีการตั้งปัญหาตั้งสมมติฐาน และคิดวิธีการทดลองเองในขั้นนำของการจัดการเรียนรู้ แต่ในช่วงที่นักเรียนทำการทดลอง ฉันให้นักเรียนทำตามขั้นตอนการทดลองที่วางไว้ เนื่องจากเป็นการทดลองที่ค่อนข้างยาก แต่ก็ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และวางแผนว่า ในการทดลองจะต้องทำอย่างไร ใช้อุปกรณ์ใดบ้าง รวมไปถึงคิดวิธีการในการนำเสนอผลการทดลอง ตลอดจนสรุปผลการทดลอง แล้วจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ในช่วงท้ายของการสรุปกิจกรรม เห็นได้จากอนุทินสะท้อนความคิดหลังสอน

ฉัน: จากการทำกิจกรรมนี้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการบ้างหรือไม่อย่างไร

นักเรียน :ใช้

ฉัน : ใช้ในตอนใดบ้าง

นักเรียน : ตั้งคำถามหลังจากดูปรากฏการณ์ในคลิปวิดีโอคิดและออกแบบตารางวางแผนการทดลองใช้ในการอภิปรายและสรุปผลการทดลองโดยต้องคิดคำอธิบายปรากฏการณ์ให้ผู้อื่นเข้าใจ

(อนุทินหลังการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4)

หลังการจัดการเรียนรู้ในแผนนี้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการจำเป็นต่อการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ เห็นได้จากการที่นักเรียนสะท้อนความคิดในอนุทินหลังการเรียน แต่อย่างไรก็ดียังพบว่า มีนักเรียนจำนวนน้อยที่สะท้อนความคิดในอนุทินหลังเรียนได้ว่า ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนของการทำงาน โดยนักเรียนมักจะตอบและยกตัวอย่างมาในบางขั้นตอนเท่านั้น เช่น นักเรียน รหัส F15 สะท้อนในอนุทินหลังเรียนว่า “ในการหาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกๆขั้นตอน เช่น คิดในการตั้งปัญหา คิดสมมติฐาน” หรือนักเรียนรหัส F18 ที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สะท้อนว่า “ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสร้างปัญหาหรือสมมติฐานว่าเราต้องการจะรู้เรื่องอะไร การสร้างรูปแบบการทดลองว่า เราจะทดลองรูปแบบใด จึงจะสามารถทำให้บรรลุเป้าหมาย” โดยนักเรียนส่วนใหญ่มักไม่ได้กล่าวถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในช่วงหลังการทดลอง แม้ว่าจะมีนักเรียนบางคนที่สามารถบอกได้ว่าต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกๆขั้นตอน แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนมากนัก เช่น นักเรียนรหัส M3 สะท้อนในอนุทินหลังเรียนว่า ในการหาความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเพราะการใช้ความคิดสร้างสรรค์ใช้ทุกกระบวนการ ตั้งแต่ ตั้งปัญหา สมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และสรุปผลการทดลอง เพื่อให้คนอื่นเข้าใจ ทั้งนี้อาจเพราะคำถามที่ฉันใช้ถามในอนุทินของนักเรียนที่ให้นักเรียนสะท้อนว่า ในการหาความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่าง ซึ่งไม่ได้ระบุให้นักเรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอน ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง ทำให้นักเรียนสะท้อนเพียงบางประเด็นเท่านั้น

หลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 12 คน (ร้อยละ 57) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีความจำเป็นในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์และมีบทบาทอยู่ในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งก่อน ระหว่าง และหลัง ตั้งแต่การตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน การออกแบบ และทำการทดลอง รวมถึงการตีความและสรุปผลการทดลอง โดยนักเรียนทั้ง 12 คน ให้เหตุผลถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขั้นก่อนและระหว่างการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์คล้ายคลึงกัน คือ ต้องใช้ในการตั้งปัญหา และการตั้งสมมติฐานรวมไปถึงการออกแบบและหาวิธีการในการทำการทดลอง แต่ให้เหตุผลของการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในช่วงหลังการแสวงหาความรู้แตกต่างกันออกไปดังนี้ ในช่วงหลังทำการทดลองต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการอธิบายผลที่ได้ (7 คน) ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการจำลองสิ่งที่ได้ออกมาตามความคิดโดยสร้างจากข้อมูลที่มีอยู่ (4 คน) นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนอีก 1 คนที่ให้เหตุผลว่า ในช่วงหลังทำการทดลองจะต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการคิดและแสดงออกของข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างตาราง การสร้างกราฟ เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F1 ให้เหตุผลว่า เห็นด้วย เพราะ ในการที่จะทดลองแต่ละครั้ง จะต้องออกแบบวิธีในการทดลองซึ่งต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการออกแบบด้วย หรือ เวลาสังเกตเห็นปรากฏการณ์ เราก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ว่ามันอาจจะเป็นแบบนี้ แล้วทำการสมมติฐานขึ้นมา ในการตั้งปัญหาก็ต้องคิดก่อนว่า ปัญหาเป็นยังไง ก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คิดว่า เราจะทำยังไง ขั้นตอนวิธีการทดลอง ในตอนสรุปหรืออภิปรายผลก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ผนวกกับความรู้ที่เรามีมาอธิบายผลที่ได้จากการสังเกต

นักเรียนรหัส M13 ให้เหตุผลว่า เพราะ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเป็นพื้นฐานที่ใช้ในการตั้งสมมติฐานอันเป็นที่มาของการหาคำตอบ โดยใช้ในการตั้งคำถามต้องคิดว่ามันมายังไง ทำไมได้แบบนั้น กว่าที่จะมาเป็นปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นมาได้ยังไง ใช้ในการตั้งสมมติฐาน คาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น ในการออกแบบการทดลองว่าจะทดลองยังไง ในการสรุปผลเราก็ต้องคิดว่าการที่ผลการทดลองออกมาแบบนี้เพราะอะไร

นักเรียนรหัส F18 ให้เหตุผลว่า เห็นด้วย ดิฉันคิดว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เมื่อเราสงสัยปัญหาใด ถ้าเราต้องการที่จะทดลองเพื่อหาคำตอบ เราต้องใช้จินตนาการว่า เราจะทดลองด้วยวิธีใด เช่น เราต้องผสมสารใดและสารใดเพื่อให้เกิดสีที่ต้องการ โดยต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการใช้ทุกช่วง ตั้งแต่การคิดว่าเราจะศึกษาเรื่องอะไร สมมติฐานเราก็คิดก่อนว่ามันจะเป็นอย่างไร คิดวิธีการทดลอง วิธีการทดลองอันแรกที่เราทำไม่ได้ เราก็อาจจะหาวิธีการทดลองใหม่ ในตอนสรุปผลการทดลองต้องสรุปผลการทดลองให้ได้เราก็จินตนาการว่าสิ่งที่เราทดลองมามันเป็นจริงได้หรือไม่ และก็ต้องแสดงออกมาเป็นตาราง เป็นกราฟ อธิบายให้คนอื่นเข้าใจ

จากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในข้างต้น นักเรียนรหัส F1 และ M13 มีความเข้าใจในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากก่อนจัดการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสองคนมีความเข้าใจบางส่วนเท่านั้น ส่วนนักเรียนรหัส F18 แม้ก่อนการจัดการเรียนรู้จะมีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้แล้วก็ตาม แต่หลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนสามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในแง่ของการอธิบายในการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ดี นักเรียนจำนวน 9 คน (ร้อยละ 43) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนในประเด็นนี้ โดยนักเรียน 7 คนในกลุ่มนี้สามารถบอกได้ว่า ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอน ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังทำการทดลอง แต่การอธิบายในช่วงหลังการทดลอง นักเรียนไม่ได้ให้เหตุผลในลักษณะของการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตีความหมายผลการทดลองหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แต่นักเรียนให้เหตุผลในลักษณะต่อไปนี้ ในช่วงหลังการทดลองต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสรุปว่าเป็นจริงตามผลหรือไม่ (2 คน) หรือเข้าใจว่า ใช้ในการคิดคำพูดหรือเรียบเรียงในการสรุปผลเท่านั้น (2 คน) หรือเข้าใจว่าต้องใช้ในการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ (2 คน) ส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนอีก 1 คนไม่สามารถอธิบายการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในระหว่างการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก 2 คนในกลุ่มนี้เข้าใจว่าในช่วงหลังการทดลองไม่จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเพราะเห็นได้จากผลอยู่แล้ว ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F5 ที่ให้เหตุผลว่า ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตั้งปัญหา เพราะถ้าเราไม่มีความคิดสร้างสรรค์ที่จะตั้งปัญหา ความรู้ทุกอย่างก็จะไม่เกิดขึ้น ออกแบบการทดลอง ต้องออกแบบว่าใช้หลักการใดในการที่จะทดลอง การตั้งสมมติฐานใช้ในการคาดคะเนคำตอบของปัญหาของเรา ในตอนสรุปน่าจะไม่ต้องใช้เพราะมันก็เห็นผลแล้ว

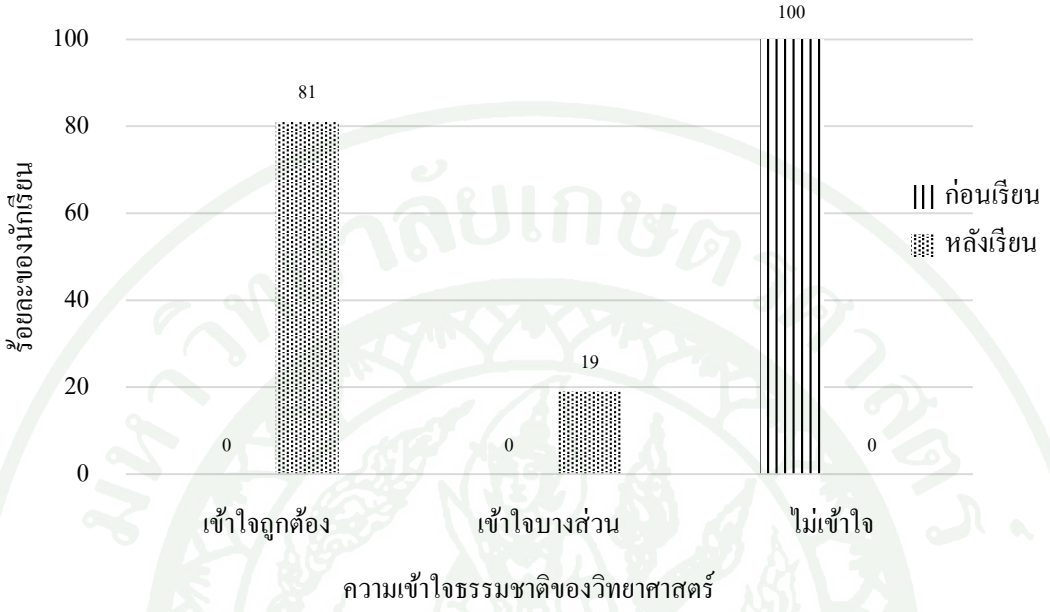
ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฉันได้จัดการเรียนรู้เพื่อสะท้อนการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในช่วงสรุปการทดลองเพียงแค่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 เท่านั้นและในแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวก็เป็นกิจกรรมการทดลองที่ค่อนข้างยากและไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการอย่างชัดเจนมากนักดังนั้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่าในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ควรจะต้องมีการจัดการเรียนรู้ซ้ำในประเด็นนี้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป โดยคำนึงถึงเนื้อหาและกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในช่วงท้ายของการสรุปความรู้วิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ก็จะช่วยให้นักเรียนสามารถสะท้อนความคิดได้จากการทำกิจกรรมหลังการจัดการเรียนรู้

ประเด็นที่ 3 มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

สำหรับในประเด็นนี้ ฉันต้องการวัดว่า นักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนที่แน่นอนและตายตัว และมีวิธีการในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ได้มีเพียงการทดลองเท่านั้น ฉันจึงแบ่งคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ในประเด็นนี้ออกเป็น 2 ข้อได้แก่ นักเรียนคิดว่าวิธีการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร และ นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับความคิดที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง อย่างไร จงอธิบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในคำถามข้อที่ 1 แสดงได้ดังภาพที่ 7

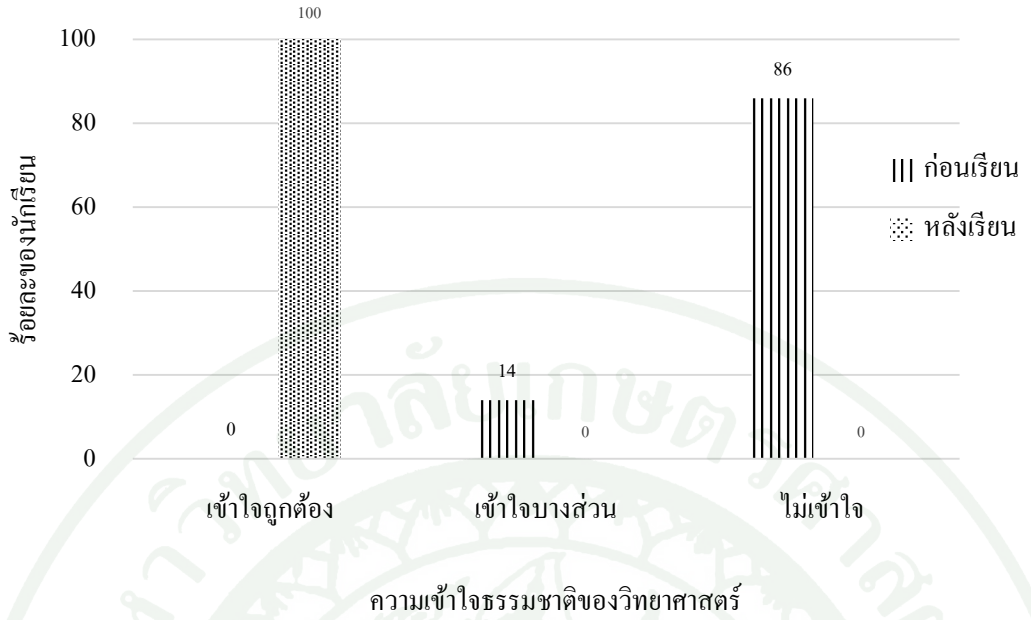


ภาพที่ 7 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (คำถามข้อที่ 1)

เมื่อพิจารณาจากภาพ จะเห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทั้ง 21 คน ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแง่ของขั้นตอนในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดี หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สังเกตได้จากการที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 81 และไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีความเข้าใจในประเด็นนี้หลังเรียนเลย

สำหรับคำถามที่ 2 ฉันใช้คำถามว่า นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับความคิดที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลองอย่างไร จงอธิบาย แสดงผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ได้ ดังภาพที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (คำถามที่ 2)

เมื่อพิจารณาภาพที่ 8 จะเห็นประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ในแง่ของวิธีการที่หลากหลายในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจค่อนข้างดีมาก ดังจะเห็นได้จาก การที่ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจในประเด็นนี้ คิดเป็นร้อยละ 86 และพบว่าไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้เลย อย่างไรก็ดี หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนทั้ง 21 คนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 100

ผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งและสะท้อนความคิดเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

สำหรับผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียน ก่อนการจัดการเรียนรู้ในคำถามข้อที่ 1 ถามว่า “นักเรียนคิดว่าวิธีการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร” เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนทั้ง 21 คน (ร้อยละ 100) ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จะต้องทำตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้แต่ได้ให้เหตุผลในรายละเอียดที่แตกต่างกัน ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนกลุ่มแรก (9 คน) ให้เหตุผลว่า การทำตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ทำให้งานมีคุณภาพและถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ส่งผลให้มีความน่าเชื่อถือ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส M15 ให้เหตุผลว่า จำเป็น เพราะมันทำให้นักวิทยาศาสตร์นั้นได้รู้แนวทางจุดประสงค์ของการทดลองนั้นๆและจะทำให้ข้อมูลที่ค้นพบนั้นน่าเชื่อถือมากขึ้นและจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจน

นักเรียนรหัส F20 ให้เหตุผลว่า จำเป็น เพราะการสมมติฐาน ขั้นตอนทดลอง การทำการทดลอง คิดสรุปผล เป็นขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ที่ทำออกมาแล้วมีระเบียบแบบแผนได้งานที่มีคุณภาพถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์จริง

นักเรียนบางกลุ่มเชื่อว่า หากทำตามขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสามารถหาความรู้ได้มากขึ้น (2 คน) ต้องทำตามขั้นตอน เพราะทำให้การทำงานเป็นระบบมีแบบแผน (1 คน) เชื่อว่าต้องทำตามขั้นตอนเช่นนี้ทุกครั้ง (4 คน) นอกจากนี้ยังมีการให้เหตุผลในลักษณะว่า ในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องทำต่อเนื่องกันไปจึงจะได้ผล (2 คน) หรือเข้าใจว่ากระบวนการเป็นสิ่งที่สำคัญ (1 คน) ในทุกครั้งต้องมีการทดลอง (1 คน) เป็นการเปรียบเทียบความรู้ (1 คน)

สำหรับผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ในคำถามข้อที่ 2 ที่ถามว่า “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ กับความคิดที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง อย่างไร จงอธิบาย” ผลจากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการที่หลากหลายในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์เลย นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 18 คน (ร้อยละ 86) ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้โดยนักเรียนจำนวน 15 คนในกลุ่มนี้เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง โดยให้เหตุผลที่แตกต่างกัน ดังนี้ ผลการทดลองทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือสามารถตรวจสอบและพิสูจน์ความรู้ได้ (7 คน) ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F1 ให้เหตุผลว่า เห็นด้วย เพราะการทดลองต่างๆผลที่ออกมาจะแตกต่างกันออกไปเพื่อให้เราได้ใช้ความคิด ความรู้ ของเราพิจารณาผลการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสามารถตรวจสอบได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนรหัส F5 ให้เหตุผลว่า เห็นด้วย วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยข้อเท็จจริงและสามารถพิสูจน์ได้ การพิสูจน์ส่วนมากก็ต้องอาศัยการทดลองเป็นสำคัญ

นักเรียนรหัส M6 ให้เหตุผลว่า เห็นด้วย การทดลองถือว่าเป็นการตรวจสอบ สมมติฐานและข้อเท็จจริง หากเราไม่ทดลองซ้ำๆหลายครั้งจนคงที่ เราก็จะไม่ได้ข้อเท็จจริงของปัญหาที่ต้องการทราบและไม่สามารถทำขั้นตอนอื่นได้อย่างถูกต้อง และถูกวิธี ดังนั้นเราจึงนำข้อมูลมาใช้ไม่ได้เพราะเป็นเท็จ อย่างไรก็ตามการวิจัยหรือต้องการทราบปัญหาต้องมีการทดลอง

จากคำตอบของนักเรียนทั้งสามคนจะเห็นว่า นักเรียนยังเข้าใจว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำการทดลองเสมอ

นอกจากนี้นักเรียนยังให้เหตุผลที่แตกต่างออกไปว่า ผลการทดลองทำให้เกิดความรู้ใหม่ (3 คน) การทดลองช่วยเพิ่มความรู้วิทยาศาสตร์ (2 คน) การทดลองทำให้วิทยาศาสตร์มีความหมาย (1 คน) นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนที่ให้เหตุผลที่ต่างออกไปว่า การทดลองทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ (2 คน) อย่างไรก็ดีพบว่ายังมีนักเรียนอีก 3 คนที่มีความเข้าใจว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองเสมอไป แต่ก็ยังไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ โดยนักเรียนเข้าใจว่าอาจมาจากหนังสือก็ได้ (1 คน) มาจากทฤษฎีก็ได้ (1 คน) ไม่ได้ใช้การทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ต้องใช้จินตนาการร่วมด้วย (1 คน) อย่างไรก็ดีพบว่า มีนักเรียนจำนวน 3 คน (ร้อยละ 14) มีความเข้าใจในประเด็นนี้บางส่วนโดยเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้นแต่ยังมาจากการสังเกต (2 คน) หรือเกิดความสงสัยสิ่งรอบตัวจึงหาข้อมูล (1 คน)

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วจะพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เลย ทั้งในแง่ของขั้นตอนการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการที่หลากหลายในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นฉันจึงได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนี้ในเรื่อง ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสีจำนวน 5 คาบ โดยการจัดการเรียนรู้ ฉันได้ใช้คำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนในประเด็นนี้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีความเข้าใจในประเด็นนี้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดความเข้าใจในประเด็นนี้ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก่อนการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ฉันใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้ ดังบทสนทนา

ฉัน : นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์จะทำอย่างไรเมื่อเจอเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ไม่เคยเจอมาก่อน
นักเรียนคนที่ 1 : ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น
นักเรียนคนที่ 2 : ตั้งสมมติฐานปรากฏการณ์นั้นๆ
นักเรียนคนที่ 3 : ทำการทดลองค้นคว้ารวบรวมข้อมูล

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 1)

และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ฉันใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนว่า นักเรียนคิดว่าธาตุแต่ละหมู่มีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับสารเดียวกัน ได้เร็วหรือช้าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า ต่างกัน ฉันจึงถามนักเรียนต่อว่า นักเรียนจะมีวิธีการในการตรวจสอบอย่างไร นักเรียนตอบโดยพร้อมเพรียงกันว่าทำการทดลองเพื่อตรวจสอบ

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 2)

จากบทสนทนาในอนุทินสะท้อนความคิดหลังสอนครั้งที่ 1 และ 2 สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังคงเข้าใจว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ คือ การตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองและรวบรวมข้อมูล และนักเรียนมักจะนึกถึงการทำการทดลองก่อนเสมอเมื่อต้องการหาความรู้วิทยาศาสตร์

ในระหว่างจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยฉันให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์ปฏิกิริยาของโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ และทำการทดลองเรื่องการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA และได้ใช้คำถามเพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ว่า นักเรียนคิดว่าในการหาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีขั้นตอนที่ตายตัวหรือไม่ อย่างไร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ลังเลในคำตอบ แต่ตอบว่าคิดว่าจำเป็นต้องทำตามขั้นตอน ฉันจึงถามนักเรียนต่อว่า นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทดลองหรือไม่ อย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า จำเป็นต้องทำทุกครั้ง มีนักเรียนเพียง 2 คนเท่านั้น ที่คิดว่าไม่จำเป็นต้องทำการทดลองทุกครั้ง (ทราบได้จากการยกมือตอบของนักเรียน) แต่นักเรียนทั้งสองคนก็ยังไม่สามารถยกตัวอย่างได้ ฉันจึงยกตัวอย่างการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า สึนามิ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ไม่อิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อหาขึ้นมาให้นักเรียนอภิปราย พบว่านักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่า ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองทุกครั้ง แต่อาจได้มาจากการสำรวจ การสังเกตปรากฏการณ์ก็ได้ นอกจากนี้นักเรียนบางคนก็สามารถสะท้อนได้ว่าในการหาความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องดำเนินตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียนหลังเรียนที่นักเรียนทั้ง 21 คนสามารถตอบได้ว่าขั้นตอนนั้นไม่ตายตัวสามารถสลับขั้นตอนได้ แต่นักเรียนหลายคนยังไม่สามารถยกตัวอย่างได้หรือตัวอย่างที่นักเรียนยกมายังไม่ชัดเจนว่านักเรียนมีความเข้าใจจริงหรือไม่

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ฉันได้สอดแทรกวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบของธาตุแทรนซิชันที่แตกต่างจากสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA โดยให้นักเรียนพิจารณาภาพสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA และสารประกอบของธาตุแทรนซิชันแล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า เหมือนหรือต่างกันอย่างไร โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสารประกอบของแทรนซิชันส่วนใหญ่มีสี แต่สารประกอบของธาตุหมู่ A จะไม่มีสี และนักเรียนสามารถตอบได้ว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์นี้ ไม่จำเป็นต้องทำการทดลอง เพียงแต่ใช้การสังเกตและจัดกลุ่มเท่านั้น นอกจากนี้ในขั้นของการสอน ฉันได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่มเพื่อศึกษาการเปลี่ยนสีของสารประกอบธาตุแทรนซิชัน โดยให้นักเรียนได้ทำวางแผนการทดลองทำการทดลองและสรุปผล รวมถึงนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน และได้สอดแทรกคำถามเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในประเด็นนี้มากยิ่งขึ้น เห็นได้จาก บทสนทนาในอนุทินหลังการสอนของฉันระหว่างฉันและนักเรียน

ฉัน : ในตอนที่นักเรียนทำการทดลองถ้าหากผลที่ได้เป็นไปตามสมมติฐานนักเรียนทำอย่างไร

นักเรียน : ตั้งสมมติฐานใหม่กำหนดตัวแปรใหม่คิดหาวิธีทำการทดลองใหม่

ฉัน : ดังนั้นในการหาความรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนต้องทำตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

นักเรียน : ไม่จำเป็นสามารถสลับขั้นตอน

ฉัน : โดยปกติแล้วนักเรียนจะเชื่อถือผลการทดลองของนักเรียนได้อย่างไรว่ามีความถูกต้อง

นักเรียน : ทำซ้ำในขั้นตอนทดลองแล้วดูผลการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง

ฉัน : การที่นักเรียนทำการทดลองซ้ำแสดงว่าในบางขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำซ้ำได้ใช่หรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน : ใช่ค่ะ/ ครับ

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 4)

จากการตอบคำถามของนักเรียนหลังจากทำกิจกรรม สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถเห็นภาพและเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นจะต้องทำตามขั้นตอนที่ตายตัว โดยสามารถสลับ ทำซ้ำหรือข้ามบางขั้นตอนก็ได้ ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินหลังเรียนของนักเรียนที่นักเรียนทุกคนสามารถบอกได้ว่า ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับขั้นตอน อาจสลับขั้นตอนหรือข้ามขั้นตอนได้ เช่น นักเรียนรหัส M4 ที่สะท้อนความคิดว่า “ไม่จำเป็นต้องทำตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพราะสามารถข้ามขั้นตอนได้เช่นทำการทดลองเรื่องหนึ่งแล้วเจอปัญหาใหม่ก็ได้” หรือนักเรียนรหัส F18 ที่ให้เหตุผลว่า “ไม่จำเป็นเพราะบางครั้งวิทยาศาสตร์ก็ไม่ต้องเรียงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่กำหนด “บางทีเราก็ทดลองก่อนแล้วตั้งปัญหาบางครั้งก็ได้ผลการทดลองแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ก็ได้” แต่ก็ยังมีนักเรียนอีกหลายคนที่ยังไม่ได้ยกตัวอย่างประกอบการอธิบายที่ชัดเจน

นอกจากนี้นักเรียนทุกคนสามารถสะท้อนความคิดผ่านอนุทินหลังเรียนได้ว่า ในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่สะท้อนความคิดเพิ่มเติมในแนวคำตอบที่คล้ายคลึงกันคือ อาจจะมาจากการสังเกตหรือสำรวจปรากฏการณ์ต่างๆก็ได้ เช่น นักเรียนรหัส M4 ให้เหตุผลว่า ความรู้บางอย่างไม่จำเป็นต้องทดลองก็ได้ เช่น ในการเรียนวันนี้ มีการจัดหมวดหมู่ของสารประกอบของแทรนซิชัน โดยที่ไม่ต้องทดลอง หรือนักเรียนรหัส F9 ที่กล่าวว่า ความรู้วิทยาศาสตร์อาจได้มาจากวิธีอื่นๆก็ได้เช่นจากการสังเกต ซึ่งสอดคล้องกับนักเรียนคนอื่นๆที่ให้เหตุผลในลักษณะเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำในแผนการจัดการเรียนรู้นี้สะท้อนให้เห็นถึงการใช้การสังเกตในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ โดยที่ไม่ต้องทำการทดลอง ทำให้มีนักเรียนจำนวนน้อยที่ยกตัวอย่างวิธีการอื่นๆในการหาความรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเดิมทีนักเรียนทุกคนเข้าใจมาก่อนว่าในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น ดังนั้นการยกตัวอย่างหรือให้นักเรียนทำกิจกรรมที่หลากหลายที่สามารถสะท้อนให้นักเรียนเห็นว่า ความรู้วิทยาศาสตร์มีวิธีการได้มาที่หลากหลายจึงมีความจำเป็นมาก

นอกจากนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สามารถสอดแทรกว่าได้ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจเกิดจากความบังเอิญก็ได้ ทำให้หลังจากจัดการเรียนรู้ในแผนนี้ นักเรียนสามารถสะท้อนวิธีการในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพิ่มเติมว่า อาจได้มาจากความบังเอิญก็ได้ โดยนักเรียนมักยกตัวอย่าง การค้นพบธาตุกัมมันตรังสีของเบคเคอเรล อย่างไรก็ดีในแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้ายเรื่องการทำนายตำแหน่งและสมบัติของธาตุในตารางธาตุ ฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อเน้นย้ำในประเด็นนี้อีกครั้งหนึ่ง โดยการสอดแทรกคำถามที่เกี่ยวข้องกับวิธีการในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเคมีอื่นๆ เช่น การสร้างแบบจำลอง การเปรียบเทียบ การทดสอบ การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้นักเรียนเห็นตัวอย่างและวิธีการที่หลากหลายในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

หลังการจัดการเรียนรู้ ฉันได้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้อีกครั้งหนึ่ง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยรายละเอียดคำตอบของนักเรียนในแบบสอบถาม มีดังนี้

สำหรับคำถามข้อที่ 1 ถามว่า “นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องดำเนินตามขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร อธิบาย” ผลจากการตรวจคำตอบในแบบวัดหลังจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น โดยนักเรียนจำนวน 17 คน (ร้อยละ 81) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นนี้ โดยนักเรียนทั้ง 17 คน สามารถบอกได้ว่าในการหาความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องดำเนินตามขั้นตอนในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดลอง อภิปรายและสรุปผลการทดลอง แต่สามารถที่จะสลับในบางขั้นตอน มีการทำซ้ำในบางขั้นตอน ข้าม หรือย้อนกลับในบางขั้นตอนได้ โดยนักเรียนสามารถยกตัวอย่างประกอบการอธิบายได้ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส M2 ที่ตอบว่า เราสามารถข้ามหรือสลับขั้นตอนได้ เพราะบางอย่างก็ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอน เช่น ปรากฏการณ์ธรรมชาติก็ทดลองไม่ได้ หรือบางครั้งก็ทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วอาจเกิดคำถามใหม่ หรือบางครั้งก็ข้ามบางขั้น เช่น การทดลองอาจสังเกตแล้วบันทึกผลเลย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนรหัส F14 ที่ตอบว่า ไม่จำเป็น เพราะการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นด้วยการตั้งปัญหาเสมอไป ซึ่งอาจเริ่มด้วยขั้นตอนอื่นๆก่อน โดยขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป เช่น ปรากฏการณ์ธรรมชาติเราอาจจะสังเกตแล้วตั้งปัญหา อาจมีการสลับขั้นตอนหรือเอาขั้นตอนไหนขึ้นก่อนก็ได้ เมื่อทำการทดลองได้ผลแล้ว อาจจะเกิดปัญหาอื่นๆ ทำให้ต้องตั้งปัญหาใหม่ก็ได้

เช่นเดียวกับนักเรียนรหัส F17 ที่ให้เหตุผลว่า ไม่จำเป็น อาจจะทดลองก่อนแล้วค่อยตั้งสมมติฐานก็ได้ หรือทดลองไปตั้งไปก็ได้ ว่าอันนี้มันจะเกิดจริงหรือไม่ โดยที่ไม่ได้ต้องตั้งคำถามก่อน อาจจะสรุปผลการทดลองแล้วค่อยไปทดลองทีหลังอย่างที่สรุป แต่ถ้าไม่ได้ก็อาจจะแก้ไขโดยการตั้งคำถามใหม่หรือหาวิธีทำการทดลองใหม่

อย่างไรก็ดี ยังคงมีนักเรียนอีกจำนวน 4 คน (ร้อยละ 19) ที่มีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ โดยนักเรียนทั้ง 4 คนสามารถบอกได้ว่า ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนที่ตายตัว โดยสามารถสลับหรือข้ามบางขั้นตอนได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจนได้ (2 คน) เช่น คำตอบของนักเรียนรหัส F21 ที่ตอบว่า ไม่ เพราะบางครั้งเกิดขึ้นมาอย่างไม่ได้ตั้งใจ เช่น การเกิดฟ้าผ่าอาจจะเห็นและนำไปศึกษาก่อนจะตั้งปัญหาก็ได้ ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสลับกันได้ตามวาระและโอกาสต่างๆของนักวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน หรืออาจจะเห็นการสังเกตก่อนแล้วตั้งปัญหา เช่น ภัยธรรมชาติฝนตก หิมะตก และยังไม่สามารถยกตัวอย่างประกอบได้ (2 คน) เช่นนักเรียนรหัส M16 ที่ตอบว่า ไม่จำเป็น เพราะทำอะไรก่อนหลังก็ได้แล้วแต่สถานการณ์บางครั้งก็ไม่ต้องทดลอง

สำหรับคำถามข้อที่ 2 ถามว่า นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับความคิดที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง อธิบายและยกตัวอย่าง จากคำตอบของนักเรียน พบว่านักเรียนทั้ง 21 คน (ร้อยละ 100) สามารถบอกได้ว่า ในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น แต่ยังมีวิธีการอื่นๆที่หลากหลาย โดยคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบมานั้น มักกล่าวถึงเรื่อง การสังเกต ความบังเอิญในการค้นพบเป็นหลัก เนื่องจากทั้งสองคำตอบเป็นสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน อย่างไรก็ดี นักเรียนก็สามารถที่จะบอกวิธีการอื่นๆเพิ่มเติมได้ เช่น อาจมาจากการคำนวณ การสร้างแบบจำลอง การสำรวจการรวบรวมข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนรหัส M2 ที่ให้เหตุผลว่า บางอย่างก็ไม่ต้องทดลอง อาจใช้การสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติหลายๆครั้ง แล้วค่อยบันทึกผลและสรุปผล การคิดวิเคราะห์ การประมวลผลหรือใช้จินตนาการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลและหลักฐานก็ได้

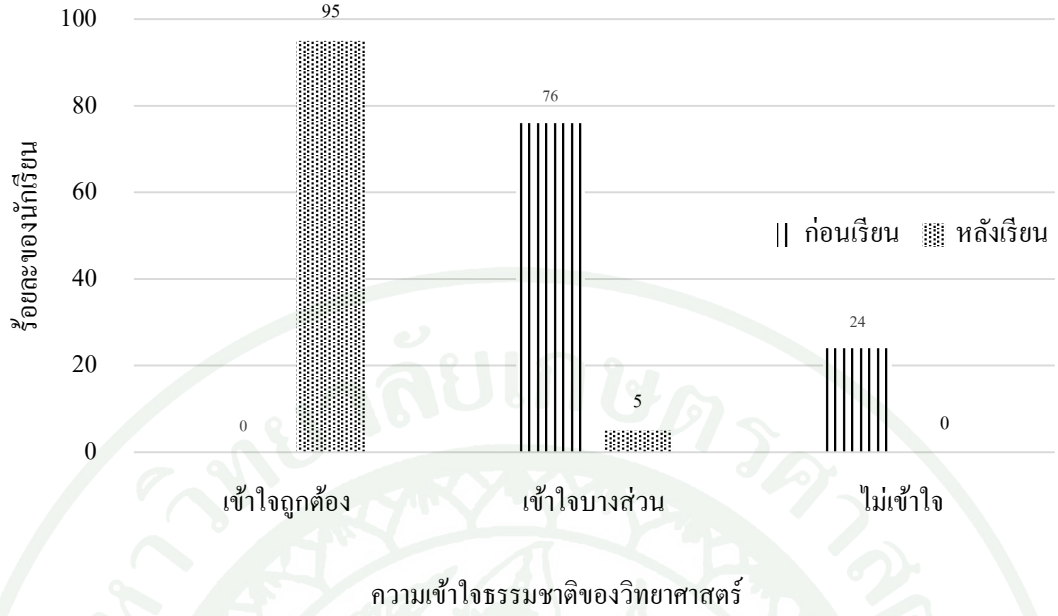
นักเรียนรหัส M3 ที่ให้เหตุผลว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเสมอไป ความรู้บางอย่างอาจมาจากความบังเอิญ การสังเกต ที่ไม่ได้มาจากผลการทดลอง เช่น การค้นพบธาตุกัมมันตรังสีของนักวิทยาศาสตร์ จากที่คิดว่าเมื่อสารนั้นถูกแสงแดดจะเกิดการปล่อยพลังงานออกมา บังเอิญวันหนึ่ง เมฆครึ้มเลยทำการทดลองไม่ได้ จึงต้องเก็บสารนั้นไว้ในบ้าน ปรากฏว่าได้ผลการทดลองแบบเดิม จึงสรุปได้ว่าธาตุนั้นปล่อยพลังงานออกมาด้วยตัวเอง หรืออาจจะมาจากการสังเกตเป็นระยะเวลานานๆ หรือการสร้างแบบจำลอง เช่น เรื่องโครงสร้างอะตอม หรือเกิดจากการสำรวจก็ได้

ถึงแม้วิธีการในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีหลากหลายมากกว่าคำตอบของนักเรียนที่ตอบมาในแบบสอบถาม แต่ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ค่อนข้างจำกัด เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สามารถสะท้อนวิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ได้เพียงเท่านี้ ทำให้คำตอบของนักเรียนออกมาในลักษณะเดียวกัน คือ สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนประกอบกับการที่นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ที่เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น ฉันจึงจัดคำตอบของนักเรียนไว้ในกลุ่มที่มีความเข้าใจในประเด็นนี้ถูกต้อง โดยหากต้องการให้นักเรียนสามารถบอกวิธีการที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น อาจสอดแทรกประเด็นนี้ในเนื้อหาเคมีเรื่องอื่นๆ ที่มีความหลากหลายของตัวอย่างมากยิ่งขึ้น โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมนั้นๆก็จะช่วยให้นักเรียนสามารถสะท้อนความคิดในประเด็นนี้ได้ดีขึ้น

ประเด็นที่ 4 ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

สำหรับในประเด็นนี้ฉันใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ว่า “ นักเรียนคิดว่าการสังเกตและการลงความเห็นมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ” จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด 21 คน สามารถจัดกลุ่มของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังภาพที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

เมื่อพิจารณาจากภาพจะเห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น เห็นได้จาก ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 76 และไม่มีนักเรียนที่เข้าใจถูกต้องเลย แต่หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากขึ้นถึงร้อยละ 95 และไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจในประเด็นนี้เลย แสดงว่าประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นเป็นประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความเข้าใจได้ค่อนข้างดีมาก

ผลการสำรวจความเข้าใจของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 16 คน (ร้อยละ 76) อยู่ในกลุ่มมีความเข้าใจบางส่วนโดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าการสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกันโดยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนได้ ดังนี้ โดยนักเรียนจำนวน 11 คน เข้าใจว่า การลงความเห็น คือ การแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองลงไป อย่างไรก็ดี นักเรียนในกลุ่มนี้กล่าวถึงการสังเกตที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้ การสังเกตเป็นเพียงการใช้ตาสังเกตเท่านั้น (4 คน) การสังเกตคือการสังเกตสิ่งต่างๆแล้วบันทึก (4 คน) การสังเกตมีการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หาข้อมูลจากความจริง (1 คน) การสังเกตเป็นการเก็บรายละเอียดตั้งข้อสงสัยและหาคำตอบ (1 คน) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งที่เข้าใจว่า การลงความเห็นเป็นผลจากการสังเกต แต่ใส่การคาดเดาลงไป ส่วนการสังเกต เป็นการสังเกตสิ่งรอบตัว (2 คน) และยังมีนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บางส่วนให้เหตุผลที่ต่างออกไป ดังนี้ การลงความเห็นเป็นการถ่ายทอดความรู้ ส่วนการสังเกตเป็นการดูจดจำนำมาใช้ (1 คน) การลงความเห็นเป็นการเสนอแนะส่วนการสังเกตเป็นการให้ความสำคัญกับสิ่งที่เราสนใจ (1 คน) และการลงความเห็นเป็นการสรุปประเด็นที่วิเคราะห์ ส่วนการสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเก็บข้อมูล (1 คน) จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นได้อย่างชัดเจนและขาดการยกตัวอย่างประกอบ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F10 ให้เหตุผลว่า แตกต่างกัน การลงความเห็นคือ การสังเกตและแสดงความคิดเห็นในส่วนที่น่าจะเป็น แต่การสังเกต คือ การดูอย่างเดียวไม่มีการแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างเช่น การเสนอแบบจำลองอะตอมของ JJ Thomson แล้วมีนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นๆมาลงความเห็นและมีข้อขัดแย้งกัน

นักเรียนรหัส M13 ให้เหตุผลว่า มีความแตกต่างกัน การสังเกต คือการใช้ตามองดูการเปลี่ยนแปลงสี ลักษณะและบรรยายออกมาตามสิ่งที่เห็น ส่วนการลงความเห็นทางวิทยาศาสตร์ คือ การให้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการลงความเห็น เช่น การสังเกตพืชต้นหนึ่งโดยสังเกตได้ว่า มีใบเรียวยาว ลำต้นสูง มีผล เป็นต้น

นักเรียนรหัส F17 ให้เหตุผลว่า แตกต่าง เพราะการสังเกตจะเป็นการใช้ประสาทตาสังเกตสิ่งต่างๆก่อน การลงความเห็นจะเป็นการแสดงความคิดความสงสัยของเรา

จากคำตอบของนักเรียนทั้งสามคน จะเห็นว่า นักเรียนสามารถบอกได้ว่า การสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกัน แต่ยังไม่สามารถอธิบายความหมายของการสังเกตและการลงความเห็นได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีความเข้าใจเคลื่อนคลาดเกี่ยวกับการสังเกตดังที่กล่าวมาในข้างต้น

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนจำนวน 5 คน (ร้อยละ 24) มีความเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็นนี้โดยนักเรียนเข้าใจว่า การสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกัน แต่ยังให้เหตุผลไม่ถูกต้อง เช่น แตกต่างกัน เพราะนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนคิดแตกต่างกัน (1 คน) การทดลองที่ต่างกันทำให้ความคิดเห็นต่างกัน (1 คน) การสังเกต เป็นการหาความรู้สู่ตนเอง แต่การลงความเห็น เป็นการเผยแพร่ความรู้ให้ผู้อื่น (1 คน) ส่วนนักเรียนอีกคนหนึ่งตอบคำถามไม่เกี่ยวข้องกับคำถามและนักเรียนอีกคนหนึ่งไม่ได้อธิบายเหตุผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ก่อนการจัดการเรียนรู้ จะเห็นว่า ยังไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นนี้ ฉันจึงได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นเข้ากับเนื้อหาเรื่อง ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน จำนวน 6 คาบเรียน โดยจะขอยกตัวอย่าง ดังนี้

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความสามารถในการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ซึ่งฉันจัดกิจกรรมให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์เรื่องการทำปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ และให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อดูการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA โดยกิจกรรมดังกล่าว นักเรียนต้องใช้ทั้งการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลในการได้มาซึ่งความรู้เรื่องนี้ก่อนทำกิจกรรมให้สอดแทรกคำถามเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสังเกตและลงความเห็นข้อมูลดังนี้

“ฉันถามนักเรียนว่าในการบันทึกผลการทดลองนักเรียนจะบันทึกผลจากการสังเกตหรือการลงความเห็นนักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าบันทึกผลจากการสังเกตบางส่วนไม่ตอบ”

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 2)

จากข้อความในอนุทิน จะเห็นว่า นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ในการบันทึกผลการทดลองจำเป็นต้องใช้การสังเกตข้อมูล อย่างไรก็ดี ก็ยังไม่สามารถวัดได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหรือไม่ว่าการสังเกตคืออะไร เหมือนหรือแตกต่างจากการลงความเห็นหรือไม่

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ฉันสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมาเขียนผลการทดลองหน้ากระดาน และพิจารณาร่วมกัน ฉันให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่เพื่อนเขียนบนกระดานว่าเป็นผลจากการสังเกตหรือลงความเห็น ซึ่งมีกลุ่มหนึ่งเขียนว่า มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น นักเรียนครึ่งหนึ่งบอกว่า ประโยคดังกล่าวเป็นการลงความเห็น อีกครึ่งหนึ่งตอบว่าเป็นการสังเกต ฉันจึงถามนักเรียนว่านักเรียนทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น นักเรียนตอบว่า เพราะมีฟองแก๊สเกิดขึ้น เกิดการระเบิด ฉันจึงถามนักเรียนว่า แสดงว่านักเรียนตีความสิ่งที่เกิดขึ้นว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นใช่หรือไม่ นักเรียนตอบว่าใช่ ดังนั้นข้อความดังกล่าวเป็นการสังเกต ใช่หรือไม่ นักเรียนตอบโดยพร้อมเพรียงกันว่าไม่ใช่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากข้อความในอนุทินข้างต้นแสดงให้เห็นว่า แม้นักเรียนจะเข้าใจว่า ในการบันทึกผลการทดลอง ต้องบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ แต่นักเรียนครึ่งหนึ่งยังไม่สามารถแยกได้ว่าการสังเกตต่างจากการลงความเห็นอย่างไร

ในช่วงสรุปและสะท้อนกิจกรรมหลังเรียน ฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้ และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า การสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกันเพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากบทสนทนาระหว่างฉันและนักเรียนต่อไปนี้

ฉัน : นักเรียนคิดว่าการสังเกตและการลงความเห็นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
นักเรียนทั้งห้อง : ต่างกัน (ทราบได้จากการยกมือตอบคำถามของนักเรียน)
ฉัน : แตกต่างกันอย่างไร
นักเรียนคนที่ 1 : การสังเกตคือการบันทึกจากสิ่งที่เห็น
ฉัน : นอกจากใช้ตาในการสังเกตแล้วยังสังเกตด้วยวิธีการอื่นได้อีกหรือไม่
นักเรียน : ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ตา หู จมูก ลิ้น หรือการสัมผัส
ฉัน : ถ้าข้อมูลบางอย่างไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการเก็บข้อมูลได้ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร
นักเรียนสองคนตอบพร้อมๆกัน : ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยเก็บข้อมูล
ฉัน : นักเรียนยกตัวอย่างได้หรือไม่
นักเรียนคนที่ 1 : การใช้ปริซึมส่องแสงขาวทำให้เห็นแสงแยกเป็นเจ็ดสี
นักเรียนคนที่ 2 : ศึกษาโครงสร้างเซลล์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ส่อง
ฉัน : แล้วการลงความเห็นคืออะไร
นักเรียนคนที่ 1 : การใส่ความคิดของตัวเองลงไป
นักเรียนคนที่ 2 : แสดงความเห็นผลที่สังเกตได้

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 2)

จากบทสนทนาข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักเรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดี ฉันได้จัดการเรียนรู้เพื่อสอดแทรกประเด็นนี้อีกครั้งหนึ่งในแผนการจัดการเรียนที่ 4 และ 5 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน โดยนักเรียนจะได้ลงมือทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง อภิปรายและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง พร้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยในขั้นสอน ได้มีการอภิปรายและสะท้อนประเด็นนี้อีกครั้งหนึ่งเห็นได้จากอนุทินสะท้อนความคิดหลังสอนครั้งที่ 4 ของฉันดังนี้

ฉัน : จากการนำเสนอผลการทดลองของเพื่อนนักเรียนคิดว่าเพื่อนบันทึกผลจากการสังเกตหรือการลงความเห็น

นักเรียน : ผลการสังเกต

ฉัน : การสังเกตในความหมายของนักเรียนคืออะไร

นักเรียนส่วนใหญ่ : เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการเก็บข้อมูล

ฉัน : นักเรียนยกตัวอย่างได้หรือไม่

นักเรียน : ใช้ตาสังเกตลักษณะ ใช้หูฟังเสียง ใช้กายสัมผัส เช่นความร้อนความเย็น ใช้จมูกดมกลิ่น ใช้ลิ้นชิมรส (นักเรียนคนละคนตอบ)

นักเรียน : ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือก็ได้

ฉัน : จากข้อมูลในตารางบันทึกผลการทดลองที่นักเรียนบันทึกนักเรียนจะลงความเห็นข้อมูลได้ว่าอย่างไรบ้าง

นักเรียนคนที่ 1 : เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็ว

นักเรียนคนที่ 2 : มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

ฉัน : ในความคิดของนักเรียนการลงความเห็นคืออะไร

นักเรียนคนแรก : การใส่ความคิดเห็นของตัวเองลงไปในข้อมูล

นักเรียนอีกคนหนึ่ง : การสรุปข้อมูลจากสิ่งที่สังเกตได้

ฉัน : มีใครคิดเห็นแตกต่างจากนี้หรือไม่คะ

(นักเรียนส่วนใหญ่คิดเห็นเหมือนกัน)

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 4)

จากบทสนทนาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนในอนุทินหลังเรียน โดยนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า การสังเกตแตกต่างจากการลงความเห็น โดยที่การสังเกต คือการเก็บข้อมูลโดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าหรือใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล แต่การลงความเห็น เป็นการแสดงความคิดเห็นหรือใส่ความคิดเห็นลงไปในข้อมูลที่มีหรือที่เราสังเกตได้ ตัวอย่างเช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนรหัส M4 ที่สะท้อนว่า แตกต่างกันที่การสังเกตจะเป็นข้อมูลที่ใช้ประสาทสัมผัสหรือเครื่องมือในการหา ส่วนการลงความเห็นคือความคิดที่จะใส่ลงไปในการทดลองหรือผลการทดลอง

นักเรียนรหัส F18 ที่สะท้อนความคิดเห็นว่า แตกต่างกัน เพราะ การสังเกต คือการรับรู้ด้วยสัมผัสทั้ง 5 เช่น การมอง หรือการดม การลงความเห็น คือ การที่เราคิดในความคิดของเราเอง เช่น ความเร็ว-ช้าในการทำปฏิกิริยาหรือการเกิดสารใหม่ เป็นต้น

อย่างไรก็ดีพบว่า ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังสะท้อนความการสังเกตเป็นการใช้ตาในการมองเท่านั้น เช่น นักเรียนรหัส F11 ที่ให้เหตุผลว่า แตกต่างกัน เพราะ การสังเกต คือ การที่เราใช้ประสาทตาในการมองเห็นแล้วทำการจดบันทึกตามเหตุการณ์ที่เกิด ส่วนการลงความเห็น คือ การที่เราคาดการณ์หรือตีความผลการทดลองหรือสมมติฐาน

เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบในแผนที่เหลืออยู่ ไม่มีเนื้อหาที่สามารถสะท้อนในประเด็นนี้ได้อย่างชัดเจน ดังนั้น เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้เพิ่มมากยิ่งขึ้นในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปในเนื้อหาบทอื่นๆ อาจสอดแทรกประเด็นนี้ในเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสังเกตและบันทึกข้อมูลด้วยการใช้ประสาทสัมผัสที่หลากหลาย หรือใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ก็จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเข้าใจในประเด็นนี้ได้ดีขึ้นขึ้น

หลังจากการจัดการเรียนรู้ ฉันได้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้คำถามเดียวกันกับก่อนการจัดการเรียนรู้ จากคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนจำนวน 20 (ร้อยละ 95) มีความเข้าใจถูกต้องว่า การสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกันโดยนักเรียนทั้ง 20 คนให้เหตุผลในลักษณะเดียวกันว่า การสังเกต คือ การเก็บข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรือเครื่องมือ ส่วนการลงความเห็น คือ การแสดงความคิดเห็นหรือสอดแทรกความเห็นส่วนตัวลงไปในข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยนักเรียนสามารถยกตัวอย่างประกอบการอธิบายได้ค่อนข้างชัดเจน ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F1 ตอบว่า แตกต่างกัน เพราะ การสังเกต เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 แต่การลงความเห็น คือการนำความรู้ความนึกคิดที่เรามีแสดงออกมาด้วย เช่น ในการทำการทดลองเมื่อเสร็จแล้วผลที่ได้จะมาจากการสังเกต แต่เมื่ออภิปรายหรือสรุปผลเราจะสอดแทรกความรู้ที่เรามี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการสรุปผลนั้นด้วย เช่น เวลาทดลองเราสังเกตเห็นว่า สารตกตะกอน ก็ลงความเห็นว่า สาร 2 ตัวนั้น มันผสมกันไม่ได้ เกิดจากการที่ไอออนสองตัวมันไม่รวมตัวกัน

นักเรียนรหัส F9 ที่ให้เหตุผลว่า แตกต่างกัน การสังเกต คือการเก็บรายละเอียดของสิ่งที่เห็นและสัมผัสได้จากสัมผัสทั้ง 5 คือ ภาพ กลิ่น เสียง รสชาติ ประสาทสัมผัส เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริง แต่การลงความเห็น คือการแสดงความคิดเห็นอันมาจากความนึกคิดของเราเอง อาจจะเกิดหรือไม่เกิดขึ้นจริงก็ได้ คนอื่นเค้าอาจจะไม่ได้มีความเห็นเหมือนเราก็ได้ เช่น ในการทดลองหนึ่งนักเรียนในห้อง 20 คน สังเกตสาร A ได้ผลเหมือนกัน คือ เป็นของเหลวสีเขียว ไม่มีกลิ่น และร้อน แต่บางคนก็ลงความเห็นว่า มันคือสีเขียวคล้ายมะนาว บางคนบอกเหมือนเขียวตะไคร่น้ำ เป็นต้น

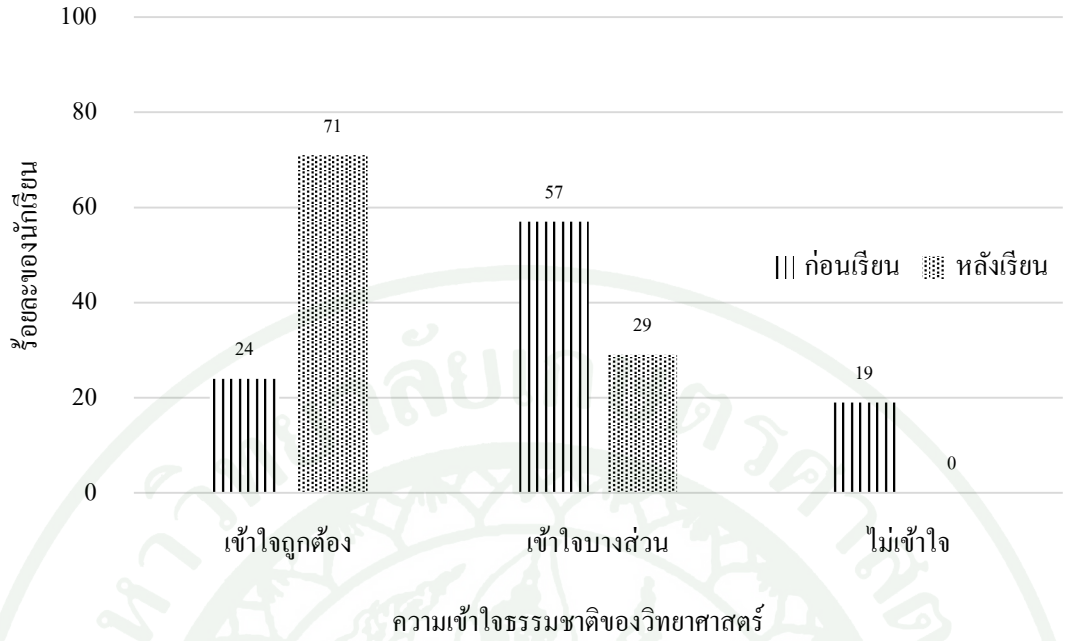
อย่างไรก็ดียังพบว่ามีนักเรียนจำนวน 1 คน (ร้อยละ 5) ที่ยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้บางส่วน เนื่องจากไม่สามารถยกตัวอย่างประกอบการอธิบายได้ถูกต้องและชัดเจน โดยตัวอย่างที่นักเรียนยกยังไม่เกี่ยวข้องกับการลงความเห็นทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F10 ที่ให้เหตุผลว่า การลงความเห็น เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของเรา แต่การสังเกต คือสังเกตจากผลที่เราใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า เช่น การดูสี การเห็นรูปร่าง ส่วนการลงความเห็น เช่น การเลือกประธานสี เราเห็นว่าฝ่ายนี้ดีกว่าก็เลยเลือกฝ่ายนี้

ประเด็นที่ 5 สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

สำหรับในประเด็นนี้ ฉันได้ใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้ก่อนการจัดการเรียนรู้ว่า “นักเรียนคิดว่า ปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรม มีอิทธิพลต่อการวิจัย เพื่อพัฒนากัมมันตรังสีในด้านการแพทย์ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร” และคำถามหลังการจัดการเรียนรู้ว่า “มีคนกล่าวว่าสังคมและวัฒนธรรมไม่ควรมีอิทธิพลต่อการสร้างและพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร” เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนแล้วจัดกลุ่มพบว่าได้ผลเป็นไป ดังภาพที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาจากภาพ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นอยู่ในทั้ง 3 กลุ่ม คือเข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วน และไม่เข้าใจ โดยที่นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วนเท่านั้น แต่หลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น โดยไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจในประเด็นนี้ และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 71 จากเดิมที่เป็น ร้อยละ 24 อย่างไรก็ดีพบว่ายังมีนักเรียนที่เข้าใจบางส่วนลดลงคิดเป็นร้อยละ 29 จากร้อยละ 57

สำหรับผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 12 คน (ร้อยละ 57) มีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า ถ้าหากสังคมมีความเชื่อถือเดิมที่ขัดกับความรู้ใหม่ ก็อาจไม่ได้รับการยอมรับ (7 คน) หากสังคมและวัฒนธรรมมีพัฒนาการที่ดี การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ก็จะสะดวกขึ้น (3 คน) และสังคมและวัฒนธรรมทำให้พบสิ่งใหม่ๆ (2 คน) ตัวอย่างเช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนรหัส F12 ให้เหตุผลว่า มีอิทธิพล เพราะถ้าสังคมนั้นไม่ยอมรับการวิจัยทางการแพทย์ มันก็ไม่สามารถใช้การวิจัยนั้นมาใช้รักษาได้

นักเรียนรหัส F5 ให้เหตุผลว่า มีผลอย่างมาก เพราะด้านสังคม จะมีคนมาคัดค้านหรือไม่เห็นด้วยเพราะกัมมันตรังสีบางคนคิดว่ามันอันตรายที่จะใช้ในการรักษาคนไข้ ด้านวัฒนธรรมอาจจะผิดขนบธรรมเนียมไปบ้าง

อย่างไรก็ดี นักเรียนจำนวน 5 คน (ร้อยละ 24) มีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้โดยนักเรียนจำนวน 3 คนให้เหตุผลในลักษณะเดียวกันว่า สังคมและวัฒนธรรมกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และนักเรียนอีก 2 คนกล่าวถึง สังคมมีส่วนสนับสนุนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในแง่ของเงินทุนและการขนส่ง อย่างไรก็ดี ยังคงมีนักเรียนที่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้จำนวน 4 คน (ร้อยละ 19) โดยนักเรียนทั้ง 4 คนเข้าใจว่า สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ แต่ให้เหตุผลที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้ นักเรียนเข้าใจว่าสังคมและวัฒนธรรมกลัวการเปลี่ยนแปลง (1 คน) การเป็นที่รู้จักของสังคมทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการยอมรับ (1 คน) มีการใช้เงินในการทำวิจัย (1 คน) ต้องได้รับการยอมรับจากบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (1 คน)

สำหรับในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ ฉันได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนี้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ จำนวน 2 คาบ โดยหยิบยกเอาประเด็นทางสังคม เรื่อง การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แสดงบทบาทสมมติเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นนี้ เมื่ออยู่ในประเทศที่แตกต่างกันโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้อยู่ในประเทศที่แตกต่างกันทางด้านสังคมและวัฒนธรรม และจะต้องช่วยกินคิดว่า มีบุคคลใดบ้างที่มีบทบาทต่อประเด็นทางสังคมดังกล่าว โดยนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะต้องสวมบทบาทและหาข้อมูลในหน้าที่ของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อเพื่อนๆภายในกลุ่ม แล้วจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อการสร้างและพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ในแง่ของการกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือวิธีการดำเนินงานที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างและพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ โดยฉันได้สอดแทรกคำถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นก่อนการจัดการเรียนรู้ ดังบทสนทนาระหว่างฉันและนักเรียนดังต่อไปนี้

ฉัน : สังคมและวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์หรือมีผลต่อการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์อย่างไรคะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนรหัส M4 : มีผลคือถ้าสังคมนั้นๆสนับสนุนให้ศึกษาสิ่งต่างๆก็จะทำให้สังคมนั้นเกิดความรู้ใหม่ๆ

ฉัน : นักเรียนคนอื่นๆคิดว่าอย่างไรบ้างคะ

ฉัน : ครูอยากฟังเหตุผลของคนอื่นๆบ้าง

นักเรียนรหัส M6 : มีผลเช่นแม่น้ำคงคามีความเชื่อว่าศักดิ์สิทธิ์แต่บางทีมันทำให้เกิดโรคต่างๆได้เมื่อดื่มเพราะผู้คนใช้น้ำจากที่นั้นในการใช้ประโยชน์ต่างๆ ต้องใช้ความรู้วิทย์เข้ามาเกี่ยวข้องในตรวจสอบ

นักเรียนรหัส M3 : มีผลคือถ้าสังคมมีความเชื่อเดิมเช่นไสยศาสตร์แล้วมันขัดกับการหาความรู้วิทยาศาสตร์ การศึกษาก็ยากขึ้น

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 8)

จากบทสนทนาในข้างต้นจะเห็นว่า มีทั้งนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องและเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ ซึ่งก็มีความสอดคล้องกับผลจากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ก่อนการจัดการเรียนรู้ ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้เท่านั้น

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอการแสดงบทบาทสมมติเกี่ยวกับการลงมติการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของประเทศตนเองแล้ว ฉันใช้คำถามเพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง พบว่า มีนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ในแง่ของการกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยนักเรียนสะท้อนว่า การที่ประเทศใดๆจะมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่ ขึ้นอยู่สภาพความพร้อมของสังคม งบประมาณการสนับสนุนของสังคม พื้นที่ในการสร้างการศึกษาของคนในสังคม สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นผลมาจากความต้องการในการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาสังคมนั้นให้ดีขึ้น

นอกจากนี้ฉันยังได้สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดวิธีการดำเนินงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่กำลังเป็นที่น่าสนใจซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมี เนื่องจากในเนื้อหา เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ยังไม่สามารถสะท้อนถึงประเด็นนี้ได้ อย่างไรก็ดี ในการใช้ประเด็นดังกล่าวในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ได้ดียิ่งขึ้น เห็นได้จากบทสนทนาระหว่างฉันและนักเรียนดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฉัน : นักเรียนคิดว่าสังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อวิธีการในการศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่

นักเรียนคนที่ 4 : มีเพราะถ้าสังคมไม่ยอมรับวิธีการศึกษานั้นก็จะไม่สามารถทำได้และต้องใช้วิธีการอื่นๆแทน

นักเรียนคนที่ 5 : ถ้าวิธีการที่ใช้ศึกษาขัดกับศีลธรรมของคนในสังคมก็จะต้องเปลี่ยนวิธีการใหม่

ฉัน : นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นใดอีกบ้างที่จะแทนการใช้มนุษย์เข้าไปศึกษา

นักเรียน : อาจจะใช้อุปกรณ์ต่างๆเข้ามาช่วยเช่นใช้การส่องกล้องหรือการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมแทน

(อนุทินหลังสอนครั้งที่ 8)

จากการสนทนาในข้างต้น จะเห็นว่านักเรียนสามารถสะท้อนได้ว่าสังคมและวัฒนธรรมมีส่วนในการกำหนดวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้ อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนอีกหลายคนที่ยังไม่ได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นดังกล่าว จากอนุทินหลังเรียนของนักเรียนพบว่า ยังมีนักเรียนอีกจำนวนมากที่ยังคงมีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ โดยยังเข้าใจว่า สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ในแง่ของการยอมรับหรือปฏิเสธข้อความรู้วิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส F14 สะท้อนว่า หากสังคมไม่ยอมรับการศึกษาความรู้วิทยาศาสตร์ ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เราต้องการสร้างก็อาจจะไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งอาจจะส่งผลให้ไม่เกิดความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

นักเรียนรหัส F1 ที่สะท้อนว่า หากเราจะสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆแต่สังคมไม่ให้การยอมรับ ความรู้นั้นก็ไม่สามารถนำมาถ่ายทอดสู่ผู้อื่นได้

อย่างไรก็ดี ยังมีนักเรียนอีกจำนวนหนึ่งที่สามารถสะท้อนได้ว่า สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ในแง่ของการกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือวิธีการในการดำเนินการของนักวิทยาศาสตร์เช่นอนุทินของนักเรียนต่อไปนี้

นักเรียนรหัส F18 ที่สะท้อนว่า วิทยาศาสตร์ต้องใช้พื้นฐานจากสังคมและวัฒนธรรม เช่น เวลาเราต้องการวิธีนี้ เพื่อทดลอง อาทิ การผ่าตัดเพื่อดูส่วนประกอบ หรือทดลองยา ล้วนต้องได้รับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การยอมรับจากสังคมมนุษย์ ว่ามันถูกต้องแล้วหรือไม่โหดร้ายเกินไป สังคมสามารถยอมรับวิธีทดลองนั้นได้ หากสังคมรับไม่ได้วิทยาศาสตร์ก็ต้องเปลี่ยนวิธี

นักเรียนรหัส F20 ที่ให้เหตุผลว่า สังคมและวัฒนธรรมเป็นสิ่งเริ่มในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นนักวิทยาศาสตร์ก็จะเป็นผู้หาคำตอบปัญหานั้นและเกิดเป็นความรู้ใหม่ที่สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมๆของสังคม ได้เป็นทัศนคติความคิดและเกิดเป็นสิ่งใหม่ๆขึ้นมา

ผลจากการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 15 คน (ร้อยละ 71) มีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้ โดยนักเรียนเข้าใจว่า สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการสร้างหรือพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์โดยสามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียนได้ ดังนี้ นักเรียนจำนวน 9 คนในกลุ่มนี้สะท้อนอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ว่า เป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษาหรือพัฒนา ส่วนนักเรียนอีก 4 คนสะท้อนว่า สังคมและวัฒนธรรมมีส่วนในการกำหนดวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหรือพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ และนักเรียนอีก 2 คนให้เหตุผลว่าสังคมและวัฒนธรรมมีส่วนในการสนับสนุนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแง่ของเงินทุนสนับสนุน ตัวอย่างเช่น

นักเรียนรหัส M4 ให้เหตุผลว่า สังคมนั้นเป็นตัวที่สามารถกำหนดได้ว่า วิทยาศาสตร์จะพัฒนาความรู้ในด้านไหน เช่น ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ต้องการอาวุธ ทำให้วิทยาศาสตร์ในด้านการขนส่ง อาวุธเคมีนั้นกระโดดไปอย่างว่องไวมาก

นักเรียนรหัส F20 ให้เหตุผลว่า เพราะสังคมวัฒนธรรมก็เป็นอย่างหนึ่งที่ช่วยสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสงสัยตั้งคำถามต่างๆของคนในสังคมนำไปซึ่งการค้นคว้าหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์จนได้มาซึ่งหลักฐานความรู้ ข้อสรุปในสิ่งที่สงสัย และความรู้นี้จะนำมาช่วยพัฒนาสังคมและวัฒนธรรมให้เจริญยิ่งขึ้นพัฒนาต่อๆไป

อย่างไรก็ดีพบว่ายังมีนักเรียนอีก 6 คน (ร้อยละ 29) มีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ โดยนักเรียนทั้ง 6 คนให้เหตุผลในลักษณะเดียวกันว่า สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการยอมรับหรือปฏิเสธความรู้วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นนี้ที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากขึ้นหลังจากการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ดีก็ยังมีนักเรียนที่ยังคงไม่เกิดการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ โดยยังคงมีความเข้าใจบางส่วนเช่นเดียวกับก่อนการจัดการเรียนรู้ ฉันคิดว่าหากต้องการให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น อาจมีการสอดแทรกคำถามหรือให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมในเนื้อหาเคมีเรื่องอื่นๆที่สามารถสะท้อนประเด็นนี้ได้ดีอีกครั้งหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป เพื่อเป็นการเน้นย้ำและสะท้อนความคิดของนักเรียนอีกครั้งหนึ่งต่อประเด็นดังกล่าว เนื่องจากในการทำวิจัยนี้เป็นการทำวิจัยในเนื้อหา เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยที่สามารถสอดแทรกประเด็นนี้ได้เพียงเรื่องนี้เรื่องเดียวเท่านั้น ถ้าหากมีการสอดแทรกประเด็นนี้ในเนื้อหาอื่นๆ ฉันคิดว่าก็จะสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเพิ่มมากยิ่ง

ข้อวิจารณ์ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

จากการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนความคิด ในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบทั้งหมด 7 ประเด็น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (McComas, 1998; สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) รองลงเป็นประเด็นมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; ทัศนี พุฒนอก และคณะ, 2555; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) และประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe and Lederman, 2007) ตามลำดับ ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่า นักเรียนมักมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; ทัศนี พุฒนอก และคณะ, 2555) ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนมากที่สุดได้ ได้แก่ ประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ซึ่งมีร้อยละของนักเรียนที่เข้าใจบางส่วนเท่ากับประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ ผลการสำรวจดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551) และ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) ที่ให้ผลที่สอดคล้องกันว่า นักเรียนมีความเข้าใจในบางส่วนประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเท่านั้น โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเกี่ยวข้องกับการสร้างหรือพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ แต่มีนักเรียนจำนวนน้อยมากที่สามารถบอกได้ว่า มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน สำหรับในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อรู้วิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจและมีความเข้าใจบางส่วนจำนวนมาก ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆที่ผ่านมา (Moss and Robb, 2001; Bell *et al.*, 2003; Yacoubian and BouJaoude, 2010) อย่างไรก็ดีพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 ในเกือบทุกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในข้างต้น ฉันได้จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นในทุกประเด็น โดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Akerson *et al*., 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe and Lederman, 2007; Khishfe, 2008; Yacoubian and BouJaoude, 2010) พบว่า วิธีการหนึ่งที่จะมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ที่มีงานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่าหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าว นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe and Lederman, 2007; Peter, 2012) โดยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการสะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

หลังการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกๆประเด็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และมายาคติของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยหลายงานที่ผ่านมา ที่พบว่าแม้หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าวแล้ว ก็ยังมีนักเรียนเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้ไม่มากนัก (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe, 2008) ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe (2008) ที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 จำนวน 18 คนด้วยการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งเป็นเวลา 12 สัปดาห์ในประเด็น วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์ในการประเมินและติดตามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนการสอน ถึงแม้นักเรียนจะมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกประเด็น แต่ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นยังคงเป็นประเด็นที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องมากที่สุด สำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีการสังเกตและการลงความเห็น โดยในเนื้อหาเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบนี้ กิจกรรมที่สามารถสะท้อนได้ดี คือ กิจกรรมในลักษณะของการทำการทดลอง ซึ่งมีอยู่ในเรื่อง ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA และสมบัติของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้ทั้งการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล แล้วจึงหยิบยกประเด็นดังกล่าวขึ้นมาให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นจากกิจกรรมหรือข้อมูลที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ก็จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้มากขึ้น

ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้น้อยที่สุดในงานวิจัยนี้ คือประเด็น วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนสามารถบอกได้ว่าในการหาความรู้วิทยาศาสตร์ มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอน อย่างไรก็ดีนักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ ยังไม่สามารถอธิบายการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขั้นตอนของการตีความหรือให้ความหมายข้อมูลเพื่อลงข้อสรุปได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ยังไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในทุกขั้นตอนของการหาความรู้วิทยาศาสตร์ เหตุผลหนึ่งเนื่องจากเนื้อหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในเรื่องนี้ค่อนข้างยากที่นักเรียนจะทำได้ด้วยตนเอง ทำให้บางการทดลอง ฉันต้องเป็นผู้กำหนดกิจกรรมให้นักเรียนทำ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดหนึ่งของการสอนประเด็นนี้ในเนื้อหาเรื่องนี้

นอกจากนี้ยังพบว่าในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Moss and Robb, 2001; Bell *et al*., 2003; Yacoubian and BouJaoude, 2010) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนี้ในเนื้อหานี้ มีเพียงแผนการจัดการเรียนรู้เดียวเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) ที่ให้ความเห็นว่า เป็นเรื่องที่ยากที่จะทำให้นักเรียนปรับเปลี่ยนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นสำหรับการพัฒนาความเข้าใจธรรมของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้อาจจะต้องอาศัยเวลาในการสะท้อนและอภิปรายในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้นในโดยการจัดกิจกรรมและสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ

อย่างไรก็ดีโดยภาพรวมแล้วพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกๆประเด็น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงช่วยสนับสนุนประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังเช่นงานวิจัยที่ผ่านมาของต่างประเทศ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008; Peter, 2012) ที่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของไทย (กาญจนา มหาลี, 2553; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555; อังคณา ปัทมพงศา, 2555)

นอกจากงานวิจัยนี้จะช่วยสนับสนุนประสิทธิภาพของวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดแล้ว งานวิจัยนี้ยังเป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่มุ่งหาแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งพบว่างานวิจัยในลักษณะนี้ยังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยในประเทศไทยที่มักจะเป็นงานวิจัยเชิงสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551; ทัศนี พุฒนอก, 2555; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555) และงานวิจัยที่มีการบูรณาการการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเข้ากับการสอนในเนื้อหายังปรากฏไม่มากนัก ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของกาญจนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาลี (2553) และ อังคณา ปัทมพงศา (2555) ที่จัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในเรื่องสารในชีวิตประจำวันและการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามลำดับ อย่างไรก็ดีพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่มุ่งหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังนั้น งานวิจัยนี้ยังเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยเติมเต็มการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดที่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาเคมี

สำหรับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ในงานวิจัยนี้ พบว่า ควรมีการยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Khishfe, 2012; Khishfe, 2014) ที่มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในบริบทที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่อิงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของ Khishfe (2012) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนในประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับอาหารที่มีการดัดแปลงทางพันธุกรรม ที่มีต่อนักเรียน เกรด 9 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยทั้งสองกลุ่มจะมีการจัดการเรียนรู้ทักษะโต้แย้งอย่างชัดแจ้ง แต่สำหรับกลุ่มทดลอง จะมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมด้วย โดยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งดังกล่าว เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่อิงเนื้อหาผ่านการทำกิจกรรม tube activity และ tricky tracks activity เพื่อให้นักเรียนมีกรอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น กิจกรรมโคลนนิ่ง ก็จะมีการอภิปรายในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เป็นต้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Khishfe (2014) ที่ศึกษาอิทธิพลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งอย่างชัดแจ้งในประเด็นทางสังคมที่มีต่อทักษะการโต้แย้ง และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสำรวจการใช้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งของนักเรียนจากบริบทหนึ่งไปยังบริบทอื่นๆที่คล้ายคลึงกัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน เกรด 7 จำนวน 121 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 สัปดาห์ ในเรื่องการใช้น้ำและการประหยัดน้ำ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มจะได้เรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ และอัตนัยของนักวิทยาศาสตร์ แต่จะมีเพียงกลุ่มหนึ่งเท่านั้นที่ได้เรียนการโต้แย้งอย่างชัดแจ้ง อย่างไรก็ดีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในงานวิจัยนี้ มีการบูรณาการระหว่างการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อิงเนื้อหา โดยในตอนเริ่มต้นจะให้นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Mystery bag tubes และ hole picture ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหา เรื่อง การใช้น้ำและการประหยัดน้ำ ตลอดบทเรียนและการทำกิจกรรมในบทเรียน ซึ่งผลจากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทั้งสองงานวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น จึงช่วยสนับสนุนแนวทางที่ว่า สามารถใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อิงเนื้อหาร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่อิงเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2006) ที่พบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งทั้งแบบที่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์และไม่บูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ต่างก็เป็นวิธีที่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และสามารถใช้สอนร่วมกับการสอนวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อิงเนื้อหาจะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ ในขณะเดียวกันการยกตัวอย่างที่ไม่อิงเนื้อหาก็สามารถที่จะช่วยเติมเต็มข้อจำกัดของการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาที่สอน โดยผลการวิจัยหลังจากที่ทำการเปรียบเทียบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอิงเนื้อหาและไม่อิงเนื้อหา เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน ของนักเรียนเกรด 9 จำนวน 42 คน พบว่าการสอนทั้งสองวิธีสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่า ควรมีประเด็นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้มีการสะท้อนและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง โดยอาจมีประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Khishfe, 2012; Khishfe, 2014) ที่พบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ทำให้เกิดการโต้แย้ง โดยมีการสอนการโต้แย้งอย่างชัดแจ้งร่วมด้วย ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น และการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องส่งผลต่อการให้เหตุผลของนักเรียนในการอธิบายการตัดสินใจของตนเองที่มีต่อประเด็นทางสังคมและสามารถใช้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวทางหนึ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่า ในการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต้องมีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาเคมี โดยควรสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนความคิดในขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นๆ เนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมที่ทำไปสู่การสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และควรมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการใช้คำถามในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรมีความเกี่ยวข้องหรือมาจากเนื้อหาเคมีหรือกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือทำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe, 2012, Khishfe, 2014) ที่มีการใช้คำถามชี้นำให้นักเรียนได้มีการสะท้อนและอภิปรายถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมหรือเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ศึกษา ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2006) ที่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในเรื่อง ภาวะโลกร้อน ครูมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการสังเกตและการลงความเห็น เกี่ยวกับเนื้อหาในหัวข้อ ice cores เช่น นักวิทยาศาสตร์สามารถวัดอุณหภูมิของโลกได้โดยตรงหรือไม่ โดยครูต้องมีการเน้นว่าการวัดอุณหภูมินั้นขึ้นกับตัวอย่างน้ำแข็งซึ่งนักวิทยาศาสตร์นำตัวอย่างมาจากหลายๆที่ ดังนั้นการวัดอุณหภูมินั้นขึ้นกับการสังเกตและการลงความเห็นของนักวิทยาศาสตร์ หรือในงานวิจัยของ Khishfe (2014) ที่มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งในเนื้อหา เรื่องการใช้และการประหยัดน้ำ ก็จะมีการใช้คำถามที่สะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆในเนื้อหาดังกล่าว เช่น ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน จะใช้คำถามว่า นักวิทยาศาสตร์ทำอย่างไรในการยืนยันข้อสรุปเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำ เป็นต้น ซึ่งการใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะทำให้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งให้มีประสิทธิภาพนั้น คือ ควรมีการวางแผนการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2006) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะสอนด้วยวิธีการใดจะต้องมีการฝึกฝนและวางแผนออกแบบการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สำหรับในงานวิจัยนี้ พบว่าในการวางแผนการจัดการเรียนรู้สามารถทำได้ โดยพิจารณาลักษณะและธรรมชาติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อหา วิธีการได้มาซึ่งความรู้นั้นว่าสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใด แล้วจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นๆ อย่างไรก็ดีในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเคมีเรื่องหนึ่งๆไม่ควรสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากจนเกินไป เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอังคณา ปัทมพงศา (2555) ที่กล่าวว่าในการสอนแต่ละครั้งไม่ควรกำหนดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป้าหมายมากเกินไป เพราะจะทำให้ไม่สามารถอภิปรายได้ครบทุกประเด็นอย่างลึกซึ้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

สรุปคำถามวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. คำถามวิจัย

1.1 ฉันจะจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ อย่างไร เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

2. สถานที่ดำเนินการวิจัย

โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง โรงเรียนแห่งนี้เปิดสอนมาแล้วถึง 110 ปี มีนักเรียนทั้งหมดมากกว่า 3,000 คน โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 (นนทบุรี-พระนครศรีอยุธยา) กระทรวงศึกษาธิการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 21 คน เป็นชาย 7 คน หญิง 14 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

4. รูปแบบการวิจัย: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เริ่มต้นจากการที่ฉันในฐานะนิสิตฝึกประสบการณ์สอนได้มีโอกาสเข้าไปสังเกตการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี พบว่าไม่ได้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ซึ่งการจะเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงนั้น นอกจากนักเรียนจะมีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์แล้ว จะต้องมีความเข้าใจที่มาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์อีกด้วย ฉันจึงสนใจที่จะศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ฉันต้องฝึกประสบการณ์สอน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในประเด็น ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์มากที่สุดตามลำดับ ทำให้ฉันสนใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตัวเองเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบทเรียน โดยฉันเลือกใช้การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในบทเรียนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ในงานวิจัยนี้ฉันเลือกดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนา และปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเองตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิด ของ Kemmis และ McTaggart (1998) ที่มีกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นตอนการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นการสังเกต (Observe) 4) ขั้นการสะท้อน (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะมีดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจร เรียกว่า วงจร PAOR

ในงานวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมบัติของธาตุและสารประกอบ ฉันใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 แผน ดังตารางที่ 4โดยสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็น ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 4) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้คาบเรียนละ 55 นาที รวมทั้งสิ้น 13 คาบเรียน

5. การดำเนินการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และ 2

5.1 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ฉันใช้อนุทินสะท้อนหลังการสอนของตนเอง อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และใบงานของนักเรียน เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทุกครั้งหลังการจัดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง ฉันจะรีบเขียนอนุทินสะท้อนความคิดหลังการสอนทันที เพื่อไม่ให้หลงลืมประเด็นสำคัญ และให้ได้รายละเอียดสิ่งที่เกิดขึ้นตลอดจนบทสนทนาระหว่างฉันและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ในทุกสัปดาห์หลังการจัดการเรียนการสอน ฉันมอบหมายให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนความคิดหลังการเรียน โดยครอบคลุมการเรียนการสอน 2 แผนการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากอนุทินสะท้อนหลังการสอนของตนเอง อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย (Inductive analysis)

5.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

ในการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ฉันใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5 ประเด็น คือ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 3) มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 4) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวมรวมข้อมูล โดยแบบวัดจะมีข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ นอกจากนี้ยังมีการใช้อนุทิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สะท้อนความคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ร่วมด้วย โดยกำหนดให้นักเรียนเขียนอนุทินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวนทั้งหมด 4 ครั้ง ในการวิเคราะห์ข้อมูล จะนำคำตอบของนักเรียนจากแบบสอบถามเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งก่อนและหลังเรียน มาวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อ โดยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนอย่างละเอียดทีละข้อ แล้วตีความคำตอบและจัดกลุ่มแนวคำตอบของนักเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้แบ่งความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้อง หมายถึงคำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 2) มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วน หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องมีบางส่วน แต่มีบางส่วนไม่ถูกต้อง 3) ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลจากอนุทินของนักเรียน พิจารณาข้อความจากอนุทินของนักเรียนที่สะท้อนถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ประกอบในการอธิบายว่านักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็นอย่างไร

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ฉันจะจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ อย่างไร เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หลังจากการปฏิบัติงานวิจัยตามวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการ PAOR ทั้งสิ้น 2 วงจร โดยจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าได้แนวทางในการจัดการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

1. ควรมีประเด็นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ควรมีประเด็นหรือหัวข้อที่ทำให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง โดยมีการแลกเปลี่ยนมุมมองและความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนๆในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยได้รับการยืนยันและปรับเปลี่ยนมุมมองของตนเอง อันจะนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และยังช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนอีกด้วย

2. ใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด

การใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหา ร่วมกับการใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหา จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้ตัวอย่างที่อิงเนื้อหาจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ ส่วนการใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหาจะช่วยเติมเต็มในด้านข้อจำกัดของเนื้อหาบางเนื้อหาที่ยังไม่สามารถสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

3. ในการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องมีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาเคมี

3.1 สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนความคิดในขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นๆ

เนื่องจากการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว จะทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากการทำกิจกรรม และเป็นการเชื่อมโยงการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างกลมกลืน อันจะทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์มีความหมายมากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ควรมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรทำในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งจะช่วยให้สามารถประเมินได้ว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้หรือหลังการจัดการเรียนรู้ในแผนก่อนหน้า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด หรือมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการสอนหรือไม่อย่างไร ในขั้นสอน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้มีการสะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น และขั้นสรุป เป็นการสอนแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนต่อไป

4. การใช้คำถามในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรเป็นคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหาเคมี

ในการใช้คำถามเพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรเป็นคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหาเคมี เนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจเนื้อหาเคมีกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยังทำให้การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหามีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับการสอนเนื้อหาเคมีมากยิ่งขึ้น

5. วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอดแทรก

ในการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนเนื้อหาเคมี ควรพิจารณาลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหา วิธีการได้มาของเนื้อหานั้นๆว่าสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใด โดยที่เนื้อหานั้นจะต้องสามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรกได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ดีในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งหนึ่งๆ ไม่ควรสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากจนเกินไป เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของเวลา และอาจทำให้การสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ลึกซึ้งมากนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเข้าใจถูกต้องจำนวนน้อยมากในทุกๆประเด็น โดยเฉพาะ ประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น ตามลำดับ อย่างไรก็ดีหลังการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบที่สอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น 5 ประเด็นได้แก่ ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ และสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกๆประเด็น โดยเฉพาะประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น และมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด คือ ประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องมากขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากการวิจัยพบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีความเข้าใจถูกต้องมากขึ้นในทุกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ควรมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดที่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่นๆเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.2 จากการวิจัยพบว่าในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ควรมีการหยิบยกสถานการณ์หรือตัวอย่างที่ไม่อิงเนื้อหาร่วมกับการยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหา เนื่องจากจะช่วยให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนสามารถสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆได้ดียิ่งขึ้นอีกทั้งยังช่วยลดข้อจำกัดของเนื้อหาที่สะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางประเด็น ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ควรมีการใช้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาร่วมกับสถานการณ์หรือตัวอย่างที่ไม่อิงเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ

1.3 จากการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดที่มีประเด็นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นและยังช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว ควรมีประเด็นต่างๆที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆ

1.4 จากการวิจัยพบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสะท้อนความคิดการให้นักเรียนได้สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม และสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถบูรณาการและเป็นเนื้อเดียวกันกับการสอนเนื้อหาเคมี ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว ควรมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมและสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

1.5 จากการวิจัยพบว่า การใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนและคำถามที่มีความหลากหลาย เช่น การถามคำถามในลักษณะ เพราะเหตุใด อย่างไร โดยมุ่งให้นักเรียนอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียน หรือบางครั้ง การใช้คำถามเพื่อสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นเดียวกัน แต่เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องที่แตกต่างกัน หากใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็จะทำให้สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้น มากน้อยเพียงใด นอกจากนี้คำถามที่ใช้ควรมีความหลากหลายหากถามในประเด็นเดียวกัน เช่น บางครั้งอาจจะถามคำถามเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรม หรือในบางครั้งอาจจะถามย้อนกลับว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ สามารถสะท้อนได้จากการทำกิจกรรมใด เป็นต้น การใช้คำถามในลักษณะดังกล่าวจะทำให้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด มีความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลมกลืนกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และสามารถวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแม้เป็นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นเดียวกัน แต่ปรากฏการในเนื้อหาที่แตกต่างกันได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเนื้อหาเคมี ควรมีการใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่สอนและใช้คำถามที่มีความหลากหลาย

1.6 จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดให้มีประสิทธิภาพ ควรมีการวางแผนการการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ต้องการสอดแทรก ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว ควรมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอดแทรก โดยพิจารณา ลักษณะและธรรมชาติของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้นั้นว่ามีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใดอย่างชัดเจน แล้วจึงสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นเข้ากับเนื้อหานั้นๆ

1.7 ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด จะต้องมีเวลาให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้เวลาพอสมควร การสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวนมากเกินไปจะทำให้ไม่สามารถสะท้อนและอภิปรายความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งเท่าที่ควร ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ควรแบ่งเวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม และสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละครั้งไม่มากจนเกินไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการทำวิจัยนี้ พบว่าถึงแม้นักเรียนจะมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกๆประเด็น อย่างไรก็ดี ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่ยังมีนักเรียนจำนวนหนึ่งที่ไม่มีการพัฒนาความเข้าใจในประเด็นนี้ โดยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ยังคงมีความเข้าใจบางส่วนและมีการให้เหตุผลในลักษณะของสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลในแง่ของการยอมรับหรือปฏิเสธข้อความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้กล่าวถึงอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่กำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา หรือวิธีการในการดำเนินงานของนักวิทยาศาสตร์ เหตุผลหนึ่งอาจเนื่องจากมีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในประเด็นนี้เพียงแผนการจัดการเรียนรู้เดียว จึงเป็นที่น่าสนใจว่า จะมีวิธีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเคมีอื่นๆ อย่างไร เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนในประเด็นนี้ให้มากยิ่งขึ้น

2.2 จากการปฏิบัติงานวิจัยพบว่า การเน้นให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นและอภิปรายระหว่างนักเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่าหากมีการใช้ทักษะการโต้แย้งเข้ามาผนวกกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ในเนื้อหาเคมีสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร และจะมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวอย่างไร

2.3 ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาว่านักเรียนมีการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร หลังจากที่มีการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด อย่างไรก็ดี ยังไม่ได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

3. ข้อจำกัดในการวิจัย

เวลาในการจัดการเรียนการสอนที่ค่อนข้างจำกัดมีผลต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบเป็นอย่างมาก เนื่องจากการสอนในลักษณะดังกล่าวต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนและอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้เวลาพอสมควร แต่การทำวิจัยในครั้งนี้ ทำในภาคเรียนที่ 2 ซึ่งมีวันหยุดค่อนข้างเยอะรวมไปถึงงานหรือกิจกรรมทางโรงเรียน ทำให้คาบเรียนถูกลดจำนวนลง หรือหายไป ส่งผลให้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขาดความต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนา มหาลี. 2553. **การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ่ายคำตา. 2553. "ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1." **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์.** 16 (5): 795-809.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2555. "ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Pedagogical Content Knowledge for Teaching Nature of Science)." **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 2 (2): 233-260

ทัศนี พุฒนอก และคณะ. 2555. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13, 17 กุมภาพันธ์ 2555.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เบญจพร สาภักดี. 2555. **การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สภาพอากาศ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. 2551. **เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลฎาภา สุทธกูล และคณะ. 2555. "ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษา." **วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (สังคม)** 31 (5): 124-136.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล. 2555. “การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์** 4 (2): 73-90.

ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกูล และชาตรี ฝ่ายคำตา. 2556. “ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” **วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)** 34: 269-282.

สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม, และอรุณี อิงคากุล. 2548. “ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” **วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)** 26: 133-145.

สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม. 2551. “ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่อง โครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี.” **วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)** 29: 228-239.

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, และพรทิพย์ ไชยโส. 2552. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 14 (4): 360-374.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อังคณา ปัทมพงศา . 2555. **การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย .** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Abd-El-Khalick, F. 1998. **The influence of history of Science Course on Students Conceptions of the Nature of Science**. Unpublished doctoral dissertation, Oregon state University: Oregon.

_____. and N. G. Lederman. 2000. "The Influence of History of Science Courses on Student' Views of Nature of Science." **Journal of Research in Science Teaching** 37 (10): 1057-1095.

Akerson, L. V., F. Abd-El-Khalick and N. G. Lederman. 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.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1990. **Science for all Americans: A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics and Technology.** Washington, DC: Auther.

Bell, R. L., L. M. Blair, B.A. Crawford and N.G. Lederman. 2003. "Just do it? Impact of a science Apprenticeship Program on High School Students' Understandings of the Nature of Science and Scientific Inquiry." **Journal of Research in Science Teaching**. 40 (5): 487-509.

Billeh, V. Y. and M. H. Malik. 1977. "Development and Application of a Test on Understanding the Nature of Science." **Science Education** 61 (10): 559-571.

Cotham, J. and E. Smith. 1981. "Development and Validation of the Conceptions of Scientific Theories Test." **Journal of Research in Science Teaching.** 18 (5): 387-396.

Din-yan Yip. 2006. "Using History to Promote Understanding of Nature of Science in Science Teacher." **Teaching Education** 17 (2): 157-166.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Irwin, A. R. 2000. "Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context." **Science Education**. 84 (1): 5-26.

Johnton, A. T. and S. Southerland. 2002. **Conceptual ecologies and their influence on the nature of science conception: More dazed and confused than ever.** New Orleans: National Association for Research in Science Teaching.

Kemmis, S. and R. McTaggart. 1998. **The Action Research Planner.** Geelong, Victoria: Deakin University Press.

Khishfe, R. and F. Abd-El-Khalick. 2002. "Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (7): 551-578.

Khishfe, R. and N. G. Lederman. 2006. "Teaching Nature of Science within a Controversial Topic: Integrated versus Nonintegrated." **Journal of research in science Teaching** 43 (4): 395-418.

Khishfe, R. and N. G. Lederman. 2007. "Relationship between Instructional Context and Views of Nature of Science." **International Journal of Science Education**. 29 (8): 939-961.

Khishfe, R. 2008. "The Development of Seventh Grader's Views of Nature of Science**."** **Journal of research in science Teaching** 45 (4): 470-496.

Khishfe, R. 2012. "Nature of Science and Decision-Making." **International Journal of Science Education**. 34 (1): 67-100.

Khishfe, R. 2014. "Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction in the Context of Socioscientific Issues: An effect on student learning and transfer." **International Journal of Science Education** 36 (6): 974-1016.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kim, S. Y. and K. E. Irving. 2010. "History of science as an instructional context: student learning in genetics and nature of science." **Science and Education** 19: 187-215.

Lederman, N. G. and M. O'Malley. 1990. "Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change." **Science Education** 74 225–239.

Lederman, N. G. 1992. "Student's and Teacher's Conceptions of Science: A Review of the Research." **Journal of Research in Science Teaching** 29 (4): 331-353.

Lederman, N. G. 2002. "Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conception of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (6): 497-518.

Lin, C. Y., J. H. Cheng and W. H. Chang. 2010. "Making Science Vivid: Using a historical Episodes Map." **International Journal of Science Education** 32 (18): 2521-2531.

Lonsbury, J. G. and J. D. Ellis. 2002. "Science history as a means to teach nature of science concept: using the development of understanding related to mechanisms of inheritance." **Electronic Journal of Science Education** 7 (2).

McComas, W. F. ed. 1998. "The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths." In McComas, W. F. (ed). **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies.** Boston: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. F., M. P. Clough and H. Almazroa. 2000. **The Role and Character of the Nature of Science in Science Education.** London: Kluwer Academic Publishers.

Moss, D. and J. Robb. 2001. "Examining students' conceptions of the nature of science." **International Journal of Science Education** 23 (8): 771-790.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

National Research Council. 1996. **National Science Education Standard**. Washington, DC: Academic Press.

National Science Teachers Association (NSTA). 2003. **The Teaching of Evolution-A position Statement of NSTA.** (Online). http://www.nsta.org/position/nature of science, October 18, 2014.

Peter, E. E. 2012. "Developing Content Knowledge in Students Through Explicit Teaching of the Nature of Science: Influences of Goal Setting and Self-Monitoring." **Science and Education.** 21 (6): 881–898.

Schwartz, R. S. and N. G. Lederman. 2001. "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (3): 205-236.

Schwart, R. S., N. G. Lederman and B. A. Crawford. 2004. "Developing view of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging of science and scientific inquiry." **Science Education** 88 (4): 610-645.

Welch, W. W. and H. J. Walberg. 1972. A national experiment in curriculum evaluation. **American Educational Research Journal** 9: 373-383.

Yacoubian H. A. and S. BouJaoude. 2010. "The Effect of Reflective Discussions Following Inquiry-Based Laboratory Activities on Students' Views of Nature of Science." **Journal of research in science teaching** 47 (10): 1229-1252.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้คำแนะนำพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขเพื่อความตรงของเนื้อหา มีรายนามต่อไปนี้

1. ผศ.ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ อาจารย์สังกัด ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ.ดร. ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์สังกัด ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ผศ.ดร. จรรยา ดาสา รองผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

เรื่อง สมบัติของธาตุแทรนซิชัน

ผู้สอน นางสาวธัณยาภรณ์ ภักดี จำนวน 2 คาบเรียน เวลา 110 นาที

---

1. มาตรฐานและตัวชี้วัด

สาระที่ 3 **สารและสมบัติของสาร**

มาตรฐาน ว.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว.8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว.8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว.8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว.8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูลแปลความหมายและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. จุดประสงค์

ด้านความรู้

1. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 กับธาตุหมู่ IA และหมู่ IIA ในคาบเดียวกันได้
2. สรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันจากการทดลองและข้อมูลที่กำหนดให้
3. บอกเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันในสารประกอบหรือไอออนที่กำหนดให้ได้
4. บอกเหตุผลที่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันมีสีต่างกันได้
5. อภิปรายและสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังนี้

- วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์
- ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น
- วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ
- มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

ด้านทักษะและกระบวนการ

1. สามารถตีความหมายข้อมูลจากตารางและลงข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติของธาตุแทรนซิชัน
2. ทำการทดลองออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมได้
3. ตีความและลงข้อสรุปเกี่ยวกับเหตุผลที่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันมีสีต่างกันได้

ด้านคุณลักษณะ

1. สามารถทำงานกลุ่มแบบร่วมมือได้

3. แนวคิดหลัก

ธาตุแทรนซิชันมีสมบัติเป็นโลหะ เนื่องจุดมีค่า IE1 และค่า EN ต่ำ แต่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูงกว่าธาตุหมู่ IA และ IIA โดยธาตุแทรนซิชันจะมีสมบัติคล้ายกันตามคาบ เพราะในคาบเดียวกันจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากันและมีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน และมีการบรรจุอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย **d** ซึ่งมีจำนวนไม่เท่ากัน

ธาตุแทรนซิชันส่วนใหญ่มีสี โดยธาตุหนึ่งๆสามารถเกิดสารประกอบได้หลายชนิด และมีสีต่างกัน โดยสีของสารจะมีความสัมพันธ์กับเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชัน ถ้าหากเลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลง สีของสารก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย

การที่ธาตุแทรนซิชันมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า เนื่องจากสามารถสูญเสียอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ถัดจากระดับพลังงานนอกสุดหรือในระดับพลังงานย่อย **d** ออร์บิทัลได้ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ให้นักเรียนรับการ์ดธาตุ แล้วให้นักเรียนช่วยกันจัดกลุ่มของธาตุที่ได้จากการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุนั้น แล้วใช้คำถามต่อไปนี้

- นักเรียนแบ่งกลุ่มของการ์ดธาตุ จากการจัดเรียงอิเล็กตรอนได้อย่างไร (ธาตุกลุ่มแรกมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในชั้นสูงสุดคือ s orbital อีกกลุ่มหนึ่ง มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนใน d-orbital)
- ธาตุที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนใน d-orbital เรียกว่าอย่างไร ธาตุแทรนซิชัน))
- นักเรียนคิดว่าเหตุใดจึงต้องจัดธาตุกลุ่มนี้แยกออกจากธาตุหมู่หลัก มีสมบัติแตกต่างกัน))
- นักเรียนคิดว่าธาตุใดกลุ่มแทรนซิชันมีสมบัติเหมือนหรือต่างจากธาตุโลหะในหมู่ IA IIA และ IIIA หรือไม่ อย่างไร

ขั้นสอน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 3 คน แจกใบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคน
2. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มช่วยกันพิจารณาข้อมูลตารางสมบัติบางประการและการจัดเรียงอิเล็กตรอนของโพแทสเซียม แคลเซียมและธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 และตอบคำถามในใบกิจกรรม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของธาตุแทรนซิชัน โดยใช้คำถามดังนี้
   - จากข้อมูลในตารางนักเรียนจะจัดธาตุแทรนซิชันว่ามีสมบัติเป็นธาตุโลหะ อโลหะ หรือกึ่งอโลหะ (โลหะ)
   - นักเรียนมีหลักฐานหรือข้อมูลใดที่ทำให้คิดเช่นนั้น [NOS วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน] (จากการพิจารณาข้อมูลสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน โดยธาตุแทรนซิชันมีพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 และค่า EN ต่ำเช่นเดียวกับโลหะโพแทสเซียมแลแคลเซียม แต่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูงกว่าโลหะหมู่ IA และ หมู่ IIA ดังนั้นจึงควรเป็นโลหะ)
   - นักเรียนคิดว่าข้อมูลดังแสดงในตารางได้มาได้อย่างไร [NOS วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน] (มาจากการวัด โดยใช้เครื่องมือหรือเทคนิคต่างๆมาใช้ในการเก็บข้อมูลหรือสังเกต เช่น การวัดจุดเดือดจุดหลอมเหลวของธาตุซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงก็จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะช่วยให้สามารถเก็บข้อมูลดังกล่าวได้)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ธาตุแทรนซิชันมีสมบัติใดบ้างที่แตกต่างจากโลหะโพแทสเซียมและแคลเซียม (มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกันภายในกลุ่มของธาตุแทรนซิชันเอง แต่มีขนาดเล็กกว่าโพแทสเซียมและแคลเซียม)
- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 กับโลหะโพแทสเซียมและแคลเซียม แตกต่างกันอย่างไร ธาตุแทรนซิชันมีการบรรจุอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยใด มีจำนวน เวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่าใด (ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 มีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นเข้าไปอยู่ในระดับพลังงานย่อย 3d)
- นักเรียนคิดว่าการมีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นในออร์บิทัล 3d ส่งผลต่อขนาดอะตอมและแนวโน้มของธาตุแทรนซิชันคาบที่ 4 อย่างไร (มีผลในการกำบังแรงดึงดูดจากนิวเคลียสที่มีต่ออิเล็กตรอนในออร์บิทัล 4s ซึ่งเป็นอิเล็กตรอนวงนอกสุดได้มาก ทำให้ขนาดอะตอมของธาตุแทรนซิชันคาบที่ 4 ลดลงเล็กน้อยจากซ้ายไปขวา และไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเหมือนโพแทสเซียมและแคลเซียม)
- ให้นักเรียนสรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันจากการอภิปรายร่วมกัน

4. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสารประกอบที่มีธาตุแทรนซิชันเป็นองค์ประกอบ และครูยกตัวอย่างสารประกอบที่มีธาตุแทรนซิชันโดยให้นักเรียนดูรูปภาพสารประกอบแทรนซิชันและสารประกอบของธาตุหมู่ A แล้วถามคำถามต่อไปนี้
   - สารประกอบของธาตุแทรนซิชันเกิดจากพันธะใด (พันธะไอออนิก)

   ในขณะที่ให้นักเรียนดูภาพสารประกอบแต่ละชนิดให้นักเรียนหาเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันในสารประกอบนั้นๆ
   - สารประกอบของธาตุแทรนซิชันแตกต่างจากสารประกอบจองธาตุหมู่ A อย่างไร (สารประกอบแทรนซิชันส่วนใหญ่จะมีสี แต่สารประกอบของธาตุหมู่ A ส่วนใหญ่จะไม่มีสี)
5. ครูให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงสีของสารประกอบแทรนซิชัน เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน
   - จากการชมคลิปวีดิทัศน์ นักเรียนจะตั้งคำถามว่าอย่างไร และจะมีวิธีการในการหาคำตอบอย่างไร ให้นักเรียนทุกคนเขียนคำถามของตนเองและแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม (ครูเขียนคำถามของนักเรียนลงบนกระดาน)
   - นักเรียนคิดว่าเหตุใดสารละลายจึงสามารถเปลี่ยนแปลงสีได้ (เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น)
   - นักเรียนคิดว่าสมบัติของธาตุแทรนซิชันในสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
6. ครูพิจารณาคำถามของนักเรียนที่ใกล้เคียงกับการศึกษาสีของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน มาเป็นประเด็นในการนำเข้าสู่การทำการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนทำการทดลอง ดังนี้
   - นักเรียนแต่ละกลุ่มรับ ใบกิจกรรม เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของธาตุโครเมียมและศึกษาใบกิจกรรม
   - จุดประสงค์ของการทดลองนี้คืออะไร (เพื่อศึกษาสมบัติของสารประกอบของธาตุโครเมียม)
   - ในการบันทึกผลการทดลองนักเรียนจะควรบันทึกสิ่งที่สังเกตได้หรือการลงความเห็น [NOS ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น] (สิ่งที่สังเกตได้จริงจากการทดลอง)
   - นักเรียนคิดว่าการสังเกตและลงความเห็นแตกต่างกันอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ [NOS ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น]
   - ครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมแก่นักเรียนว่า ในการทดลองในขั้นที่มีการเติม H_2O_2 ควรเขย่าจนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนก่อนทำการทำลองขั้นต่อไป
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองและออกมานำเสนอผลการทดลองของกลุ่มตนเอง โดยการสุ่ม แล้วใช้คำถามต่อไปนี้
   - เหตุใดนักเรียนจึงสรุปผลการทดลองเช่นนั้น (นักเรียนต้องแสดงหลักฐานและอธิบายหลักฐานในการยืนยันสิ่งที่ตนเองค้นพบ) [NOS วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน]
   - นักเรียนจะเชื่อถือผลการทดลองและข้อสรุปของเพื่อนในกลุ่มใด เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเชื่อถือข้อสรุปของเพื่อนกลุ่มนั้น (นักเรียนพิจารณาสิ่งที่เพื่อนอธิบายและหลักฐานที่เพื่อนนำเสนอ) [NOS วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน]

   ระหว่างที่แต่ละกลุ่มนำผลการทดลองออกมานำเสนอ ครูชี้ให้นักเรียนพิจารณาผลการทดลองที่เพื่อนบันทึก และใช้คำถามสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นว่า
   - ผลการทดลองที่เพื่อนบันทึก เป็นการสังเกตหรือลงความเห็น ทราบได้อย่างไร
   - การสังเกตและการลงความเห็นเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร [NOS ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น]
   - ระหว่างที่นักเรียนทำการทดลอง นักเรียนมีปัญหาใดเกิดขึ้นบ้างหรือไม่ นักเรียนแก้ไขปัญหาดังกล่าว อย่างไร (นักเรียนอธิบายขั้นตอนที่ตนเองได้มาซึ่งความรู้ โดยอาจมีการทำซ้ำในบางขั้นตอน ข้ามบางขั้นตอน หรือสลับขั้นตอนได้) [มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์]
9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้คำถามดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดสารละลายจึงสามารถเปลี่ยนสีได้ (เลขออกซิเดชันของโครเมียมเปลี่ยนแปลง)
- เลขออกซิเดชันของโครเมียมในปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (จาก+6 เป็น +3)
- ครูเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบนกระดานพร้อมอธิบายปฏิกิริยา

$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2O_2 + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3O_2 + 7H_2O$

สีส้ม สีเขียว

- นักเรียนคิดว่าสีของสารมีความสัมพันธ์กับเลขออกซิเดชันหรือไม่ อย่างไร (มีความสัมพันธ์กันโดย สีของสารขึ้นอยู่กับเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชัน แม้จะเป็นสารประกอบของธาตุแทรนซิชันเดียวกัน หากเลขออกซิเดชันต่างกัน สีของสารประกอบก็จะแตกต่างกันด้วย)

10. นักเรียนชมคลิปวิดีทัศน์ น้ำเปลี่ยนสี (เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน) แล้วตอบคำถามต่อไปนี้
- นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร (สารละลายสามารถเปลี่ยนสีได้เพราะเลขออกซิเดชันของ Mn ซึ่งเป็นธาตุแทรนซิชันเปลี่ยนแปลง)
- นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวให้ผู้อื่นเชื่อได้อย่างไรว่าเป็นเช่นนั้นจริง [NOS วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน] (ในการอธิบายต้องมีการใช้หลักฐานที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือประกอบกับคำอธิบาย
- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดธาตุแทรนซิชันธาตุหนึ่งๆจึงมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า

11. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาตาราง 3.7 ในแบบเรียนหน้า 146 การจัดเรียงอิเล็กตรอนของโครเมียมและโครเมียมไอออนที่มีเลขออกซิเดชันต่างๆ
- จากตาราง โครเมียมเกิดเป็นไอออนที่มีประจุได้กี่ค่า (6 ค่า คือ +1 ถึง +6)
- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดโครเมียมจึงมีค่าประจุได้ถึง 6 ค่า (โครเมียมสามารถสูญเสียอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน 3d ซึ่งถัดจากระดับพลังงานนอกสุดได้)

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกิจกรรมโดยใช้คำถามต่อไปนี้
- จากกิจกรรมในวันนี้ นักเรียนได้อะไรเหมือนนักวิทยาศาสตร์บ้าง
- นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ อย่างไร (ใช้ในการตั้งคำถาม สมมติฐาน วางแผนการทดลอง อภิปรายและสรุปผลการทดลอง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นักเรียนคิดว่า ในการได้มาซึ่งข้อความรู้วิทยาศาสตร์ มีวิธีการใดบ้าง จากกิจกรรมที่ทำในวันนี้ (ทำการทดลอง สังเกตและจัดกลุ่ม)
- ในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนคิดว่าจำเป็นต้องทำตามขั้นตอนของการแสวงหาความรู้หรือไม่ อย่างไร (ไม่จำเป็น สลับขั้นตอน ข้ามบางขั้นตอน ทำซ้ำหรือทำย้อนบางขั้นตอนก็ได้ (ขึ้นกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม) เน้นให้นักเรียนอภิปรายและยกตัวอย่าง)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติของธาตุแทรนซิชัน โดยใช้คำถามต่อไปนี้
- เหตุใดจึงจัดธาตุกลุ่มแทรนซิชันให้มีสมบัติเป็นโลหะ (ธาตุแทรนซิชันมีค่า IE1 และค่า EN ต่ำคล้ายธาตุหมู่ IA และหมู่ IIA แต่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูงกว่า K และ Ca)
- ขนาดอะตอมของธาตุกลุ่มแทรนซิชันเป็นอย่างไร (มีขนาดใกล้เคียงกัน)
- เวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 เท่ากับเท่าใด (ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 ยกเว้น Cr และ Cu มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1)
- ธาตุแทรนซิชันมีการบรรจุอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยใด (ระดับพลังงานย่อย 3d ซึ่งมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน ทำให้จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานถัดเข้ามาของธาตุแทรนซิชันมีค่าไม่เท่ากัน)
- สมบัติของธาตุแทรนซิชันส่วนใหญ่คล้ายคลึงกันตามคาบเพราะเหตุใด (เพราะในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากันและขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน)
- จากการทำกิจกรรมการทดลอง การศึกษาสมบัติบางประการของโครเมียมและแมงกานีส เหตุใดสารละลายจึงมีการเปลี่ยนแปลงสี นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร (เนื่องจากมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น โดยเลขออกซิเดชันของ Cr และ Mn เปลี่ยนแปลง จึงสรุปได้ว่า Cr และ Mn เกิดเป็นสารประกอบได้หลายชนิด (มีเลขออกซิเดชันหลายค่า) และสีของสารประกอบขึ้นอยู่กับเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชัน จะเห็นได้ว่าสารประกอบของธาตุแทรนซิชันชนิดเดียวกัน เมื่อมีเลขออกซิเดชันต่างกันสีของสารประกอบก็จะแตกต่างกันด้วย)
- เหตุใดธาตุแทรนซิชันส่วนใหญ่จึงมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า (เนื่องจากสามารถใช้อิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ถัดจากระดับลังงานนอกสุดได้)

5. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1. การ์ดธาตุที่รวมธาตุหมู่ IIA IIA และ แทรนซิชันเข้าด้วยกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน

3. คลิปวีดิทัศน์เกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของสารประกอบแทรนซิชัน

- Oxidation of tartarate to CO_2 by H_2O_2 catalyzed by CO_2.mp4
- Colour_change_Chameleon_Chemical_Reaction.flv

4. ใบกิจกรรม เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของธาตุโครเมียม

5. อนุทินหลังการเรียนของนักเรียน

6. การวัดและการประเมินผลการจัดการเรียนรู้

	สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	1. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 กับธาตุหมู่ IA และหมู่ IIA ในคาบเดียวกันได้	การตอบคำถามในใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน	ใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน	3 คือ เปรียบเทียบสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 กับธาตุหมู่ IA และหมู่ IIA ในคาบเดียวกันได้ถูกต้อง 2 คือ เปรียบเทียบสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 กับธาตุหมู่ IA และหมู่ IIA ในคาบเดียวกันได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่กล่าวถึง 1 คือ เปรียบเทียบสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 กับธาตุหมู่ IA และหมู่ IIA ในคาบเดียวกันได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่กล่าวถึง 0 คือ ไม่สามารถเปรียบเทียบสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน ในคาบที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2. สรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันจากการทดลองและข้อมูลที่กำหนดให้	การตอบคำถามในใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน	ใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน	3 คือ สรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันจากการทดลองและข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง 2 คือ สรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันจากการทดลองและข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่กล่าวถึง 1 คือ สรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันจากการทดลองและข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่ถูกต้อง 0 คือ ไม่สามารถสรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันจากการทดลองและข้อมูลที่กำหนดให้ได้
3. บอกเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันในสารประกอบหรือไอออนที่กำหนดให้ได้	การตอบคำถามในใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน	ใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน	3 คือ บอกเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันในสารประกอบหรือไอออนที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง 2 คือ บอกเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันในสารประกอบหรือไอออนที่กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่กล่าวถึง 1 คือ บอกเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันในสารประกอบหรือไอออนที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
			กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่ถูกต้อง 0 คือ ไม่สามารถบอกเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันในสารประกอบหรือไอออนที่กำหนดให้ได้
4. บอกเหตุผลที่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันมีสีต่างกันได้	การนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน	รายงานการทดลอง เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของธาตุโครเมียม	3 คือ สามารถบอกเหตุผลที่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันมีสีต่างกันได้ถูกต้อง 2 คือ สามารถบอกเหตุผลที่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันมีสีต่างกันได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่กล่าวถึง 1 คือ สามารถบอกเหตุผลที่สารประกอบของธาตุ แทรนซิชันมีสีต่างกันได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่ถูกต้อง 0 คือ ไม่สามารถบอกเหตุผลที่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันมีสีต่างกันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
	5. อภิปรายและสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ -วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์ - ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น - วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ - มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์	-การอภิปรายและตอบคำถามในชั้นเรียน -บันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน	อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน	วิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)
ด้านทักษะและกระบวนการ	1. สามารถตีความหมายข้อมูลจากตารางและลงข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติของธาตุแทรนซิชัน	การประเมินจากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผ่านการประเมินเมื่อได้คะแนนระดับ 1 ขึ้นไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
	2. ทำการทดลองและวางแผนทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมได้	การประเมินจากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผ่านการประเมินเมื่อได้คะแนนระดับ 1 ขึ้นไป
	3. ตีความและลงข้อสรุปเกี่ยวกับเหตุผลที่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันมีสีต่างกันได้	การประเมินจากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผ่านการประเมินเมื่อได้คะแนนระดับ 1 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ	1.สามารถทำงานกลุ่มแบบร่วมมือได้	การประเมินจากแบบประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม	แบบประเมินจากการทำงานเป็นกลุ่ม	ผ่านการประเมินเมื่อได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อผู้สังเกต..... วันที่ประเมิน …….....

โรงเรียน ……..…… ภาคเรียนที่ ……. ปีการศึกษา ……

รายวิชา …..…… เรื่อง ……. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ….....

กลุ่มที่	พฤติกรรมบ่งชี้			คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ
	ทักษะการทดลอง	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ทักษะการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุป		

*หมายเหตุ เกณฑ์สรุประดับคุณภาพทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คะแนน 0-2 ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

คะแนน 3-5 ระดับคุณภาพ พอใช้

คะแนน 6-8 ระดับคุณภาพ ดี

คะแนน 9 ระดับคุณภาพ ดีเยี่ยม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)	ไม่ผ่าน (0)
ทักษะการทดลอง	ทำการทดลองและใช้เครื่องมืออย่างคล่องแคล่วและได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง	ทำการทดลองและใช้เครื่องมือได้และได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง	ทำการทดลองและใช้เครื่องมือได้ แต่ผลการทดลองผิดพลาด	ไม่ทำการทดลอง หรือทำการทดลองผิดพลาด
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	คิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม ซึ่งยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน	คิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม	คิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง	ไม่คิดคำตอบล่วงหน้า
ทักษะการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุป	แปลความหมาย หรือ การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ โดยสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด	แปลความหมาย หรือ การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่โดยสามารถสรุปได้	แปลความหมาย หรือ การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่	ไม่สามารถแปลความหมายของข้อมูลและไม่สามารถสรุปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม

ชื่อผู้สังเกต..... วันที่ประเมิน …….....

โรงเรียน ……..…… ภาคเรียนที่ ……. ปีการศึกษา ……

รายวิชา …..…… เรื่อง ……. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ….....

กลุ่มที่	พฤติกรรมบ่งชี้				รวม
	ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (4)	ให้ความร่วมมือและการช่วยเหลือภายในกลุ่ม (4)	แสดงความคิดอย่างมีเหตุผล (4)	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (4)	(16)

*หมายเหตุ เกณฑ์สรุประดับคุณภาพพฤติกรรมของผู้เรียน

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน

องค์ประกอบที่ 1 ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

4 หมายถึง ทำงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายครบถ้วน เต็มความสามารถ พยายามแก้ปัญหาการทำงานด้วยตนเอง และมุ่งมั่นจนงานสำเร็จ

3 หมายถึง ทำงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายครบถ้วน แก้ปัญหาการทำงานด้วยตัวเองเป็นบางครั้ง และทำงานจนสำเร็จ

2 หมายถึง ทำงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายบ้างแต่ทำไม่ครบถ้วน แก้ปัญหาการทำงานด้วยตัวเองไม่ได้ ต้องได้รับความช่วยเหลือจึงจะทำงานได้สำเร็จ

1 หมายถึง รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายน้อยมากต้องควบคุมและกระตุ้นเตือนบ่อยๆ ทำงานไม่สำเร็จ

องค์ประกอบที่ 2 ให้ความร่วมมือและการช่วยเหลือภายในกลุ่ม

4 หมายถึง ให้ความร่วมมือทำงานทุกขั้นตอน และช่วยเหลืองานในกลุ่มดีมาก

3 หมายถึง ให้ความร่วมมือทำงานเกือบครบทุกขั้นตอน และช่วยเหลืองานในกลุ่มดี

2 หมายถึง ให้ความร่วมมือทำงานบ้างแต่ไม่ครบทุกขั้นตอน และช่วยเหลืองานในกลุ่มดีพอสมควร

1 หมายถึง ให้ความร่วมมือทำงานน้อยมาก

องค์ประกอบที่ 3 แสดงความคิดอย่างมีเหตุผล

4 หมายถึง ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นได้ดีมาก และมุ่งประโยชน์เพื่อการพัฒนาคุณภาพงานเป็นสำคัญ

3 หมายถึง ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นได้ดี

2 หมายถึง ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นได้บ้างพอสมควร

1 หมายถึง ใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการแสดงความคิดเห็นมากกว่าใช้เหตุผล

องค์ประกอบที่ 4 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4 หมายถึง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ร่วมรับผิดชอบปรับปรุง แก้ไขงานของกลุ่มทั้งหมดด้วยความเต็มใจ

3 หมายถึง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น กลุ่มร่วมรับผิดชอบปรับปรุง แก้ไขงานส่วนใหญ่ของกลุ่ม

2 หมายถึง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ข้อสรุปของกลุ่มร่วมรับผิดชอบปรับปรุง แก้ไขงานของกลุ่มพอสมควร

1 หมายถึง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง ร่วมรับผิดชอบปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มเพียงเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนุทินสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ให้นักเรียนสะท้อนความคิดในประเด็นต่อไปนี้จากการทำกิจกรรมในคาบเรียน

1. สังเกตและลงความเห็นเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

……

……

……

……

2. ในการหาความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

……

……

……

……

2.1 นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง อย่างไร อธิบาย

……

……

……

3. ในการหาความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่าง

……

……

……

4. หากนักเรียนจะเชื่อถือและยอมรับในข้อความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง นักเรียนจะพิจารณาจากอะไร

……

……

……

5. วิทยาศาสตร์เหมือนหรือแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ อย่างไร อธิบาย

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรม เรื่องสมบัติบางประการของธาตุแทรนซิชัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากตารางแสดงสมบัติบางประการและการจัดเรียงอิเล็กตรอนของโพแทสเซียม แคลเซียม และธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สมบัติบางประการและการจัดเรียงอิเล็กตรอนของโพแทสเซียม แคลเซียม และธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4

สมบัติ / ธาตุ	เลขอะตอม	รัศมีอะตอมในโลหะ (pm)	จุดหลอมเหลว (^{0}C)	จุดเดือด (^{0}C)	ความหนาแน่น (g/cm^3)	IE_1 (kJ/mol)	ค่า EN	การจัดอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน
K	19	227	63..5	759	0.89	425	0.82	[Ar] $3d^0$ $4s^1$	2 8 8 1
Ca	20	197	842	1484	1.54	596	1.00	[Ar] $3d^0$ $4s^2$	2 8 8 2
Sc	21	160	1541	2836	2.99	639	1.36	[Ar] $3d^1$ $4s^2$	2 8 9 2
Ti	22	150	1670	3287	4.51	665	1.54	[Ar] $3d^2$ $4s^2$	2 8 10 2
V	23	140	1910	3407	6.00	657	1.63	[Ar] $3d^3$ $4s^2$	2 8 11 2
Cr	24	130	1907	2671	7.15	659	1.66	[Ar] $3d^5$ $4s^1$	2 8 13 1
Mn	25	140	1246	2061	7.3	723	1.55	[Ar] $3d^5$ $4s^2$	2 8 13 2
Fe	26	130	1538	2861	7.87	768	1.83	[Ar] $3d^6$ $4s^2$	2 8 14 2
Co	27	130	1495	2927	8.86	766	1.88	[Ar] $3d^7$ $4s^2$	2 8 15 2
Ni	28	130	1455	2913	8.90	743	1.91	[Ar] $3d^8$ $4s^2$	2 8 16 2
Cu	29	130	1085	2562	8.96	752	1.90	[Ar] $3d^{10}$ $4s^1$	2 8 18 1
Zn	30	130	419.53	907	7.14	913	1.65	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$	2 8 18 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. เปรียบเทียบสมบัติของธาตุแทรนซิชันคาบที่ 4 **กับโลหะโพแทสเซียมและแคลเซียม**

สมบัติของธาตุแทรนซิชันคาบที่ 4 กับโลหะ K และ Ca	
สมบัติที่คล้ายกัน	**สมบัติที่ต่างกัน**

2. นักเรียนจะจัดธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะหรืออโลหะ เพราะเหตุใด

.....

.....

3. การจัดอิเล็กตรอนของธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4 **กับโลหะ** K **และ** Ca **แตกต่างกันอย่างไร ธาตุแทรนซิชันในคาบที่** 4 **มีการบรรจุอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยใด มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็นเท่าใด**

.....

.....

.....

.....

4. **นักเรียนจะสรุปสมบัติของธาตุแทรนซิชันได้อย่างไร**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรม เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส

สมาชิกในกลุ่ม

1…….

2……

3. ……..

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

สารเคมีและอุปกรณ์

การทดลอง สารประกอบของโครเมียม

วิธีทำการทดลอง

1. ใส่สารละลาย $K_2Cr_2O_7$ 0.1 mol/dm^3 จำนวน 0.5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก
2. เติมสารละลาย H_2SO_4 1 mol/dm^3 จำนวน 0.5 cm^3 เขย่า สังเกตสีของสารละลาย
3. เติมสารละลาย H_2O_2 เข้มข้นร้อยละ 6 โดยปริมาตร จำนวน 0.5 cm^3 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองลงในกระดาษที่กำหนดให้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเติมสารละลาย $\mathbf{H_2O_2}$ ลงในสารละลายผสมของ $\mathbf{K_2Cr_2O_7}$ กับ $\mathbf{H_2SO_4}$ มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ นักเรียนทราบได้จากหลักฐานใด

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เมื่อเปรียบเทียบสีของสารละลายจากผลการทดลองกับข้อมูลในตาราง 3.6 สีของสารประกอบและไอออนของโครเมียมและแมงกานีสในน้ำ (หนังสือแบบเรียน หน้าที่ 144) นักเรียนจะอธิบายผลการเปลี่ยนสีของสารละลายที่เกิดขึ้นได้อย่างไร มีสารใดเกิดขึ้นบ้าง

.....

.....

3. เลขออกซิเดชันของโครเมียมในปฏิกิริยามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าสีของสารมีความสัมพันธ์กับเลขออกซิเดชันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างอนุทินหลังเรียนของนักเรียน

อนุทินหลังเรียน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสะท้อนความคิดในประเด็นต่อไปนี้จากการทำกิจกรรมในคาบเรียน

1. นักเรียนคิดว่าการสังเกตและลงความเห็นเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

……

……

……

2. ในการหาความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

……

……

……

……

3. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง อย่างไร อธิบาย

……

……

……

4. ในการหาความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่าง

……

……

……

5. หากนักเรียนจะเชื่อถือและยอมรับในข้อความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง นักเรียนจะพิจารณาจากอะไรอธิบาย

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้

แบบสอบถามเพื่อประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้และตอบคำถามตามความเข้าใจของนักเรียน

1. จากประวัติการค้นพบและพัฒนาแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน จนกระทั่งนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจนได้ข้อมูลที่จะเชื่อว่าอิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค มีขนาดเล็กมากและเคลื่อนที่ อย่างรวดเร็วตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม โดยมีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสได้บางบริเวณเท่านั้น ใน ปัจจุบันมีการใช้แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกนี้ในการอธิบายสมบัติต่างๆของอะตอมอย่างกว้างขวาง

1.1. นักเรียนคิดว่าข้อความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

1.2. นักเรียนคิดว่าในการสร้างและพัฒนาข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิด สร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

1.3. ถ้าหากมีการเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่ นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอะตอมนั้นจะสามารถเป็นที่ ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. โคบอลต์ -60 เป็นธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งซึ่งที่นักวิทยาศาสตร์พบว่าสามารถนำมาใช้เพื่อรักษาโรคมะเร็ง บริเวณต่างๆในร่างกายหลายชนิด มีทั้งแบบฝังเข้าไปในบริเวณที่เป็นมะเร็งและแบบฉายรังสีแกมมาจากภายนอก บริเวณที่เป็นมะเร็งนอกจากนี้ก็มีการนำธาตุกัมมันตรังสีอื่นๆมาใช้ในทางการแพทย์อีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่จะมีการค้นพบธาตุกัมมันตรังสีชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการรักษาโรคมะเร็งได้ดีกว่าเดิม เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

2.2 หากมีนักวิทยาศาสตร์ค้นพบธาตุกัมมันตรังสีชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการรักษามะเร็งให้หายขาดได้ นักเรียนคิดว่าธาตุกัมมันตรังสีที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบนี้จะได้รับการยอมรับให้นำมาใช้ในการรักษามะเร็งได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2.3 นักเรียนคิดว่าปัจจัยด้านสังคม วัฒนธรรม เทคโนโลยี มีอิทธิพลต่อการวิจัยเพื่อพัฒนากัมมันตรังสีในด้านการแพทย์ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2.4 นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2.5 นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับความคิดที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

3. สารประกอบคลอไรด์ของธาตุในคาบที่ 2 และคาบที่ 3 ของโลหะจะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง เพราะเป็น สารประกอบไอออนิก (ยกเว้น $BeCl_2$) ส่วนสารประกอบคลอไรด์ของอโลหะมีจุดหลอมเหลวต่ำ เนื่องจากเป็นสารประ กอบโคเวเลนต์ที่มีโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ จากข้อความนี้นักวิทยาศาสตร์จะแน่ใจได้อย่างไรว่าถูกต้อง และนักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลักฐานเพื่อพิสูจน์ว่าข้อความนี้เป็นจริง

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าการสังเกตและการลงความเห็นทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้

แบบสอบถามเพื่อประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดและตามคำถามตามความเข้าใจของนักเรียนโดยละเอียด

1. จากประวัติการค้นพบและพัฒนาแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน จนกระทั่งนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจนได้ ข้อมูลที่จะเชื่อว่าอิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค มี ขนาดเล็กมากและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม โดยมีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสได้บางบริเวณเท่านั้น โดยในปัจจุบันมีการใช้แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกนี้ในการอธิบายสมบัติต่างๆของอะตอมอย่างกว้างขวาง

1.1. ถ้าหากมีการเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นใหม่ นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอะตอมนั้นจะสามารถเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือของนักวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปได้หรือไม่

- ○ หากสามารถได้รับการยอมรับได้ เพราะเหตุใด
- ○ หากไม่สามารถได้รับการยอมรับได้ เพราะเหตุใด

……
……
……
……

1.2. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าในการสร้างและพัฒนาข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

- ○ เห็นด้วย จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบให้ชัดเจน
- ○ ไม่เห็นด้วย จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างอย่างประกอบให้ชัดเจน

……
……
……

2. นักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

……
……
……
……

3. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับความคิดที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง

- ○ เห็นด้วย อธิบายและยกตัวอย่างประกอบให้
- ○ ไม่เห็นด้วย อธิบายและยกตัวอย่างประกอบให้ชัดเจน

……
……
……
……

4. ในปี ค.ศ 1896 เบคเคอเรล (Henri Becquerel) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสค้นพบว่าธาตุยูเรเนียมสามารถแผ่รังสีได้ เนื่องจากทำให้ฟิล์มเป็นรอยดำ ซึ่งต่อมาการค้นพบดังกล่าวได้รับการยอมรับและเชื่อถือ โดยปรากฏการณ์ที่ธาตุยูเรเนียมแผ่รังสีนี้ เรียกว่า กัมมันตภาพรังสี และเรียกธาตุที่มีสมบัติในการแผ่รังสีได้เองว่า ธาตุกัมมันตรังสี

นักเรียนคิดว่าเหตุใดการค้นพบของเบคเคอเรลจึงได้รับการยอมรับและเป็นที่น่าเชื่อถือ

……
……
……
……

5. นักเรียนคิดว่าการสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

……
……
……
……
……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. มีคนกล่าวว่า สังคมและวัฒนธรรมไม่ควรจะมีอิทธิพลต่อการสร้างและพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความดังกล่าวหรือไม่

○เห็นด้วย จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบให้ชัดเจน

○ไม่เห็นด้วย จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

อนุทินสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนุทินสะท้อนความคิด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วันที่ 30 ตุลาคม 2557

ในการจัดการเรียนการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ตรงกับคาบที่ 6 ฉันเริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 3 คน แล้วถามคำถามต่อไปนี้เพื่อทบทวนสมบัติของธาตุตามคาบ

Q: นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการจะทราบว่าธาตุแต่ละชนิดอยู่ในคาบเดียวกันหรือไม่

A: จัดเรียงอิเล็กตรอนแล้วดูว่าธาตุนั้นอยู่ในระดับพลังงานที่เท่าใด

Q: ธาตุในคาบที่ 2 ของตารางธาตุมีธาตุใดบ้าง

A: Li Be B C N O F (ฉันเขียนคำตอบของนักเรียนลงบนกระดาน)

Q: ธาตุในคาบที่ 3 ของตารางธาตุมีธาตุใดบ้าง

A: Na Mg Al Si P S Cl

ฉันให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสิ่งที่ทราบอยู่แล้วเกี่ยวกับสมบัติของธาตุตามคาบลงในกระดาษ และเขียนสิ่งที่ยังไม่ทราบ และอยากทราบเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของธาตุตามคาบ โดยให้เวลาประมาณห้านาที หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองเขียนกับเพื่อนในกลุ่ม แล้วให้แต่ละกลุ่มออกมาเขียนสิ่งที่ทราบอยู่แล้วและอยากทราบเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของธาตุตามคาบกลุ่มละ 2 ข้อ บนกระดาน หลังจากนั้น ฉันจึงให้นักเรียนพิจารณาข้อความบนกระดานเริ่มจากสิ่งที่นักเรียนทราบอยู่แล้วก่อน เกี่ยวกับสมบัติของธาตุตามคาบ โดยให้นักเรียนช่วยกันจัดกลุ่มข้อความที่มีเนื้อความลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกันและพิจารณาว่าสิ่งที่นักเรียนหรือเพื่อนเขียนนั้นถูกต้องหรือไม่ ทั้งนี้จุดประสงค์คือต้องการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสมบัติของทราบตามคาบจากการเรียนในเทอมที่ผ่านมาโดยสิ่งที่นักเรียนเขียนในส่วนนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นสมบัติของธาตุตามคาบเกี่ยวกับแนวโน้มของขนาดอะตอม ค่า IE EN EA เห็นได้จากข้อความที่นักเรียนเขียนว่า ขนาดอะตอมของธาตุตามคาบจะมีแนวโน้มเล็กลงจากซ้ายไปขวา เนื่องจากมีเลขอะตอมเพิ่มมากขึ้น ค่า IE EN EA จะเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา เป็นต้น เมื่อพิจารณาข้อความในฝั่งที่เป็นข้อสงสัยหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของธาตุตามคาบ โดยในส่วนนี้จุดประสงค์ของฉันคือ อยากให้นักเรียนได้คิดและตั้งคำถามเองเกี่ยวกับสมบัติอื่นๆของธาตุตามคาบเพื่อจะนำเข้าสู่บทเรียนต่อไป โดยฉันตั้งใจว่าจะเลือกบางคำตอบของนักเรียนที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน อย่างไรก็ดีพบว่าคำตอบที่นักเรียนตอบค่อนข้างหลากหลาย เช่น อยากทราบสมบัติเฉพาะตัวของธาตุแต่ละธาตุ อยากทราบสมบัติการสะท้อนแสงของธาตุ อยากทราบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงสร้างของแต่ละธาตุเมื่อเกิดเป็นสารประกอบ เป็นต้น ซึ่งถ้าพิจารณาคำตอบพบว่ายังไม่มีนักเรียนที่คิดถึงประเด็นสมบัติของธาตุตามคาบเมื่อเกิดเป็นสารประกอบหรือสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลายของสารปะกอบ ฉันคิดว่าการใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงในการนำเข้าสู่บทเรียนดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามที่ค่อนข้างกว้างเกินไปและยากที่จะทำให้นักเรียนไปถึงในคำถามเกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ดังนั้นในการสอนครั้งต่อไปควรมีคำถามนำที่ชัดเจนที่จะนำนักเรียนไปสู่ขั้นสอนต่อไป สิ่งที่ฉันทำในชั้นเรียนคือตอบคำถามในแต่ละข้อที่นักเรียนเขียนมาบนกระดาน หลังจากนั้นจึงใช้คำถามว่า

T: นักเรียนคิดว่าเมื่อธาตุในคาบที่ 2 และ 3 เกิดเป็นสารประกอบจะยังคงมีสมบัติเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร
S: น่าจะมีสมบัติต่างไปจากเดิม
T: วันนี้เราจะมาศึกษาสมบัติสารประกอบของธาตุในคาบที่ 2 และ 3 กัน
T: นักเรียนคิดว่า วิทยาศาสตร์จะทำอย่างไรเมื่อเจอเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ไม่เคยเจอมาก่อน
S1: ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น
S2: ตั้งสมมติฐานปรากฏการณ์นั้นๆ
S3: ทำการทดลอง ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล
T: ถ้าปรากฏการณ์นั้นไม่สามารถทำการทดลองได้ จะมีวิธีการอย่างไร
S4: สังเกตปรากฏการณ์แล้วบันทึกข้อมูล
T: เมื่อมีข้อมูลแล้วทำอย่างไรต่อ
S: เอามาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น
T: แสดงว่าสิ่งที่ทำคือพยายามสังเกตปรากฏการณ์แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นใช้หรือไม่
S: ใช่

โดยในการคำถามช่วงนี้ ฉันต้องการจะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นโลกเข้าใจได้ จากการถามตอบคำถามฉันคิดว่านักเรียนสามารถเข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์จะต้องอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆแล้วรวบรวมข้อมูลต่างๆเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น โดยในตอนนั้น ฉันคิดว่าฉันรีบที่จะสรุปและบอกนักเรียนเร็วจนเกินไป ซึ่งนี่ก็เป็นปัญหาหนึ่งที่ฉันจะต้องปรับปรุง ฉันคิดว่า ฉันควรจะมีบางคำถามเพิ่มเติมหรือยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้นักเรียนได้พยายามตอบคำถามด้วยตนเองมากกว่านี้ ก่อนที่ฉันจะสรุป จากคำตอบของนักเรียนในช่วงแรกจะเห็นว่า นักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะยึดติดว่าในการหาคำตอบต้องมีการทำตามขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือทำการทดลอง ฉันจึงถามนักเรียนว่า ถ้าหากปรากฏการณ์นั้นไม่สามารถทดลองได้จะทำอย่างไร แต่อย่างไรก็ดี ฉันพบว่านักเรียนไม่สามารถที่จะตอบคำถามได้ถึงในประเด็นว่า ต้องมีการสร้างแบบแผนเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ฉันคิดว่าคำว่าแบบแผนเป็นคำที่ค่อนข้างยากที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะสามารถตอบได้ และประเด็นนี้ก็เป็นประเด็นที่ฉันคิดว่าตั้งคำถามค่อนข้างยาก ฉันจึงพยายามหาว่ามีคำใดบ้างที่ใกล้เคียงกับคำว่าแบบแผน และพยายามตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถตอบได้ถึงคำตอบนั้นในแผนต่อไป

ในขั้นสอน

นักเรียนแต่ละคนได้รับใบกิจกรรมเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ และถามนักเรียนว่า

T: ตารางในใบกิจกรรมแสดงข้อมูลใด

S: สมบัติของสารประกอบคลอไรด์ของธาตุในคาบที่ 2 และ 3

T: สารประกอบคลอไรด์หมายถึงอะไร

S: สารที่มีธาตุคลอรีนเป็นองค์ประกอบ

T: ตารางแสดงสมบัติใดของสารประกอบคลอไรด์บ้าง

S: จุดเดือดจุดหลอมเหลว และสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

ฉันให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาข้อมูลจากตารางและตอบคำถามในใบกิจกรรม และเดินดูนักเรียนตามกลุ่ม โดยคำถามในใบงานข้อแรก ถามว่า สารประกอบคลอไรด์ของโลหะและอโลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่างกันหรือไม่ อย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จากการเดินดูตามกลุ่ม พบว่ามีหลายกลุ่มที่ไม่เข้าใจ ฉันจึงถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าสารประกอบคลอไรด์ของโลหะคืออะไร นักเรียนตอบว่า เป็นสารประกอบที่มีธาตุคลอรีนจับกับธาตุที่เป็นโลหะ ฉันจึงถามต่อไปว่า จากตารางธาตุ ธาตุหมู่ใดบ้างที่มีสมบัติเป็นโลหะ นักเรียนตอบว่า ธาตุหมู่ IA IIA และ IIIA ฉันจึงให้นักเรียนลองแบ่งกลุ่มสารประกอบของคลอไรด์ด้วยตนเองอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งตรงนี้ทำให้ฉันคิดว่าฉันควรจะทบทวนเรื่องตารางธาตุอีกครั้งหนึ่งก่อนทำกิจกรรมและควรมีคำถามที่ให้นักเรียนได้แบ่งกลุ่มสารประกอบคลอไรด์ของโลหะและอโลหะด้วยตนเองก่อนที่จะถามถึงจุดเดือดจุดหลอมเหลวให้ชัดเจนแล้วอาจมีการอภิปรายร่วมกันก่อนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ถามว่า จะถามคำถามได้อย่างไรว่าเพราะเหตุใดกลุ่มหนึ่งจึงมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง ฉันจึงถามนักเรียนว่า การเดือดหรือการหลอมเหลวคืออะไร นักเรียนตอบว่า คือการเดือดคือการทำให้สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ ส่วนการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลอมเหลวคือการที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ฉันจึงถามนักเรียนต่อว่า ก่อนและหลังเปลี่ยนสถานะ อนุภาคของสารมีความเป็นอยู่แตกต่างกันอย่างไร นักเรียนตอบว่า เมื่อมีการเดือดหรือหลอมเหลวอนุภาคของสารอยู่ห่างกันมากขึ้น ฉันจึงอธิบายให้นักเรียนฟังว่า แสดงว่าการเดือดหรือหลอมเหลวเป็นการใช้พลังงานเพื่อทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคใช่หรือไม่ นักเรียนตอบว่า ใช่ แสดงว่าถ้าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีความแข็งแรงมาก จุดเดือดจุดหลอมเหลวก็จะมากขึ้นใช่หรือไม่ นักเรียนตอบว่าใช่ ฉันถามนักเรียนว่า เราจะอธิบายเรื่องยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคด้วยความรู้ที่เคยเรียนมาในเรื่องใด นักเรียนตอบว่า เรื่องพันธะเคมี ฉันจึงคิดว่า ฉันควรจะใช้เวลาในการทบทวนเรื่องพันธะเคมีในขั้นนำ เนื่องจากในเรื่องนี้จะต้องใช้ความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องพันธะเคมีในการอธิบาย หลังจากนั้นฉันจึงให้เวลานักเรียนในการทำใบกิจกรรมต่อ

ในช่วงที่เป็นการอภิปราย ฉันสุ่มเรียกนักเรียนบางกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรม

T: สารประกอบกลุ่มใดบ้างที่เป็นสารประกอบคลอไรด์ของโลหะ และอโลหะ (สุ่มนักเรียนออกมาเขียนหน้ากระดาน)

T: สารประกอบคลอไรด์ของโลหะและอโลหะ มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

S: ต่างกัน สารประกอบคลอไรด์ของโลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงกว่าคลอไรด์ของอโลหะ เนื่องจากคลอไรด์ของโลหะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากกว่าคลอไรด์ของอโลหะ

T: แรงยึดเหนี่ยวดังกล่าวคืออะไร

S: คลอไรด์ของโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิกแต่คลอไรด์ของอโลหะเป็นสารโคเวเลนต์ยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงเวนเดอวาลล์

T: มีนักเรียนกลุ่มอื่นๆที่ตอบแตกต่างจากกลุ่มเพื่อนหรือไม่

นักเรียนส่วนใหญ่ให้คำตอบในลักษณะเดียวกันกับกลุ่มแรกที่ตอบ ฉันจึงชี้ให้นักเรียนเห็นข้อมูลจากตารางแล้วให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลว่าสารประกอบคลอไรด์ของโลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวประมาณเท่าไหร่ นักเรียนตอบว่าส่วนใหญ่อยู่ในหลักร้อย เมื่อเปรียบเทียบกับคลอไรด์ของอโลหะที่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวติดลบ

T: สารประกอบคลอไรด์ของโลหะและอโลหะมีสมบัติความเป็นกรด-เบส เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

S: สารประกอบคลอไรด์ของโลหะมีสมบัติเป็นกลาง ส่วนคลอไรด์ของอโลหะมีสมบัติเป็นกรด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T: สารประกอบคลอไรด์ของโลหะทุกตัวมีสมบัติเป็นกลางหรือไม่

S: ไม่ทุกตัว $BeCl_2$ BCl_3 และ $AlCl_3$ มีสมบัติเป็นกรด

T: นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด

S: น่าจะเพราะสารประกอบทั้งสามเป็นสารโคเวเลนต์

T: สารประกอบทั้งสามเป็นสารประกอบโคเวเลนต์จึงมีสมบัติเป็นกรดเช่นเดียวกับคลอไรด์ของอโลหะ แต่ธาตุ Be และ Al เป็นธาตุที่มีสมบัติเป็นโลหะ ส่วน B เป็นธาตุกึ่งโลหะ

T: สารประกอบออกไซด์ของโลหะและอโลหะ มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวเหมือนหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด (สุ่มนักเรียนบางกลุ่มตอบคำถาม)

S: ต่างกัน ออกไซด์ของโลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงกว่าออกไซด์ของอโลหะเนื่องจากยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิกซึ่งแข็งแรงกว่าออกไซด์ของอโลหะที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงเวนเดอร์วาลล์

T: ออกไซด์ของอโลหะทุกตัวมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำหรือไม่ มีสารใดเป็นสารยกเว้นหรือไม่

S: SiO_2 มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง

T: SiO_2 มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงเนื่องจากเป็นสารโครงผลึกร่างตาข่าย สารประกอบออกไซด์ของโลหะและอโลหะมีสมบัติความเป็นกรด-เบส เหมือนหรือต่างกันหรือไม่อย่างไร

S: ออกไซด์ของโลหะมีสมบัติเป็นเบส ส่วนออกไซด์ของอโลหะมีสมบัติเป็นกรด

ในขั้นสรุป

ฉันถามคำถามเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบของธาตุในคาบที่ 2 และ 3 อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้คำถามต่อไปนี้

T: นักเรียนคิดว่าสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของโลหะและอโลหะมีแนวโน้มของจุดเดือดจุดหลอมเหลวเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

S: เหมือนกัน โดยสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของโลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของอโลหะ

T: เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

S: เนื่องจากสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิกซึ่งแข็งแรงกว่าสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของอโลหะที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงเวนเดอร์วาลล์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T: มีสารใดเป็นสารยกเว้นหรือไม่

S: $BeCl_2$ เป็นสารโคเวเลนต์ และ SiO_2 ที่มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงเนื่องจากเป็นสารโครงผลึกร่างตาข่าย

T: สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของโลหะเป็นอย่างไร

S: เป็นกลางและเป็นเบสตามลำดับ

T: มีสารใดเป็นสารยกเว้นหรือไม่

S: มี $BeCl_2$ BCl_3 และ $AlCl_3$ ที่เป็นสารโคเวเลนต์มีสมบัติเป็นกรด

T: สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของอโลหะเป็นอย่างไร

S: มีสมบัติเป็นกรด

ฉันบ่งชี้และสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามต่อไปนี้

T: นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ในการทำให้ผู้อื่นเชื่อถือในข้อความรู้นี้

S1: ต้องมีข้อมูลให้ผู้อื่นดู

T: ข้อมูลที่จะให้ผู้อื่นดูและยืนยันข้อความรู้นั้น เรียกว่าอะไร

S2: หลักฐาน

T: หลักฐานนั้นคืออะไร

S: ข้อมูลที่ได้จริงจากการทดลอง, ตารางข้อมูล

T: นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าในการจะทำให้ข้อความรู้น่าเชื่อถือจะต้องใช้หลักฐาน

S: เห็นด้วย

T: นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างให้ได้มาซึ่งหลักฐาน

S: ทำการทดลองแล้วบันทึกข้อมูล

T: มีวิธีการอื่นๆอีกหรือไม่

S: ทดสอบ สังเกต

T: ถ้าข้อมูลนั้นไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น

S: ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยเก็บข้อมูล

T: นักเรียนคิดว่าหากมีเพียงแค่ตัวหลักฐานอย่างเดียว มีความหมายอะไรหรือไม่ เพียงพอที่จะทำให้ผู้อื่นเชื่อหรือไม่

S: ไม่ ต้องมีการอธิบายหลักฐานนั้นด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในส่วนนี้ ฉันได้ยกตัวอย่างเพิ่มเติมว่า เช่น นักเรียนใช้เทอร์มอมิเตอร์ ในการวัดอุณหภูมิของสาร หรือใช้กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น ซึ่งฉันคิดว่าตัวอย่างนี้ควรมาจากนักเรียนมากกว่า โดยควรให้นักเรียนยกตัวอย่างด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน แต่ในขณะนั้นฉันรีบสรุปและพูดเร็วเกินไปหน่อยซึ่งประเด็นนี้ต้องปรับปรุง โดยในแผนต่อไปควรเน้นให้นักเรียนได้มีการยกตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นนั้นๆให้มากยิ่งขึ้น

สำหรับการสอนในคาบนี้ ฉันรู้สึกว่าคิดที่ฉันคิดสามารถทำจริงได้คือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถสอดแทรกกับเนื้อหาในบทเรียนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหานั้นๆว่าเหมาะสมที่จะสะท้อนประเด็นใดได้อย่างชัดเจน ฉันคิดว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวันนี้น่าจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานได้ เห็นได้จากการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในประเด็นนี้ได้ ถึงแม้จะเป็นบางคนที่ตอบ นักเรียนที่ตอบไม่ใช่คนเดิมหรือคนเดียวกัน แต่เป็นคนละคนกันเกือบทั้งหมดในแต่ละคำถาม ฉันคิดว่าสามารถสะท้อนได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ฟังและมีความคิดเห็นของตนเองในคำถามนั้นๆ สิ่งที่ฉันคิดว่ามีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในประเด็นนี้คือ การใช้คำถามไล่เรียงและคำถามที่ชี้ประเด็นในนักเรียนคิดสังเกตได้จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่าเมื่อฉันถามคำถามแรกที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะตอบคำถามนั้นสั้นๆโดยที่ไม่ได้ขยายความ ดังนั้นการที่จะทำให้นักเรียนได้สะท้อนมุมมองให้มากขึ้นคือจะต้องถามคำถามที่ไล่เรียงแล้วนำไปสู่ข้อความหรือแนวคิดที่สมบูรณ์ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็น อย่างไรก็ดีฉันคิดว่าฉันควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นให้มากขึ้น โดยเน้นให้เป็นบรรยากาศของการโต้แย้งหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้มากยิ่งขึ้น มากกว่าการที่นักเรียนจะไล่ตอบคำถามที่ฉันตั้งไปเรื่อยๆก็จะทำให้บรรยากาศในการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่น่าเบื่อ นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้มีการยกตัวอย่างด้วยตนเองให้มากยิ่งขึ้น

สำหรับในประเด็นโลกเข้าใจได้ เป็นประเด็นที่ฉันคิดว่าทั้งฉันและนักเรียนยังไปไม่ถึงในประเด็นนี้อย่างที่ควรจะเป็น เหตุผลแรกคือ คำถามที่ใช้ถามนักเรียนที่ยังไม่สามารถนำนักเรียนไปถึงคำตอบได้แม้ว่าจะพยายามใช้คำถามไล่เรียง ฉันพบว่าการตั้งคำถามในประเด็นนี้ค่อนข้างยากที่จะให้นักเรียนตอบให้ได้ ประเด็นที่สองคือ การที่จะให้นักเรียนตอบให้ได้ว่านักวิทยาศาสตร์ตั้งมีการสร้างแบบแผนขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ ที่เกิดขึ้น ฉันคิดว่าคำว่าแบบแผนเป็นคำที่ค่อนข้างยากที่นักเรียนจะนึกถึงและตอบคำนี้ออกมา สิ่งหนึ่งที่ฉันคิดว่าน่าจะช่วยให้การสะท้อนประเด็นนี้ชัดเจนขึ้นคือในการสอนหรือคำถาม ควรจะมีตัวอย่างหรือให้นักเรียนได้ลงมือทำอย่างชัดเจน แต่เนื่องด้วยวิธีการสอนของฉันคือการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่กับเนื้อหาเคมีซึ่งในแต่ละ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่องจะมีเนื้อหาหรือข้อมูลที่ต่างกัน ฉันคิดว่าสำหรับเรื่องสมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบอาจจะยังแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ถ้าหากจะให้ประเด็นนี้ชัดเจนยิ่งขึ้น อาจจะมีการแทรกการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำหรือพยายามอธิบายปรากฏการณ์บางอย่างอย่างง่ายๆที่ไม่ได้บูรณาการกับเนื้อหาน่าจะทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนประเด็นโลกเข้าใจได้ได้ดีขึ้นยิ่งเพราะนักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง

สำหรับการที่จะทราบว่านักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองประเด็นที่แทรกในครั้งนี้มากน้อยเพียงใด ฉันจะประเมินนักเรียนรายบุคคลอีกครั้งหนึ่งจากการเขียนอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสะท้อนความคิดหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ในคาบนี้เริ่มต้นจากฉันทบทวนเนื้อหาเดิมที่เรียนไปคราวที่แล้วเกี่ยวกับความสามารถในการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IA และ IIA และการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และIIA

ฉัน : นักเรียนคิดว่าธาตุหมู่อื่นๆมีความสามารถในการทำปฏิกิริยาอย่างไร

และให้นักเรียนบอกว่าธาตุในหมู่ VII มีธาตุใดบ้าง โดยฉันเขียนบนสัญลักษณ์ของธาตุบนกระดาน จากนั้นฉันให้นักเรียนดูคลิปวิดีทัศน์การทำปฏิกิริยาของน้ำคลอรีนกับ คลอไรด์ไอออน โบรไมด์ไอออน และไอโอไดด์ไอออน โดยฉันบอกให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น

ฉัน : นักเรียนเห็นอะไรบ้าง

นักเรียน : นักเรียนตอบว่าสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงสีแสดงว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ฉันให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งคำถามหลังจากดูคลิปวิดีโอจบ โดยให้เลือกมากลุ่มละ 1 คำถาม จากคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง ได้แนวคำถามดังนี้ คือ

- ถ้าเปลี่ยนน้ำคลอรีนเป็นน้ำโบรมีนหรือน้ำไอโอดีนปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร
- เพราะเหตุใดสารละลายจึงมีสีที่แตกต่างกัน เหตุใดจึงได้สีเหล่านั้น
- ถ้าเปลี่ยนสถานะของน้ำคลอรีน ปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร

ฉันให้นักเรียนพิจารณาคำถามที่นักเรียนตั้งบนกระดาน

ฉัน : นักเรียนคิดว่าคำถามข้อใดที่น่าสนใจและนำไปศึกษาต่อได้มากที่สุด

นักเรียน : นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าข้อที่ 1

ฉัน : จากคำถามข้อที่ 1 เราจะศึกษาสมบัติใดของธาตุหมู่ VIIA

นักเรียน : ความสามารถในการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA

ฉัน : ถ้านักวิทยาศาสตร์สังเกตปรากฏการณ์เดียวกับนักเรียน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์จะทำอย่างไร

นักเรียน : เกิดความสงสัยและตั้งคำถามสิ่งที่เห็น และพยายามหาคำตอบเพื่ออธิบายสิ่งที่เห็น นักเรียนคนหนึ่งตอบ)

ฉันจึงพูดคำตอบของนักเรียนคนนี้ให้นักเรียนคนอื่นฟังอีกครั้งหนึ่ง (ฉันคิดว่าในตอนนี้ฉันควรเน้นให้เกิดการอภิปรายโดยถามนักเรียนคนอื่นๆเพิ่มเติมด้วย นอกจากนี้ฉันควรให้นักเรียนได้ลองคิดวิธีการในการหาคำตอบของนักเรียนด้วยเพื่อนำเสนอว่านักเรียนได้พยายามจะอธิบายสิ่งที่สังเกตด้วยวิธีการที่ตนเองคิดขึ้น)

ฉัน : นักเรียนคิดว่าธาตุหมู่ VIIA แต่ละชนิดมีความสามารถในการทำปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : น่าจะแตกต่างกัน

ฉันจึงให้นักเรียนดูการทดลองจากคลิปวิดีทัศน์ต่อซึ่งเป็นปฏิกิริยาของน้ำโบรมีนและน้ำไอโอดีนกับคลอไรด์ โบรไมด์และไอโอไดด์จนจบ และพิจารณาข้อมูลในตารางจากใบงานประกอบซึ่งเป็นผลการทดลองสอดคล้องกับคลิปวิดีทัศน์

ฉัน : เมื่อสารละลายคลอรีน โบรมีน ไอโอดีน ละลายในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ให้สารละลายสีใด

นักเรียน : ใสไม่มีสี ส้ม และชมพูม่วง ตามลำดับ

ฉัน : เมื่อพิจารณาข้อมูลในตาราง สารละลายคลอรีนสามารถทำปฏิกิริยากับสารใดได้บ้าง

นักเรียน : KBr และ KI

ฉัน : นักเรียนทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

นักเรียน : สีของสารละลายเปลี่ยนจากใสไม่มีสี เป็นสีส้ม และเปลี่ยนจากใสไม่มีสีเป็นสีม่วง

ฉัน : นักเรียนจะอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยง่ายอย่างไร

นักเรียน : เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมี

ฉัน : นักเรียนจะเขียนสมการเคมีได้อย่างไร

ฉันให้นักเรียนลองทำนายผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเอง ในตอนแรกนักเรียนยังตอบไม่ได้

ฉัน : ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเกิดสารละลายสีใด น่าจะเป็นสีของสารใด

นักเรียน : เกิดสารละลายสีส้ม ซึ่งเป็นสีของโบรมีน ดังนั้นน่าจะเกิดโบรมีนเป็นผลิตภัณฑ์

ฉันจึงให้นักเรียนลองทำนายผลิตภัณฑ์อีกตัวหนึ่งซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่าเกิด KCl ฉันเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำคลอรีนกับ KBr

ฉัน : สมการนี้สมบูรณ์หรือยัง

นักเรียน : ยัง เพราะต้องดุลสมการด้วย

ฉันจึงให้นักเรียนลองเขียนสมการระหว่างน้ำคลอรีนและ KI ด้วยตนเอง

ฉัน : น้ำคลอรีนสามารถทำปฏิกิริยากับสารใดได้บ้าง

นักเรียน : Br^- และ I^-

ฉัน : นอกจากนี้ยังมีสารคู่ใดที่ทำปฏิกิริยาเคมีกันได้อีกบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน : น้ำโบรมีนสามารถทำปฏิกิริยากับKI

ฉัน : นักเรียนทราบได้อย่างไร

นักเรียน : ทราบได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายจากสีส้มเป็นสีชมพูม่วง

ฉัน : นักเรียนจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงนี้ยังไง

นักเรียน : เกิดสารละลายไอโอดีนเนื่องจากได้สารสีชมพูม่วง

นักเรียนจะเขียนสมการอย่างไร ฉันให้นักเรียนลองคิดและเขียนสมการพร้อมๆกับฉัน

ฉัน : สารละลายไอโอดีนสามารถทำปฏิกิริยากับสารใดได้บ้าง

นักเรียน : ไม่สามารถทำกับสารใดได้เลย

ฉัน : นักเรียนทราบได้อย่างไร

นักเรียน : สารละลายไม่เปลี่ยนแปลงสีคือยังคงเป็นสีชมพูม่วง

ฉัน : จากตารางข้อมูล นักเรียนคิดว่าแนวโน้มในการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA เป็นอย่างไร

นักเรียน : มีแนวโน้มลดลงจากบนลงล่าง

ฉัน : นักเรียนว่าทราบได้อย่างไร

นักเรียน : เนื่องจากคลอรีนทำปฏิกิริยาได้กับทั้งโบรไมด์และไอโอไดด์ ส่วนโบรมีนทำปฏิกิริยาได้กับเฉพาะไอโอไดด์ แต่ไอโอดีนไม่สามารถทำปฏิกิริยากับสารใดได้เลย

ฉัน : นักเรียนคิดว่าฟลูออรีนน่าจะมีความสามารถในการทำปฏิกิริยาอย่างไรเมื่อเทียบกับธาตุอื่นในหมู่ VIIA

ในเรื่องนี้ฉันควรเพิ่มเติมว่าเพราะเหตุใดลำดับความว่องไวจึงเป็นเช่นนั้น ฉันให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลสมบัติของธาตุไฮโดรเจนเทียบกับธาตุหมู่ IA และ IIA แล้วทำใบงาน จากนั้นจึงอภิปรายร่วมกันโดยถามนักเรียนว่าธาตุไฮโดรเจนมีสมบัติใดคล้ายกับธาตุหมู่ IA และ IIA บ้าง

ฉัน : จากกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำในวันนี้ นักเรียนจะสรุปแนวโน้มความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA ได้อย่างไร

ฉัน : นักเรียนได้ทำสิ่งใดที่เหมือนนักวิทยาศาสตร์ทำบ้าง

นักเรียน : ได้สังเกต ได้ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์และสรุปข้อมูล

ฉัน : นักเรียนจะทำอย่างไรให้ผู้อื่นเชื่อถือในข้อความรู้ที่นักเรียนค้นพบ

นักเรียน : จะต้องมีหลักฐานยืนยัน พิสูจน์ให้เห็น ให้ดูตารางข้อมูล

ฉัน : นักเรียนคิดว่าหลักฐานจำเป็นสำหรับวิทยาศาสตร์ไหม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน : จำเป็น

เหตุผลที่ฉันถามเช่นนี้เพราะจากสองแผนแรกนักเรียนสามารถตอบได้แล้วว่าวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน ฉันจึงพยายามถามคำถามย้อนกลับแทนเพื่อให้นักเรียนไม่เบื่อเวลาตอบคำถามเดิมๆ

ฉัน : จำเป็นยังไง

นักเรียน : ทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

ฉัน : นักเรียนคิดว่าผลในตารางข้อมูลหรือหลักฐานได้มาอย่างไร

นักเรียน : ทำการทดลอง

ฉัน : ถ้าไม่ทำการทดลองทำอย่างไรได้อีก

นักเรียน : สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น

ฉัน : นักเรียนคิดว่าการสังเกตคืออะไร

นักเรียน : คือการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเก็บข้อมูล

ฉัน : ยกตัวอย่างได้ไหม

นักเรียน : ใช้ลิ้นชมรส

ฉัน : ถ้าสารนั้นอันตรายล่ะ

นักเรียน : ใช้จมูกดมกลิ่น

ฉัน : ทำอย่างไรได้อีกบ้าง

นักเรียน : ใช้ตาสังเกตลักษณะภายนอก หูฟัง

ฉัน : ถ้าข้อมูลนั้นไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้ทำอย่างไร

นักเรียน : ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ ยกตัวอย่าง กล้องจุลทรรศน์ส่อง

ฉัน : นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์ต่างจากศาสตร์อื่นหรือไม่ อย่างไร (มีทั้งนักเรียนที่ตอบว่าต่างและไม่ต่าง ส่วนใหญ่แตกต่าง ฉันจึงถามนักเรียนที่ตอบว่าแตกต่างก่อนว่า แตกต่างอย่างไร นักเรียนตอบว่า วิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างเป็นระบบให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยมีหลักฐานยืนยัน)

ฉัน : นักเรียนคนอื่นคิดว่าอย่างไรคะ

นักเรียน : ความรู้วิทยาศาสตร์อยู่บนหลักการของเหตุและผล

ฉัน : นักเรียนที่คิดว่าวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆมีเหตุผลอย่างไรคะ

นักเรียน : ถ้าเป็นวิชาพระพุทธศาสนา ก็สอนให้ใช้เหตุและผล ขึ้นอยู่กับว่าจะเชื่อหรือไม่เชื่อ ฉันจึงย้ำคำตอบของนักเรียนคนนี้อีกครั้งหนึ่งให้เพื่อนทั้งห้องฟัง

นักเรียน : คณิตศาสตร์ก็ต้องใช้เหตุผลในการพิสูจน์สมการ

ฉัน : นักเรียนที่เห็นว่าแตกต่างจะโต้แย้งเพื่อนอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน : แต่วิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ให้เห็นได้ทุกอย่าง

ฉัน : นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์สามารพิสูจน์ได้ทุกคำถามหรือไม่

นักเรียน : นักเรียนหยุดคิด และตอบว่าไม่ เพราะมีบางเรื่องที่วิทยาศาสตร์ก็ยังไม่สามารถอธิบายได้ เช่น ความเชื่อ

ฉัน : ในความคิดของนักเรียนวิทยาศาสตร์คืออะไร (ถามทั้งห้อง)

นักเรียน : คือการศึกษาหรืออธิบายสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นหรืออยู่รอบๆตัวเรา

ฉันจึงพูดไปว่า นักเรียนจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ ตั้งแต่เป้าหมายที่ศึกษาแล้ว (ฉันรู้สึกว่าฉันรีบพูดบอกนักเรียนเกินไปหน่อย ฉันควรถามคำถามนักเรียนให้นักเรียนเป็นผู้ตอบเองมากกว่าจะด่วนบอกนักเรียน)

ฉัน : วิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างไร

นักเรียน : มีการทำงานอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

(ในขั้นนี้ฉันควรจะเน้นให้ชัดเจนกว่านี้ว่าวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานประกอบคำอธิบายทำให้ต่างจากศาสตร์อื่น ซึ่งฉันจะเน้นให้มากขึ้นในครั้งต่อไป)

ฉัน : วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่ตายตัวหรือไม่

นักเรียน : ไม่ โดยสามารถสลับกันได้

ในขั้นนี้ฉันควรให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบว่าสลับอย่างไร ในช่วงสุดท้ายนี้ฉันควรจะย้ำนักเรียนอีกครั้งหนึ่งโดยการถามนักเรียนว่า ตกลงแล้ววิทยาศาสตร์ต่างจากศาสตร์อื่นหรือไม่

ฉัน : นักเรียนหรือนักวิทยาศาสตร์จะทำอย่างไรให้ผู้อื่นเชื่อถือและยอมรับในข้อความรู้นี้

นักเรียน : นักเรียนตอบทันที แต่ยังคงเป็นคนเดิมที่เคยตอบในแผนก่อนๆว่า ต้องมีหลักฐานยืนยัน นักเรียนอีกคนตอบว่า ต้องพิสูจน์ให้คนอื่นเห็น อีกคนตอบว่าต้องมีข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนวันนี้

สำหรับการสอนในวันนี้โดยรวมฉันรู้สึกว่ายังไม่ดีเท่าที่ควร เท่าที่สังเกต คือ นักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบคำถามยังคงเป็นคนเดิมๆที่สามารถตอบคำถามนั้นได้อยู่แล้ว ฉันยังไม่สามารถทำให้นักเรียนคนที่เหลือแสดงความคิดเห็นต่อคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ สำหรับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เคยอภิปรายไปแล้วในคาบก่อนๆ ส่วนใหญ่นักเรียนจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถตอบคำถามนั้นได้ แต่ยังคนเป็นบางคน ในช่วงแรกของการแทรกนอสยังคงเป็นการถามตอบปกติ อย่างหนึ่งที่ฉันรู้สึกว่าการ explicit ของฉันยังไม่ดีเท่าที่ควร

ในด้านของการสอดแทรกธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ฉันรู้สึกว่าการแทรกนอสของฉันยังไม่เป็นธรรมชาติ ยังรู้สึกแปลกแยกอยู่ ไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อหาส่งผลให้เวลาที่แทรกนอสในตอนสรุป นักเรียนบางคนก็ไม่ได้สนใจที่จะฟังหรือตอบคำถามเท่าที่ควร เนื่องจากก่อนหน้านั้นนักเรียนได้รับความรู้ในด้านเนื้อหาไปแล้ว จึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับนอส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวธัณยาภรณ์ ภักดี
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 5 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2532
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์