ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง

The Promotion of View of Nature of Science by History of Science Club Activities : A Case Study of a Regional Science School

นามผู้วิจัย นางสาวเพ็ญประภา เอี่ยมเพชร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์กฤษณ์ วันอินทร์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง

The Promotion of View of Nature of Science by History of Science Club Activities: A Case Study of a Regional Science School

โดย

นางสาวเพ็ญประภา เอี่ยมเพชร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพ็ญประภา เอี่ยมเพชร 2557: การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ปร.ด. 192 หน้า

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบวิจัยเป็นกรณีศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ซึ่งจัดเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร จำนวน 28 คน ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งปรับจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-C และ DAST เพื่อวัดมุมมองมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเป็นพลวัตร การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน ความเป็นอัตนัย ความคิดสร้างสรรค์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรม การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล ทฤษฎีและกฎ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ตามลำดับ โดยกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยใช้ยุทธวิธีการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และทำกิจกรรมการสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบตามระดับความสอดคล้องมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในประชาคมวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ มุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ และมุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ หาร้อยละมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และเปรียบเทียบร้อยละมุมมองธรรมชาติของนักเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม ตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิจัยโดยเทคนิคสามเส้า ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุด คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่นักเรียนพัฒนาได้น้อยที่สุด คือ ความเป็นอัตนัย

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Penprapa Aimpetch 2014: The Promotion of View of Nature of Science by History of Science Club Activities: A Case Study of a Regional Science School. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Assistant Professor Pongprapan Pongsophon, Ph.D. 192 pages.

This case study research aimed to examine the effect of History of Science Club (HSC) activities on participants' view of nature of science (NOS) in a regional science school (N=28). The HSC was a new extra curricular activity, designed and developed to promote the consensus views of nature of science applying explicit approach to teach NOS. The main learning strategies comprised reading a short history of science story and conducting historical investigation. The target tenets of NOS included Tentativeness , Empirical basis, Subjectivity, Creativity, Social/cultural embeddedness, Observations and inferences, Theories and laws, Scientific Method and Characteristic of Scientists. VNOS-C and DAST were the research instruments administered before and after the intervention. The view of NOS were categories into three groups according to the degree of congruence with the consensus views of NOS ; Informed, Transitional and Naïve views. For a certain tenet of NOS, the pre and post percentages of each category compared. The triangulation technique was used to increase the trustworthiness of the findings. The findings indicated the overall improvement of NOS views. The tenet of NOS developed the most was Scientific Method, while Subjectivity was the least improved one.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และดร.กฤษณ์ วันอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้แนวคิด ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแนะนำแนวทางการปัญหาในกรณีศึกษา จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน และรองผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ที่ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยใช้สถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย และให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เพ็ญประภา เอี่ยมเพชร

มิถุนายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (6)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

คำถามวิจัย 5

วัตถุประสงค์การวิจัย 5

ขอบเขตการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 8

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 9

การใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 19

การจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ 22

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 27

กรณีศึกษา 28

กลุ่มที่ศึกษา 34

กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ 35

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือ 55

การเก็บรวบรวมข้อมูล 62

การวิเคราะห์ข้อมูล 63

คุณภาพการวิจัย 65

จริยธรรมในการวิจัย 65

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 66

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนทำกิจกรรมชุมนุม ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ 66

การจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ 93

การเปลี่ยนแปลงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เมื่อทำกิจกรรมชุมนุม ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ 107

การอภิปรายผล 127

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 131

สรุปผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 135

ข้อเสนอแนะ 138

ข้อจำกัดในการวิจัย 139

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 141

ภาคผนวก 146

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 147

ภาคผนวก ข แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 149

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์-วิทยาศาสตร์ 156

ภาคผนวก ง ตัวอย่างกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ 167

ภาคผนวก จ ตัวอย่างเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ 178

ภาคผนวก ฉ เครื่องมืออื่นๆที่ใช้ในการวิจัย 186

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 192

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	34
2	องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	38
3	แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	42
4	ตารางการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	52
5	การวิเคราะห์กรอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	59
6	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆ ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	67
7	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N = 28)	68
8	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นพลวัตร (ข้อที่ 4)	70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (ข้อที่ 1)	72
10	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นอัตนัย (ข้อที่ 8)	74
11	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสร้างสรรค์ (ข้อที่ 10)	76
12	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรม (ข้อที่ 9)	78
13	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 6)	81
14	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อ 7)	83
15	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบทฤษฎีและกฎ (ข้อ 5)	85
16	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2)	87

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3)	88
18	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N=28)	107
19	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N=28)	108

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อาคารเรียนวิทยาศาสตร์	32
2	ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์	33
3	ครูทำการประชาสัมพันธ์กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	51
4	การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	51
5	ห้องจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (ห้องบรรยายพิเศษ)	53
6	ห้องจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (ห้องปฏิบัติการเคมี)	54
7	ห้องจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์)	55
8	ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 07)	90
9	ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 20)	92
10	นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	102
11	นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	102
12	ครูให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	103
13	นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	นักเรียนจับกลุ่มกันเพื่ออภิปรายความรู้และองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น	104
15	ครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น	105
16	นักเรียนบันทึกข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นในใบงานกิจกรรม	105
17	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบความเป็นพลวัตรในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	111
18	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่องค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยานในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	112
19	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบความเป็นอัตนัยในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	114
20	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการสร้างสรรค์ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	116

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรมในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	117
22	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 6) ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	119
23	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 7) ในระดับต่างๆก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	120
24	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการทฤษฎีและกฎในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	121
25	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2) ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	122
26	ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3) ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	123
27	ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 25)	125

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		**หน้า**
28	ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 06)	126

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นจึงได้จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) ซึ่งเกิดจากการสังเกต การตั้งคำถาม การสำรวจตรวจสอบ การสรุปผล นำไปสู่การตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือเกิดจากความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และการสั่งสมประสบการณ์ที่นำมาสร้างคำอธิบาย และทฤษฎี เพื่อให้เข้าใจความเป็นมาและกลไกทางธรรมชาติ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบแล้วก็จะมีการส่งผ่านความรู้นั้นโดยการสื่อสารหรือบันทึกจากรุ่นสู่รุ่น เพื่อเป็นฐานความรู้ให้คนรุ่นหลังในการนำไปสืบเสาะหาความรู้ใหม่ๆ ต่อไป (สสวท, 2546) อาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ เป็นการตั้งคำถามและสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เมื่อไม่มีการสืบเสาะหาความรู้ จึงไม่ถือว่าเป็นวิทยาศาสตร์ (BSCS, 2006) ฉะนั้นเพื่อให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แท้จริงจึงควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหา โดยฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกต ตั้งคำถาม และค้นคว้าหาคำตอบอย่างวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง

แม้ว่าทักษะการสืบเสาะหาความรู้จะมีความสำคัญ แต่การสืบเสาะเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่ช่วยให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้ ในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ นอกจากจะพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีความซับซ้อน ต้องพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick and BouJaoude, 1997) โดยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์คืออะไร ความรู้วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นอย่างไร นักวิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างไร และคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง (AAAS, 2012) และทราบถึงขอบเขตและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (Driver *et al*., 1996) อีกทั้งยังสามารถอธิบายได้ว่าสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางสังคมมีผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง อย่างไรก็ตามในสังคมไทยปัจจุบันยังคงมีข้อมูลข่าวสารที่เป็นวิทยาศาสตร์เทียมซึ่งเป็นข้อมูลที่อ้างถึงความเป็นวิทยาศาสตร์แต่ขาดการพิสูจน์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือการมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาอธิบาย ไม่สามารถพิสูจน์ได้ เช่น เครื่องตรวจสอบวัตถุระเบิด (GT200) ซึ่งผู้ผลิตอ้างว่ามีประสิทธิภาพในการตรวจสอบวัตถุระเบิดที่ถูกซุกซ่อนได้ดีจึงนำมาใช้ทางการทหาร ทั้งที่ยังไม่สามารถอธิบายถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการทำงานได้ รวมถึงไสยศาสตร์ซึ่งเป็นลัทธิอันเนื่องด้วยเวทมนต์ คาถา เป็นศาสตร์ที่ไม่อาจพิสูจน์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความเชื่อเรื่องผีสาง วิญญาณ หรือพลังเหนือธรรมชาติที่ยังคงเป็นสิ่งใกล้ตัว การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยให้สามารถพิจารณาหรือวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือข้อถกเถียงเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่ (กาญจนา มหาลีและชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553)

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทุกคนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งกำหนดกรอบและทิศทางของเนื้อหา สาระและแนวทางจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ทั้งนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ได้ระบุว่า “มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายได้และตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน” โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอให้จัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้ที่ 8 แบบบูรณาการการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2552)

การดำเนินการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค มีหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นเป็นการเฉพาะสำหรับนักเรียนในกลุ่มผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ เป็นหลักสูตรที่กระจายโอกาสให้กับผู้มีความสามารถพิเศษ ที่กระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ และสนองตอบต่อความสามารถและความต้องการของนักเรียนเป็นรายบุคคล (Customized Curriculum) หากนักเรียนคนใดมีศักยภาพและอัตราการเรียนรู้สูง ผู้สอนต้องเพิ่มเติมรายละเอียดหรือความลึกซึ้งของเนื้อหา กระบวนการคิดและฝึกทักษะต่างๆ ให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน สอดคล้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กับแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษที่ระบุไว้ใน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตรา 10 วรรค 4 ที่ได้ระบุว่า “การจัดการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความสามารถพิเศษ ต้องจัดด้วยรูปแบบ ที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสามารถของบุคคลนั้น” และครอบคลุมสาระการเรียนรู้ เช่นเดียวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนานักเรียนไปสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้นด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความสามารถระดับสูงเยี่ยมเทียบเคียงนักวิจัยชั้นนำของนานาชาติ มีจิตวิญญาณมุ่งมั่นพัฒนาประเทศชาติ มีเจตคติที่ดีต่อเพื่อนร่วมโลกและธรรมชาติ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับประเทศชาติและสังคมไทยในอนาคต ช่วยพัฒนาประเทศชาติให้สามารถดำรงอยู่และแข่งขันได้ในประชาคมโลก (หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค พุทธศักราช 2554) เช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทั่วไป หากแต่การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคมุ่งเน้นการส่งเสริมและจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเข้มข้น ควบคู่กับการส่งเสริมมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนที่จบการศึกษาได้ศึกษาต่อและประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเต็มศักยภาพ อีกทั้งมีบทบาทในการใช้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการชี้นำสังคม เช่น เป็นผู้นำทางความคิดของสังคมในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับความเชื่อทางไสยศาสตร์ตลอดจนวิทยาศาสตร์เทียมซึ่งเป็นปัญหาในสังคมที่เกิดจากการไม่รู้วิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถวิเคราะห์หรือตัดสินใจประเด็นต่างๆทางสังคมได้

การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมี 2 รูปแบบ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008) คือ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย (Implicit approach) ซึ่งจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมุมมองมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปโดยปริยายจากกิจกรรมที่มุ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับการสอนเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยมีการกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์และวางแผนการสอนที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002) ระหว่างการจัดกิจกรรมมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์และอภิปรายประเด็นที่เกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) และ Khishfe (2008) ได้สนับสนุนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit Approach) ว่าเป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถจัดได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated approach) และการจัดการเรียนรู้โดยไม่บูรณาการ (Nonintegrated approach) ซึ่งจะทำการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยไม่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Shapiro, 1996) อาจจัดการเรียนการสอนเป็นรายวิชาที่พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือในลักษณะกิจกรรมเสริมหลักสูตร เช่น กิจกรรมชุมนุม เป็นต้น

ทั้งนี้ โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคได้ให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยจัดให้มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งแบบบูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated approach) โดยสอดแทรกการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ อาทิ ในวิชาชีววิทยาและวิชาเคมี และจัดให้มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่บูรณาการกับเนื้อหา (Nonintegrated approach) โดยจัดให้มีการเรียนการสอนในรายวิชาธรรมชาติและการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค พุทธศักราช 2554 และหลักสูตรโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ พุทธศักราช 2552 เป็นรายวิชาที่เน้นการทำกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกด้วยการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทำกิจกรรมโดยไม่อิงเนื้อหาตามหลักสูตร เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสืบเสาะ พัฒนากระบวนการคิด และกระบวนการสืบเสาะค้นคว้าองค์ความรู้ หาคำตอบของข้อสงสัยของปัญหาที่อยากรู้ โดยใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Methods) อีกทั้งเป็นการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อค้นพบจากการเรียนการสอนของผู้วิจัยในฐานะเป็นครูผู้สอนในรายวิชาธรรมชาติและการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนากระบวนการคิด และกระบวนการสืบเสาะค้นคว้าองค์ความรู้ เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่อยากรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Methods) นักเรียนสามารถตั้งคำถามจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ ออกแบบวิธีการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ตรรกะและจินตนาการ สามารถทดลอง สำรวจ ตรวจสอบ และลงข้อสรุปจากข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล อีกทั้ง นักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนัยจากการทำงานทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาการคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงบ้างด้าน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ไม่ถูกต้อง หรือบางคนอาจไม่เกิดความเข้าใจ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา มหาลี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) และสุทธิดา จำรัส นฤมล ยุตาคมและพรทิพย์ ไชยโส (2552) ส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้เต็มศักยภาพ

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ พบว่า มีการศึกษาวิจัยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์น้อยมาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยจัดเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรซึ่งเป็นกิจกรรมแบบไม่บูรณาการกับเนื้อหาในหลักสูตรในลักษณะกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ (Science club) ซึ่งมีชื่อว่า ชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการต่อยอดการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากรายวิชาธรรมชาติและการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์และการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่างๆ เนื่องจากในรายวิชาดังกล่าวยังมีข้อจำกัด คือ เน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงบางด้าน และการอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เด่นชัด และเน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะค้นคว้าองค์ความรู้ เพื่อการทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ หากพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในลักษณะของกิจกรรมชุมนุมวิชาการ (กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน) โดยใช้กิจกรรมการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นยุทธวิธีในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Clough, 2009; Kruse et al., 2009; Abd-El-Khalick and Lederman 2000) มีการพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ มีความคิดและการตัดสินใจแบบนักวิทยาศาสตร์ จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการเสริมสร้างลักษณะนิสัยรักการอ่านให้กับนักเรียน

คำถามวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาแบบสหศึกษาขนาดกลาง ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. กลุ่มที่ศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง ที่สมัครใจเข้าร่วมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 28 คน เป็นนักเรียนชาย 2 คน และนักเรียนหญิง 26 คน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเสนอโดย Lederman *et al.* (2002) ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์มีความเป็นพลวัตร การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน ความเป็นอัตนัย การสร้างสรรค์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรม การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล ทฤษฎีและกฎ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. ให้ความสำคัญ ได้แก่ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนในกิจกรรมชุมนุมวิชาการ ที่จัดขึ้นตามความสนใจของนักเรียน มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งที่ไม่บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ใช้ยุทธวิธีสอนคือการใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่สื่อให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเหตุการณ์ในอดีต ร่วมกับการทำกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเสมือนเป็นนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และทำกิจกรรมการสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ผ่าน 6 บริบท ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมในทุกสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถตอบคำถาม อธิบาย แสดงเหตุผลและความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 9 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ความเป็นพลวัตร (Tentativeness) 2. การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (Empirical Basis) 3. ความเป็นอัตนัย (Subjectivity) 4. การสร้างสรรค์ (Creativity) 5. มิติทางสังคมและวัฒนธรรม (Social/cultural Embeddedness) 6. การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (Observations and Inferences) 7. ทฤษฎีและกฎ (Theories and Laws) 8. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) 9. คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ (Characteristics of scientists) โดยมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 1-8 เป็นกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเสนอโดย Lederman *et al.* (2002) และเพิ่มองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีก 1 องค์ประกอบที่ สสวท. ให้ความสำคัญ ได้แก่ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ โดยวัดจากการทำแบบวัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ปรับจากเครื่องมือ VNOS-C ซึ่งพัฒนาโดย Lederman *et al.* (2002) และจากเครื่องมือ Draw -A-Scientists Test ซึ่งพัฒนาโดย David Wade Chambers (1983)

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่มีการกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์และวางแผนการสอนที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนจากการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และทำกิจกรรมการสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ในระหว่างการจัดกิจกรรมมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์และอภิปรายประเด็นที่เกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง ซึ่งจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยใช้ยุทธวิธีการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และทำกิจกรรมการสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

    1.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

    1.2 องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

    1.3 รูปแบบการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

    1.4 การวัดและประเมินผลมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

    2.1 หลักการ

    2.2 เทคนิคการสอนโดยใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

        2.2.1 เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และรูปแบบการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน

        2.2.2 การสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

AAAS (1990) ได้อธิบายขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ

Lederman *et al.* (1992) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของธรรมชาติและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความเข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ ค่านิยมและความเชื่อในความรู้วิทยาศาสตร์ หรือการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์

McComas (2004) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นข้อตกลงที่สำคัญในการสร้างองค์ความรู้และการประเมินข้อเท็จจริงที่กล่าวอ้างในวิทยาศาสตร์ธรรมชาติการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ทราบถึงวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จากการตรวจสอบความรู้ นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร มีปฏิสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร อาจเรียกได้ว่าเป็นการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์

แม้ว่าความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้างต้นจะได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย แต่นักวิทยาศาสตร์มีกรอบแนวคิดเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน การให้คำจำกัดความของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาแต่ละท่านจึงมีบางส่วนที่สอดคล้องกันแต่ยังไม่ครอบคลุมทุกประเด็น ผู้วิจัยสรุปความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อื่นๆ เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์หรือองค์ประกอบที่ช่วยอธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะอย่างไร วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร และนักวิทยาศาสตร์มีคุณลักษณะอย่างไรบ้าง เป็นต้น ซึ่งการมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและครอบคลุมในทุกองค์ประกอบจะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น

2. องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

หน่วยงานทางการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันตามกรอบแนวคิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

AAAS (1990) ได้เสนอองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. โลกในมุมมองวิทยาศาสตร์ (Scientific World View) หมายถึง การที่นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อและทัศนคติเกี่ยวกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของโลกและวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปของธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อและทัศนคติในการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติร่วมกันว่า โลกเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้ ปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในธรรมชาติสามารถอธิบายได้ด้วยวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทำงานที่เป็นระบบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีความรู้ใหม่ที่อธิบายได้ถูกต้องหรือชัดเจนกว่าเดิม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในระยะเวลาหนึ่ง เปลี่ยนแปลงได้ยากจนกว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นๆ จะได้รับการปรับปรุงและพัฒนา และวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม สิ่งที่ไม่สามารถพิสูจน์ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความเชื่อหรือสิ่งที่อยู่เหนือธรรมชาติ นั้น วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายได้

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) หมายถึง วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ จินตนาการ และหลักฐานเชิงประจักษ์ เมื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยหลักการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้มีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์ต้องพยายามระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียงหรืออคติในการทำงาน รวมถึงการยอมรับความรู้ที่สามารถตรวจสอบได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์และปฏิเสธการยอมรับความรู้เพราะกลัวอิทธิพลของผู้ที่มีอำนาจเหนือกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) หมายถึง กิจกรรมและลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของสังคมที่มีความซับซ้อน และมีความสัมพันธ์กับอีกหลายสาขาวิชา อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์กับกิจการอื่นๆ ในสังคม ส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์นั้นมีบทบาททั้งในทางวิทยาศาสตร์และสังคมอีกด้วย นักวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณในการทำงานทางวิทยาศาสตร์อย่างเคร่งครัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2552) ไม่ได้เสนอองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน แต่ได้กำหนดมาตรฐานและตัวชี้วัดเพื่อเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ดังนี้

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักมีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จะเห็นได้ว่าจากมาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น สสวท.ให้ความสำคัญเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ และยังให้ความสำคัญกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้กับผู้เรียนอีกด้วย

Lederman *et al.* (2002) ได้เสนอองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 8 ด้าน คือ

1. ความเป็นพลวัตร (Tentativeness) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือการตีความใหม่ของหลักฐานเดิม โดยด้านอื่นๆ ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นตัวอธิบายเหตุผลที่ยืนยันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความเป็นพลวัตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (Empirical basis) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานและ/หรือมาจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

3. ความเป็นอัตนัย (Subjectivity) หมายถึง นักวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลและถูกขับเคลื่อนโดยมีทฤษฎีและกฎที่ได้รับการยอมรับในเวลาปัจจุบัน และมีการพัฒนาคำถาม วิธีการสำรวจตรวจสอบและตีความหมายข้อมูลจากพื้นฐานความคิดนั้น อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และช่วยยืนยันความคิดนั้นมากยิ่งขึ้น แต่ก็สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีพยานหลักฐานที่ได้จากการตรวจสอบแล้วทำให้เกิดความรู้ใหม่ นอกจากนี้ความเป็นอัตนัยของแต่ละบุคคลก็ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงได้ โดยมีอิทธิพลมาจากค่านิยม ความเชื่อส่วนบุคคล และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล ซึ่งส่งผลต่อการดำเนินการของนักวิทยาศาสตร์ด้วย

4. การสร้างสรรค์ (Creativity) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลแบบตรรกะ การสร้างสรรค์นี้อยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ

5. มิติทางสังคมและวัฒนธรรม (Social/cultural embeddedness) หมายถึง วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของมนุษย์ และการที่เป็นกิจกรรมของมนุษย์ วิทยาศาสตร์จึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม ค่านิยมและความคาดหวังของสังคมและวัฒนธรรมจะเป็นตัวกำหนดว่านักวิทยาศาสตร์จะศึกษาอะไร อย่างไร ตีความหมายข้อมูลอย่างไรและจะยอมรับข้อค้นพบอะไร

6. การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (Observations and inferences) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล การสังเกตเป็นการเป็นการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรืออาจใช้เครื่องมือเพื่อช่วยในการสังเกต การลงความเห็นข้อมูลคือการตีความหมายของข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกต แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันจำต้องอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อสามารถตีความจากข้อมูลนั้นๆได้อย่างเที่ยงตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ทฤษฎีและกฎ (Theories and laws) หมายถึง ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎบรรยายความสัมพันธ์ของสิ่งที่สังเกตได้หรือสิ่งที่สามารถรับรู้ได้จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่วนทฤษฎีเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและความสัมพันธ์ในธรรมชาติสมมติฐานในทางวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นทฤษฎีหรือกฎก็ได้หากมีหลักฐานสนับสนุนจำนวนมากและได้รับการยอมรับในหมู่นักวิทยาศาสตร์กฎไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นทฤษฎีได้เช่นกับทฤษฎีไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นกฎในลักษณะของลำดับขั้น(พัฒนาจากสิ่งหนึ่งไปเป็นอีกสิ่งหนึ่ง) เพราะทั้งสองทำหน้าที่ต่างกัน

8. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) หมายถึง การทดลองทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการควบคุมตัวแปร การจัดกระทำข้อมูล รวมถึงศึกษาผลที่เกิดขึ้น แต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีระเบียบขั้นตอนที่ตายตัว และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีได้หลากหลายวิธีการขึ้นอยู่กับสิ่งที่ศึกษา อาทิ เช่น การสังเกต การรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง การสร้างแบบจำลองเป็นต้น

McComas (2004) ได้เสนอองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 9 ด้าน คือ

1. วิทยาศาสตร์ต้องการและอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ วิทยาศาสตร์ต้องการข้อมูลที่เปิดให้ผู้อื่นตรวจสอบได้ การค้นพบองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์หากขาดหลักฐานเชิงประจักษ์ก็ไม่สามารถยอมรับความรู้นั้นได้โดยทันที และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองนั้น

2. การผลิตความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสิ่งที่เหมือนกันและแลกเปลี่ยนความคิดกันอยู่เสมอ ทั้งนี้การผลิตความรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้หลายวิธีการร่วมกัน ไม่อาจใช้เพียงวิธีการเดียว

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นพลวัตรแต่มีความคงทน กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ไม่สามารถพิสูจน์ได้ทุกอย่าง เพราะการอุปนัยข้อมูลเมื่อพิสูจน์แล้วบางครั้งเป็นไปไม่ได้ แต่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์นั้นมีคุณค่าและคงอยู่ยาวนานถ้าเป็นที่ยอมรับในทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. กฎและทฤษฎีมีความเกี่ยวข้องกัน แต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แท้จริงแล้ว กฎและทฤษฎีต่างเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภท กฎเป็นข้อสรุปหรือรูปแบบในธรรมชาติและใช้ทฤษฎีมาช่วยอธิบายว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น

5. วิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์อย่างมาก นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและหาวิธีการเพื่อตรวจสอบข้อสงสัย รวมถึงการสร้างแรงบันดาลใจในการทำงานอีกด้วย

6. วิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัย วิทยาศาสตร์เป็นกิจการของมนุษย์ การที่นักวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์แตกต่างกันหรือได้รับความคาดหวังในการศึกษาหาความรู้จะส่งผลให้มองข้อมูลชุดเดียวกันแตกต่างกันได้

7. ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรมและสังคมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นกิจการขนาดใหญ่และมีประสิทธิภาพในการทำงาน แต่กิจการวิทยาศาสตร์เป็นเพียงส่วนหนึ่งในสังคมมนุษย์เท่านั้น ในทางปฏิบัติวิทยาศาสตร์นั้นได้รับแรงกดดันทางสังคมเกี่ยวกับความคาดหวังในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการกำหนดทิศทางการวิจัยซึ่งอาจเป็นอุปสรรคหรือช่วยสนับสนุนต่อการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์

8. วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีไม่เหมือนกัน วิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ เทคโนโลยีมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์

9. วิทยาศาสตร์และกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม เป็นข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ คำถามบางอย่างไม่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

แม้ว่าหน่วยงานทางการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจะเสนอองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยแบ่งออกเป็นด้านต่างๆ แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าทุกกรอบแนวคิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่สอดคล้องกันแต่แตกต่างกันในรายละเอียดบางประเด็น ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เสนอโดย Lederman *et al.* (2002) เนื่องจากอธิบายถึงองค์ประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ครอบคลุมมากที่สุด และได้เพิ่มองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีก 1 องค์ประกอบที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2552) ให้ความสำคัญ คือ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนมาก

3. รูปแบบการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมี 2 รูปแบบ คือ

3.1 การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย (Implicit approach) เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหรือมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากกิจกรรมที่มุ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมไปโดยปริยาย โดยไม่มีการอภิปรายหรือกล่าวถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างกิจกรรมแต่อย่างใด จากลักษณะของการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจึงเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้เน้นเป้าหมายหลักที่การพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่เป็นเพียงผลพลอยได้จากการทำกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาด้านอื่น เช่น ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาในรายวิชา (Khishfe, 2008; Schwartz *et al*., 2004) นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยนัยนั้นเป็นรูปแบบการสอนที่ไม่มีประสิทธิภาพในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่มีการบ่งชี้ประเด็นที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008)

3.2 การเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยมีการกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์และวางแผนการสอนที่ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน โดยมุ่งเฉพาะบางองค์ประกอบหรือทุกองค์ประกอบก็ได้ (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002) พร้อมทั้งมีการประเมินผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (Schwartz and Lederman, 2002) โดยในระหว่างการทำกิจกรรมหรือการเรียนการสอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิเคราะห์องค์ประกอบและสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนจะเห็นความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบและมีความครอบคลุมกรอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งการคิด วิเคราะห์เหตุการณ์หรือองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรม มีโอกาสในการสะท้อนความคิดหรืออภิปรายลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008)

การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งสามารถจัดได้ 2 วิธีการ คือ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยบูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Integrated approach) เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยอิงบริบทของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เช่น การบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปกับการสอนวิชาชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ เป็นต้น โดยจัดการเรียนการสอนเนื้อหาและเน้นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Nonintegrated approach) ซึ่งจัดการเรียนการสอนโดยไม่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยอาจจัดในรูปแบบกิจกรรมพิเศษ เช่น วิชาเลือก วิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมเสริมหลักสูตร อาทิ กิจกรรมชุมนุม ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ที่หลากหลาย (ลือชา และ ลฎาภา, 2555) จากงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2006) ซึ่งศึกษาความแตกต่างในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งแบบบูรณาการเนื้อหาหลักสูตรและแบบไม่บูรณาการเนื้อหลักสูตรในหัวข้อ ภาวะโลกร้อน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ไม่แตกต่างกัน

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มีรูปแบบเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรในลักษณะของชุมนุมวิชาการที่มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉพาะโดยไม่อิงเนื้อหาหลักสูตรและไม่จำกัดพื้นฐานความรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายและเพิ่มโอกาสในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสนใจอย่างเต็มที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การวัดและประเมินผลมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรประเมินโดยเลือกใช้วิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย (AAAS, 2012) และแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ไม่ควรเป็นแบบวัดที่มีลักษณะแบบตัวเลือก แต่ควรใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นปลายเปิด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดและมีความชัดเจนในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น (Lederman *et al*., 1998)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้พัฒนาแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ มีความชัดเจนและเหมาะสมตามความแตกต่างของกลุ่มที่ทำการศึกษา ปัจจุบันจึงมีเครื่องในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Lederman *et al*., 2002)

1. Paper and Pencil Test เป็นเครื่องมือวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นคำถามปลายปิดมีลักษณะเป็นคำถามที่ให้นักเรียนเลือกตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ เช่น เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ถูกหรือผิด หรืออาจจะมีตัวเลือกมากกว่า 2 ตัวเลือก ข้อมูลที่ได้จากการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเป็นการเทียบเกณฑ์ว่ามีความเข้าใจอยู่ในเกณฑ์ใด แต่ไม่สามารถอธิบายในเชิงลึกได้

2. View of Nature of Science Questionnaire Form A (VNOS-Form A) พัฒนาโดย Lederman and O'Malley ในปี ค.ศ. 1998 เป็นเครื่องมือวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นคำถามปลายเปิด 7 ข้อ ใช้ควบคู่กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สามารถอธิบายข้อมูลในเชิงลึกได้ เครื่องมือ VNOS-A สามารถวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ในบางองค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและการลงข้อสรุป จินตนาการและการสร้างสรรค์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความสัมพันธ์ของทฤษฎีและกฎ

3. View of Nature of Science Questionnaire Form B (VNOS-Form B) ปรับปรุงมาจาก VNOS-Form A พัฒนาโดย Abd-El-Khalick *et al.* ในปี ค.ศ. 1998 เครื่องมือนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับ VNOS-Form A การปรับปรุงมีเพียงการปรับข้อคำถามให้มีบริบทที่กว้างและชัดเจนขึ้น เพื่อใช้ในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. View of Nature of Science Questionnaire Form C (VNOS-Form C) ปรับปรุงมาจาก VNOS-Form B พัฒนาโดย Abd-El-Khalick ในปี ค.ศ. 1998 โดยปรับปรุงข้อคำถามให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นโดยการขยายความ และเพิ่มข้อคำถามจากเดิมเป็น 10 ข้อ ทำให้สามารถวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น VNOS Form C จึงสามารถวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมเพิ่มขึ้นมา รวมทั้งได้ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับองค์ประกอบในแบบวัดมากขึ้น เพื่อใช้ในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งต่อมา Lederman *et al*. (2002) ได้พัฒนาและหาคุณภาพของเครื่องมือนี้จนเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย

5. View of Nature of Science Questionnaire Form D (VNOS-Form D) พัฒนาโดย Lederman and Khishfe ในปี ค.ศ. 2002 โดยปรับปรุงสถานการณ์ในข้อคำถาม จาก VNOS-Form C และใช้ภาษาที่เหมาะสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ลดจำนวนข้อคำถามเหลือ 7 ข้อ และสามารถวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เฉพาะองค์ประกอบ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและการลงข้อสรุป จินตนาการและการสร้างสรรค์ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

6. Draw-A-Scientist Test (DAST) พัฒนาโดย David Wade Chambers (1983) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบมุมมองของนักเรียนต่อภาพลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนวาดภาพนักวิทยาศาสตร์ขณะทำงาน และประเมินมุมมองของนักเรียนจากภาพที่นักเรียนวาดโดยพิจารณาองค์ประกอบของภาพ เช่น เอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใส่เสื้อกราว การไว้หนวดเครา การสวมแว่น สัญลักษณ์ในการวิจัย อุปกรณ์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ สัญลักษณ์ของการเรียนรู้ สัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี ร่วมกับคำอธิบายภาพ

7. Draw-A-Scientist Test Checklist (DAST-C) พัฒนาโดย Finson, Beaver and Cramond (1995) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบมุมมองของนักเรียนต่อภาพลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับ DAST แต่มีการพัฒนารูปแบบเป็นรายการตรวจสอบองค์ประกอบที่พบในภาพและให้คะแนนเชิงปริมาณ ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวกมากขึ้น

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากเครื่องมือในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 เครื่องมือ ได้แก่ View of Nature of Science Questionnaire

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Form C (VNOS-Form C) ซึ่งพัฒนาโดย Lederman *et al.* (2002) และ Draw -A-Scientists Test ซึ่งพัฒนาโดย David Wade Chambers (1983) เพื่อให้การวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความครอบคลุมทุกองค์ประกอบ มีความเหมาะสมช่วงวัยของกลุ่มที่ศึกษา (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย) และมีความสอดคล้องกับกรอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เสนอโดย Lederman *et al.* (2002) และองค์ประกอบที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2552) ให้ความสำคัญ คือ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยให้ใช้เป็นกรอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

การใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. หลักการ

การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาประวัติและความเป็นมาในการค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (Irwin, 1998) ผ่านเรื่องราวในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งสะท้อนถึงกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ค้นพบ ลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Yip, 2006) รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความเชื่อ สังคมและวัฒนธรรมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Clough, 2011)

2. เทคนิคการสอนโดยใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

2.1 เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และรูปแบบการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน

เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นงานเขียนที่ถ่ายทอดเรื่องราวชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์สำคัญในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีการดำเนินเรื่องโดยกล่าวถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ และการค้นพบองค์ความรู้ เป็นเครื่องมือสำคัญอันหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Clough, 2011)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน มีเป้าหมายดังนี้

1. พัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. พัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. สะท้อนความเป็นประชาคมวิทยาศาสตร์

4. ให้ข้อมูลเบื้องต้นที่ถูกต้องสำหรับเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์อื่นๆ ที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ในชั้นเรียน

ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้เรื่องสั้นประกอบการสอน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนสามารถสอนให้เห็นถึงลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ทั้งในเนื้อหาตามหลักสูตรและเนื้อหาจากบริบทอื่นๆ

2. นักเรียนได้รับการส่งเสริมในการแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับประเด็นจากเรื่องสั้นและรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนร่วมชั้น

3. นักเรียนได้รับการประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้นจากการบ่งชี้ประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสร้างข้อสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม การใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ประกอบการสอนนั้นสามารถจัดกิจกรรมได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1. การอ่านเรื่องสั้นลักษณะรายบุคลคลนอกเวลาเรียน ให้นักเรียนแต่ละคนอ่านเรื่องสั้นและยกย่องชมเชยนักเรียนที่ตอบคำถามที่พบขณะอ่าน สิ่งสำคัญที่สุดของวิธีการนี้คือ ความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัดเจน โดยการให้นักเรียนค่อยๆอ่านและทำความเข้าใจเรื่องราวต่างๆในเรื่องสั้นอย่างระมัดระวัง มีการใช้ความคิดในการตั้งคำถามและตอบคำถามระหว่างการอ่านเรื่องสั้น และจะเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ถ้ามีการนำเสนอเป็นภาพนิ่งประมาณ 2-3 สไลด์ เพื่อสรุปเรื่องราว แนวคิดสำคัญ และการอ้างอิงที่แสดงให้เห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การจัดรูปแบบการสอนในลักษณะเป็นกลุ่มย่อย ครูผู้สอนจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย (อาจจัดกิจกรรมในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้) โดยให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นเป็นรายบุคคล จากนั้นครูผู้สอนให้คำถามแต่ละกลุ่ม เป็นรูปแบบการสอนที่ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์น้อยลง ครูควรกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในกลุ่ม อย่างไรก็ตามการที่ให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นเป็นรายบุคคลนอกเวลาเรียน อาจไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากครูผู้สอนไม่สามารถติดตามพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนได้ตลอดเวลา ควรมีการติดตามการทำงานของนักเรียนทั้งเป็นรายบุคคลและในกลุ่มย่อยอย่างทั่วถึง

3. การจัดรูปแบบการสอนในลักษณะกลุ่มย่อยหรือการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูผู้สอนให้ภาระงานแก่นักเรียนโดยให้กำหนดให้ทำในเวลาเรียน วิธีนี้ทำให้ครูสามารถลงสู่เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้นได้อย่างเข้มข้น ตั้งแต่ความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ในยุคแรกเริ่มจนถึงยุคปัจจุบัน และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนมีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ครูผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการคิดและปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนเพื่อปรับปรุงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. การจัดรูปแบบการสอนแบบโต้ตอบในชั้นเรียน ครูผู้สอนอ่านส่วนย่อยๆ ของเรื่องสั้นให้นักเรียนฟัง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มอภิปรายเพื่อตั้งคำถามที่แทรกอยู่ในเรื่องสั้น ครูอาจพิมพ์คำถามที่นักเรียนนำเสนอลงในภาพนิ่ง เพื่อนำเสนอให้นักเรียนทั้งหมดในชั้นเรียนได้เห็นคำถามของแต่ละกลุ่ม ครูผู้สอนอาจสาธิตหรือทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อตอบคำถามให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากนั้นครูจึงกลับไปเล่าเรื่องสั้นในส่วนอื่นๆอีกในภายหลัง วิธีนี้มีความน่าสนใจตรงที่ การให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน และนักเรียนได้สาธิตและทำการทดลองห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบความสงสัยใคร่รู้โดยมีเรื่องสั้นมีในการดำเนินเรื่อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์โดยมอบหมายให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์มาล่วงหน้าก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน และให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลในเวลาเรียน โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบ่งเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปรายสร้างข้อสรุปและสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เนื่องจากรูปแบบการสอนดังกล่าวเป็นวิธีที่ทำให้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น ครูผู้สอนสามารถติดตามการทำงานและสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนได้อย่างถึงทั่วถึง อีกทั้งยังทำให้ครูมีเวลาในการชี้แนะ ให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือตอบข้อสงสัยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

2.2 การสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

การสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (Dewey, 1916; Schwartz *et al*., 2002) โดยการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนมีการทำงานคล้ายกับนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์โดยคำนึงถึงบริบททางประวัติศาสตร์ ทั้งแนวคิดในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสวมบทบาทเสมือนนักวิทยาศาสตร์ในอดีตในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล หลักฐาน (NCHS, 1996) และสามารถสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ดังกล่าวได้ (NRC., 2000) เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การใช้ความคิดสร้างสรรค์และตรรกะของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ตลอดจนข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์ จากงานวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) Schwartz *et al.* (2002) Schwartz *et al*. (2004) พบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยจัดกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนช่วยกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

การจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนประเภทชุมนุมวิชาการ ซึ่งนักเรียนจะต้องเข้าร่วมนอกเหนือจากเวลาเรียน ทำให้นักเรียนมีโอกาสที่จะทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มเพื่อนที่มีความถนัดและความสนใจเหมือนกัน มีการใช้กระบวนการกลุ่มในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ฝึกให้คิดวิเคราะห์ และมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถบูรณาการความรู้ได้ เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้เพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียนและการพัฒนาตนเองของนักเรียนให้เต็มศักยภาพ (Astra Zeneca Science Teaching Trust, 2012) การจัดกิจกรรมชุมนุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์สามารถจัดได้หลากหลายตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของแต่ละกิจกรรม สนองความต้องการในการพัฒนาความสามารถเฉพาะตนของแต่ละคนที่แตกต่างกันออกไป แต่จะมีการบริหารจัดการชุมนุมภายใต้การดูแลของครูที่ปรึกษาหรือครูผู้รับผิดชอบการจัดกิจกรรม นักเรียนจะต้องเข้าร่วมกิจกรรมไม่ต่ำกว่า 80% ของเวลาที่กำหนดไว้ทั้งหมด และผ่านกิจกรรมต่างๆ ที่กำหนด โดยถือว่าเป็นเกณฑ์ในการประเมินผลว่า “ผ่าน” หรือ “ไม่ผ่าน” ในการปฏิบัติกิจกรรม (หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2554)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่า สามารถทำการสอนได้ใน 2 รูปแบบ คือ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย (Implicit approach) และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approach) Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความรู้กับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัยจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า การสอนแบบชัดแจ้งสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนแบบโดยนัย สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่สนับสนุนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งว่าเป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick and Lederman,2000; Khishfe, 2008; Akerson and Volrich, 2006; Schwartz and Lederman, 2002) เนื่องจากสามารถออกแบบการสอนให้ครอบคลุมกรอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเน้นการบ่งชี้องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ด้วยรูปแบบการสอนดังกล่าวทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์และสามารถเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความเข้าใจในลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งสามารถจัดได้โดยวิธีการแบบบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และวิธีการแบบไม่บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมที่ไม่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจัดในรูปแบบวิชาเพิ่มเติม วิชาเลือก หรือกิจกรรมเสริมหลักสูตร เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมชุมนุม ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ที่หลากหลาย (ลือชา และ ลฎาภา, 2555) และจากงานวิจัยของ Khishfe and Lederman (2006) ซึ่งศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง โดยเปรียบเทียบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการสอนด้วยวิธีการแบบบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์และแบบไม่บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ไม่แตกต่างกัน

2. งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation – NSF) ให้การสนับสนุนเงินทุนในโครงการ The story behind the science project เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์ (Clough *et al*., 2006) โดยเรื่องสั้นเขียนขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงเหตุการณ์ในอดีตที่มีรายละเอียดที่ถูกต้อง และมีเนื้อหาที่แสดงถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการสอดแทรกคำถามเพื่อดึงดูดความสนใจและให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความรู้จากเรื่องสั้น (Kruse *et al*., 2009) มีเป้าหมายในระยะยาวในการสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์ทุกระดับชั้นสามารถสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและพัฒนาความรู้และทัศนคติของนักเรียนต่อวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ และการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ (Clough, 2010)

เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์กว่า 30 เรื่อง ได้รับการพัฒนาและทดลองใช้กับนักศึกษาหลักสูตรระดับเตรียมอุดมศึกษาครอบคลุมทุกสาขาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ดาราศาสตร์ ชีววิทยา เคมี ธรณีวิทยา และฟิสิกส์ ผลจากการศึกษาการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า มีหลายงานวิจัยสนับสนุนว่าการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการสอนและสะท้อนองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งเป็นระยะ มีส่วนช่วยส่งเสริมมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยพัฒนาแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีความถูกต้องมากขึ้น (Kruse *et al*., 2009; Kruse, 2010; Vanderlinden, 2007; Clough, 2009) และเป็นวิธีการดึงดูดความสนใจของนักศึกษาเป็นอย่างมากทำให้มีทัศนคติที่ดีต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์และมีความสนใจในเนื้อหาในวิชาที่เกี่ยวข้อง (Kruse, 2010; Clough, 2011)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยที่ได้ศึกษาผลของการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์ตามโครงการ The story behind the science project ในการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในนักศึกษามหาวิทยาลัย ซึ่งได้ผลในเชิงบวก Clough (2009) มีตัวอย่างดังนี้ Kruse *et al*. (2010) ศึกษาผลของการใช้ 5 เรื่องสั้นที่สื่อให้เห็นถึงวิวัฒนาการทางชีววิทยาซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน โดยครูผู้สอนให้นักศึกษาระดับอุดมศึกษาได้อ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง พบว่านักเรียนหลายคนได้บันทึกถึงสิ่งที่ทำให้ประหลาดใจหรือสิ่งที่ประทับใจจากเรื่องสั้น และสะท้อนความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยพบว่านักศึกษามีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น เช่น วิทยาศาสตร์คือการทำงานร่วมกัน ใช้ความคิดสร้างสรรค์และวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีแต่ในห้องปฏิบัติการ และนักศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงความสนใจใช้อาชีพนักวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกันกับ Vanderlinden (2007) ที่ศึกษาผลการใช้เรื่องสั้นเกี่ยวกับธรณีวิทยา 4 เรื่อง ในนักศึกษาสาขาธรณีวิทยาซึ่งครูผู้สอนให้นักศึกษาได้อ่านเรื่องสั้น และตอบคำถามแบบปลายเปิดที่อ้างอิงถึงเนื้อเรื่องที่มีการบ่งชี้ถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความรู้ทางธรณีวิทยาโดยใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และศึกษาความเข้าใจคลาดเคลื่อนขององค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เมื่อนักเรียนได้อ่านเรื่องสั้น พบว่า นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการตีความจากข้อมูลต่างๆ ความรู้วิทยาศาสตร์มีความคงทน วัฒนธรรมและสังคมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ได้ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นต้น อีกทั้งยังพัฒนาด้านความรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นและนำไปใช้ในบทเรียนได้เป็นอย่างดี

จะเห็นได้ว่าการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พร้อมกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ แต่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยบูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์นั้นทำให้นักเรียนมีเวลาเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์น้อยลงเพราะต้องใช้เวลาในการบ่งชี้ประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องราวในเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มากขึ้น (Clough, 2009) การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งซึ่งใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นยุทธวิธีในการสอน โดยไม่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างเต็มที่ และได้ผลลัพธ์ในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ต่างกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Khishfe and Lederman, 2006) โดยไม่กระทบต่อเวลาเรียนเนื้อหาวิชาตามหลักสูตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีรูปแบบเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ประเภทกรณีศึกษา (Case Study Research) ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงลึกในบริบทที่เฉพาะเจาะจง (Yin,2003)เพื่อให้ได้รายละเอียดที่มีความลึกซึ้งในการศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ที่มีบริบทโรงเรียนแตกต่างจากโรงเรียนโดยทั่วไป ซึ่งจะทำให้ได้ข้อสรุปถึงผลการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

ผู้วิจัยเสนอรายละเอียดการวิจัยดังนี้

1. กรณีศึกษา

2. กลุ่มที่ศึกษา

3. กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือ

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

7. คุณภาพการวิจัย

8. จริยธรรมในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรณีศึกษา

ผู้วิจัยทำการศึกษาในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดการศึกษามุ่งเน้นการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจิตวิญญาณของความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นและนักพัฒนาด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทัดเทียมมาตรฐานสากลในระดับเดียวกันและสามารถบูรณาการความรู้ได้โดยมีข้อมูลเบื้องต้น ดังนี้

ข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียน

ปรัชญาโรงเรียน

“ปญฺญายตฺถวิปสฺสติ” คนย่อมเห็นเนื้อความด้วยปัญญาหมายความว่า ปัญญาเกิดด้วยเหตุ 3 ประการ คือ

สติมยปญญา ปัญญาสำเร็จด้วยการฟัง
จิตฺตมยปญญ ปัญญาสำเร็จด้วยการนึกคิด
ภาวนามยปญญา ปัญญาสำเร็จได้ด้วยการฝึก

วิสัยทัศน์

โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคที่มีคุณภาพมาตรฐานชาติและมาตรฐานสากลบนพื้นฐานหลักคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

พันธกิจ

ศึกษาค้นคว้าวิจัยพัฒนาและร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนทั้งในและต่างประเทศเพื่อดำเนินการบริหารและจัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาทั้งตอนต้นและตอนปลายที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในลักษณะของโรงเรียนประจำสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในภูมิภาคเพื่อเป็นการกระจาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โอกาสให้กับผู้มีความสามารถพิเศษที่มีกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศและเพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับนักเรียนกลุ่มด้อยโอกาสและขาดแคลนทุนทรัพย์

อัตลักษณ์ของโรงเรียน

1. อัตลักษณ์ของนักเรียน

รักษ์ศักดิ์ศรี มีน้ำใจ ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง เคียงคู่คุณธรรม เป็นผู้นำทางความคิดด้วยจิตวิทยาศาสตร์

2. อัตลักษณ์ของครู

ใฝ่รู้ ใฝ่ศึกษา พัฒนาศักยภาพ มีจิตวิทยาศาสตร์ ยึดมั่นจรรยาบรรณ สร้างสรรค์สังคมอุทิศตนต่อองค์กร

3. อัตลักษณ์ของผู้บริหารสถานศึกษา

มีวิสัยทัศน์ในการบริหารโรงเรียนวิทยาศาสตร์ เสียสละและอุทิศตนต่อองค์กร

4.อัตลักษณ์ของบุคลากรอื่นในสถานศึกษา

เสียสละและอุทิศตนต่อองค์กร

อุดมการณ์และเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

มุ่งส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจิตวิญญาณของความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นและนักพัฒนาด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทัดเทียมมาตรฐานสากลในระดับเดียวกันรักการค้นคว้าอย่างเป็นระบบ มีความรอบรู้ และสามารถบูรณาการความรู้ได้ อีกทั้งมีจิตมุ่งที่จะทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้กับสังคม มีความรับผิดชอบต่อสังคม ต้องการตอบแทนบ้านเมืองตามความสามารถของตนอย่างต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุดเน้นของหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2554 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ฉบับนี้มีจุดเน้นในการจัดทำดังนี้

1. เน้นการพัฒนานักเรียนรอบด้านทั้งพุทธิศึกษา จริยศึกษา พลศึกษาและหัตถศึกษา

2. สาระการเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐานเน้นการจัดให้สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคลและให้ครอบคลุมหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

3. รายวิชาเพิ่มเติมเน้นการจัดให้มีความหลากหลายสอดคล้องกับศักยภาพความถนัดและความสนใจของนักเรียนเป็นรายบุคคลเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนรายวิชาเพิ่มเติมจากสถาบันอุดมศึกษาศูนย์วิจัยและสถานประกอบการภายนอกโรงเรียนทั้งในและต่างประเทศได้ตามศักยภาพความถนัดและความสนใจเปิดโอกาสให้สามารถเทียบโอนความรู้ได้

4. เน้นการพัฒนาทักษะการใช้ภาษาอังกฤษและทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้มีศักยภาพระดับเดียวกับนักเรียนของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ

5. เน้นการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามอุดมการณ์และเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนของโรงเรียน

6. เน้นการส่งเสริมการประดิษฐ์คิดค้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการทำโครงงาน

โครงสร้างหลักสูตร

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคพุทธศักราช 2554 จัดโครงสร้างให้มีลักษณะที่ยืดหยุ่นมีลักษณะเป็นหลักสูตรรายบุคคล (Customized Curriculum) จัดรายวิชาและกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้เลือกตามศักยภาพความถนัดและความสนใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดรายวิชาและกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนผู้มีศักยภาพสูงด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาได้เลือกเรียนมีวัตถุประสงค์หลักสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง

2. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพในด้านที่ตนเองรักถนัดและสนใจ

3. เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความหลากหลายเห็นคุณค่าและเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

4. เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความหลากหลายเห็นคุณค่าและเห็นความสำคัญของการวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สภาพพื้นฐานของโรงเรียน

เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาแบบสหศึกษาขนาดกลาง ประเภทอยู่ประจำทั้งหมดสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการเปิดสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งสิ้น 26 ห้องเรียน โดยมีจำนวนนักเรียน 24 คนต่อห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 624 คน จำนวนครูผู้สอน 57 คน และบุคลากรทางการศึกษา 20 คน

อาคารเรียนมีจำนวน 3 หลัง ประกอบด้วย 1) อาคารเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นอาคารเรียนแบบ 3 ชั้น จัดเป็นห้องเรียนวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ห้อง 2) อาคารเรียน 4 ชั้นพร้อมทางเชื่อม จัดเป็นห้องเรียนประจำชั้นของนักเรียนและห้องกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ รวมทั้งสิ้น 32 ห้อง 3) อาคารสำนักงาน เป็นอาคารแบบ 2 ชั้น จัดเป็นห้องสำนักงานต่างๆ และห้องประชุม รวมทั้งสิ้น 9 ห้อง ทั้งนี้ในทุกห้องเรียนจะมีการติดตั้งสื่อ และอุปกรณ์เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ visualizer เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอาคารหอประชุมและโรงอาหาร โรงฝึกงานคหกรรมและงานเกษตร ร้านค้าสวัสดิการ สนามบาสเกตบอล สนามวอลเลย์บอล สนามวูดบอล สนามฟุตบอล สนามตะกร้อ และอาคารหอพักนักเรียนประจำ จำนวน 5 หลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 1 อาคารเรียนวิทยาศาสตร์

แหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน

แหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียนประกอบด้วย ห้องปฏิบัติการทางภาษา ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ศูนย์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ศูนย์พัฒนาการเรียนรู้นักเรียนห้องวิทยาศาสตร์ ศูนย์กีฬา ศูนย์พัฒนาสมรรถนะครู ห้องสิ่งแวดล้อม ห้องโสตทัศน-ศึกษา ห้องสมุดโรงเรียน แหล่งเรียนรู้ธรณีวิทยา สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ห้องพิพิธภัณฑ์เปลือกหอย ห้องสัตว์วิทยา ห้องดนตรี ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ห้องพฤกษศาสตร์โรงเรียน ห้องสารสนเทศโรงเรียน โรงฝึกงานคหกรรม โรงฝึกงานเกษตร

ห้องเรียนวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะดำเนินการภายในอาคารเรียนวิทยาศาสตร์และแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีห้องเรียนวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 15 ห้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์

บุคลากรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีบุคลากร 20 คน ประกอบด้วยครูผู้สอน 14 คน แบ่งเป็นสาขาฟิสิกส์ 4 คน สาขาชีววิทยา 6 คน และสาขาเคมี 4 คน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ จำนวน 6 คน (สาขาวิชาละ 2 คน) โดยครูผู้สอนทุกคนมีคุณวุฒิทางการศึกษาตรงตามสาขาวิชาที่ทำการสอน และส่วนใหญ่จบการศึกษาสูงสุดในระดับปริญญาโท

ข้อมูลคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน

จากการทดสอบความรู้นักเรียนโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ พบว่า เป็นโรงเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระดับชาติพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ประจำปีการศึกษา 2554-2556 สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) และเป็นสถานศึกษาที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (มัธยมศึกษา) จากการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(สมศ.)(2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลุ่มที่ศึกษา

จากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาธรรมชาติและการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติมจากรายวิชาภาคบังคับของหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค พุทธศักราช 2554 ที่ครูผู้สอนพบว่ามีข้อจำกัด คือ เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีการอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงบางองค์ประกอบและไม่เด่นชัด ทำให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอ ไม่ถูกต้อง หรือบางส่วนไม่เกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการเรียนในวิชาดังกล่าว จึงจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

เมื่อทำการประชาสัมพันธ์รายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งผ่านการเรียนในรายวิชาธรรมชาติและการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์ มีความสนใจเกี่ยวกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์คนสำคัญของโลก และมีความสนใจในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยมีนักเรียนสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน เป็นนักเรียนชาย 2 คน และนักเรียนหญิง 26 คน แบ่งเป็นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 19 คน และมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 คน อายุระหว่าง 15-17 ปี และมีอายุเฉลี่ย 16 ปี ดังตารางที่ 1 ซึ่งนักเรียนทุกคนมีผลการเรียนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.00 โดยผู้วิจัยทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

ตารางที่ 1 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

เพศ	ระดับชั้น (คน)			รวมทั้งสิ้น
	ม.4	ม.5	ม.6	
ชาย	-	2	-	2
หญิง	6	17	3	26
รวมทั้งสิ้น	6	19	3	28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนในลักษณะกิจกรรมชุมนุมวิชาการ ที่จัดขึ้นตามความสนใจของนักเรียน มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งที่ไม่บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ใช้ยุทธวิธีสอนคือการใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่สื่อให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเหตุการณ์ในอดีต ร่วมกับการทำกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเสมือนเป็นนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และให้ผู้เรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนการเรียนรู้โดยใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีเนื้อหาเกี่ยวกับชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์สำคัญทางประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และแทรกองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการจัดกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์ร่วมกับการอภิปรายและสะท้อนมุมมองเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที และใช้เวลา 8 สัปดาห์ในการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการสอน ดังตารางที่ 2 โดยแต่ละองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจะถูกสอนซ้ำประมาณ 2-4 กิจกรรม ตามความเหมาะสมของประเด็นที่พบจากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และในแต่ละแผนจะมีการคัดเลือกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมาย 4-5 องค์ประกอบ เพื่อเป็นการกระจายการบ่งชี้และสะท้อนประเด็นในแต่ละองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ให้มีความซ้ำซ้อนและมีองค์ประกอบที่เป็นเป้าหมายมากเกินไปในแต่ละกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 8 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2554

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้และทำการกำหนดกรอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

4) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีเนื้อหาเกี่ยวกับชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์สำคัญทางประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และแทรกองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการจัดกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ร่วมกับการอภิปรายสะท้อนมุมมองเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 12 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะมีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบชัดแจ้ง

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม และทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้านการประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของกิจกรรม และทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 20 คน เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนและข้อค้นพบอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

8) นำแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แผนการสอน	เรื่อง / นักวิทยาศาสตร์	จำนวนคาบ	องค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์								
			ความเป็นทฤษฎี	กฎ	ประจักษ์พยาน	ความเป็นวัตถุนัย	การสร้างสรรค์	มิติทางสังคมและวัฒนธรรม	การอ้างอิงและความผูกพันอย่างมีเหตุผล	ปัจเจกบุคคล	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์
1	การพัฒนาตารางธาตุ / Dmitrii Ivanovich Mendeleev	2	✓				✓		✓		✓	✓
2	การเคลื่อนที่ของเปลือกทวีป / Alfred Wegener	2	✓	✓	✓			✓				
3	การเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการ / Charles Darwin	2						✓	✓	✓	✓	✓
4	พันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็น / Gregor Mendel	2				✓		✓		✓	✓	✓
5	การแกว่งของลูกตุ้ม/ Galileo Galilei	2			✓		✓	✓		✓	✓	
6	การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับจักรวาลจากการอภิปรายครั้งสำคัญ/ Harlow Shapley	2	✓	✓			✓		✓			
	รวมเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	12	3	3	2		3	4	3	3	4	3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องราวที่นำเสนอชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเหตุการณ์สำคัญทางประวัติศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาองค์ความรู้ สอดแทรกด้วยรูปภาพที่เกี่ยวข้อง สามารถสะท้อนองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนาโดย Assoiate Professor Dr.Michael P. Clough. และคณะ จากมหาวิทยาลัยไอโอวา (อ้างอิงจากเว็บไซต์ http://www.storybehindthescience.org) ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation : NSF) เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง

ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีเนื้อหาครอบคลุมในทุกสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา จำนวน 6 เรื่อง แต่ละเรื่องมีเนื้อหาความยาว 5-6 หน้า พร้อมภาพสีประกอบ ใช้เวลาในการอ่าน 20 นาที และใช้กรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Lederman *et al.* (2002) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งหมด 9 องค์ประกอบเป็นเป้าหมาย

ในส่วนของกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่สะท้อนในเห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และแนวคิดในการพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาจากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมและยังช่วยเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอีกทางหนึ่ง

เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนาโดย Michael P. Clough. และคณะจากมหาวิทยาลัยไอโอวา (อ้างอิงจากเว็บไซต์http://www.storybehindthescience.org) และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) เลือกเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 6 เรื่อง ครอบคลุมทุกสาขาวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ ชีววิทยา พันธุศาสตร์ และเคมี

3) ทำการแปลเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จากต้นฉบับ และดัดแปลงเนื้อหารูปภาพ ให้มีภาษาและเนื้อหาที่ง่ายต่อการอ่านของนักเรียน และออกแบบเรื่องสั้นให้มีรูปแบบที่จูงใจให้นักเรียนมีความสนใจในการอ่าน

4) วิเคราะห์ประเด็นจากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่สะท้อนให้เห็นถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกำหนดองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายโดยคำนึงถึงการกระจายการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในการอภิปราย

5) สร้างกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเสมือนเป็นนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์ พัฒนาแนวคิดและทักษะวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในแต่ละกิจกรรมนั้นจะต้องมีความสอดคล้องกับเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบกับสร้างใบงานเพื่อให้นักเรียนได้บันทึกการทำกิจกรรม

6) นำเรื่องสั้นที่ทำการดัดแปลงและกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม และทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

7) นำเรื่องสั้นที่ทำการดัดแปลงและกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้านการประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน (ภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของกิจกรรม และทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

8) นำเรื่องสั้นที่ทำการดัดแปลงและกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 20 คน เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรม ความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องสั้น และข้อค้นพบอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

9) นำเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ไปจัดกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีลำดับการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	รายละเอียดการจัดกิจกรรม	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
1	ปฐมนิเทศกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	2	กิจกรรมแนะนำชุมนุม 1. ชี้แจงจุดประสงค์ของชุมนุม ระเบียบและข้อบังคับของชุมนุม 2. ชี้แจงขั้นตอนการดำเนินการ การจัดกิจกรรมชุมนุม ข้อแนะนำในการร่วมกิจกรรมชุมนุม และการประเมินผลการเข้าร่วมชุมนุม 3. ตรวจสอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม โดยให้นักเรียนทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
2	การพัฒนาตารางธาตุ (Development of the Periodic Table) : Dmitrii Ivanovich Mendeleev	2	กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาตารางธาตุ 1. ให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของดรีมิททรี เมนเดเลเยฟ (นอกเวลา) 2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “ตารางธาตุ” เพื่อให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ ข้อมูลคุณสมบัติต่างๆของธาตุที่กำหนด และหาความเชื่อมโยงของแต่ละธาตุ พร้อมลงมือจัดเรียงธาตุในรูปแบบตาราง และนำเสนอผลการจัดกิจกรรม 3. อ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุและครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น 4. ให้นักเรียนเขียนความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้น จากนั้นครูจัดกลุ่มความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเป็นพลวัตร การสร้างสรรค์ การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ที่สะท้อนจากการอ่านเรื่องสั้นการพัฒนาตารางธาตุ 6. ให้นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้การทำกิจกรรม	ดริมิทรี เมนเดเลเยฟ เข้าร่วมประชุมเคมีนานาชาติครั้งสำคัญ คันนิซาโรได้นำเสนอและแสดงการสนับสนุนทฤษฎี อโวกาโดรให้เป็นพื้นฐานในการคำนวณมวลอะตอม จากที่ความคิดของอโวกาโดรที่ไม่มีใครสนใจ กลับกลายเป็นระบบมาตรฐานที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง ทำให้เมนเดเลเยฟอย่างมาก เกิดแรงบันดาลใจในการพัฒนางานด้านเคมีและเขาเขียนหนังสือเคมีด้วยตนเองบนพื้นฐานความรู้ใหม่ๆ โดยมีเนื้อหากล่าวถึงการจัดกลุ่มของธาตุ และได้ตีพิมพ์ตารางธาตุในเวลาต่อมา แต่ตารางธาตุของเมนเดเลเยฟยังมีบางธาตุที่สลับกันบ้าง เพราะธาตุเหล่านั้นมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน แต่สิ่งที่น่าทึ่งคือการที่เขาได้ทำนายถึงธาตุเกิดใหม่และเว้นช่องว่างเอาไว้สำหรับธาตุนั้นในตารางธาตุซึ่งต่อมาก็มีผู้ค้นพบจริงๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
3	การเคลื่อนที่ของทวีป (The movement of the continents) : Alfred Wegener	2	กิจกรรมที่ 2 การเคลื่อนที่ของเปลือกทวีป 1. ให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของอัลเฟรด เวเกเนอร์ (นอกเวลา) 2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “มหาทวีป” โดยให้นักเรียนต่อจิ๊กซอร์ทวีป (จิ๊กซอร์บอกข้อมูลทางธรณีวิทยา) และให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงความเชื่อมโยงสิ่งที่พบในแต่ละทวีปว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเหตุใดทวีปต่างๆเหล่านี้จึงมีลักษณะบางส่วนที่เหมือนกัน และในอดีตนั้นทวีปเหล่านี้มีลักษณะเป็นอย่างไร 3. ให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่ของทวีป และครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น 4. ให้นักเรียนเขียนความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้น จากนั้นครูจัดกลุ่มความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเป็นพลวัตร การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน ความเป็นอัตนัย และมิติทางสังคมและวัฒนธรรม ที่สะท้อนจากการอ่านเรื่องสั้นการเคลื่อนที่ของเปลือกทวีป 6. ให้นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้การทำกิจกรรม	อัลเฟรด เวเกเนอร์ สงสัยว่าทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้ที่อยู่ห่างกันเป็นพันๆไมล์นั้นเคยอยู่ติดกันหรือไม่ เป็นไปได้หรือไม่ที่ทวีปเคยอยู่ติดกันแต่เคลื่อนที่ออกจากกัน หลังจากนั้นเขาค้นพบซากพืชและชั้นหินที่เป็นลักษณะเฉพาะของแอฟริกาใต้นั้นก็พบได้ในบางส่วนของอเมริกาใต้ในประเทศบราซิล เขาปะติดปะต่อทฤษฎีของเขาขึ้นมาว่าในอดีตโลกของเรามีเพียงทวีปเดียวเท่านั้นและทวีปนั้นก็ค่อยๆแตกออกและเคลื่อนที่ออกจากกัน ทำให้เราพบซากฟอสซิลและรูปแบบของชั้นหินชนิดเดียงกันกระจายอยู่ทั่วโลก แต่ทฤษฎีของเขากลับถูกมองว่าเป็นเรื่องไร้สาระเนื่องจากทฤษฎีของเขายังมีจุดบกพร่องอยู่หลายอย่าง หลังจากที่เขาเสียชีวิตทฤษฎีแผ่นเปลือกโลกเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
4	การเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการ (View of Darwin and The theory of evolution) : Charles Darwin	2	กิจกรรมที่ 3 การเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการ 1. ให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของชาลส์ ดาร์วิน (นอกเวลา) 2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “จงอยปากนกฟินส์” เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาผลของจงอยปากนกในแบบต่างๆ ในการกินอาหารแต่ละประเภท โดยใช้เครื่องมือง่ายๆ เช่น ตะเกียบ แหนบ หลอด แทนปากนก เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้จากปรากฏการณ์จริง 3. ให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เรื่องการเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการและครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น 4. ให้นักเรียนเขียนความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้น จากนั้นครูจัดกลุ่มความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มิติทางสังคมและวัฒนธรรม การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล ทฤษฎีและกฎกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนจากการอ่านเรื่องสั้นการเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการ 6. ให้นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้การทำกิจกรรม	ชาลส์ ดาร์วิน ทำการสำรวจทางทะเลเพื่อทำแผนที่ชายฝั่งทะเลในเขตอเมริกาใต้และพื้นที่ส่วนอื่นๆของมหาสมุทรแปซิฟิก โดยร่วมเดินทางไปกับเรือบีเกิลเป็นเวลานานถึง 5 ปี ในระหว่างเดินทาง ดาร์วินทำการสังเกตทั้งทางชีววิทยาและธรณีวิทยา เมื่อมีการสำรวจหมู่เกาะกาลาปากอส เขาสังเกตว่ามีนกฟินช์ชนิดต่างๆ ถึง 14 ชนิด ตามเกาะเหล่านั้น โดยมีรูปทรงของจงอยปากแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดและลักษณะเฉพาะตัวของนกแต่ละชนิดก็สอดคล้องกับแหล่งอาหารที่นกชนิดนั้นอาศัยอยู่ กลายเป็นทฤษฎีวิวัฒนาการที่เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ เป็นสิ่งท้าทายความคิดของคนยุคเก่าที่เชื่อว่าพระเจ้าเท่านั้นที่เป็นผู้สร้างชีวิตบนโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
5	พันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็น (Geneticsand Probability) :Gregor Mendel	2	กิจกรรมที่ 4 พันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็น 1. ให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของเกรเกอร์ เมนเดล (นอกเวลา) 2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” เพื่อให้นักเรียนคำนวณอัตราส่วนและเสนอกลไกการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากโจทย์ที่กำหนดให้ 3. ให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็นและครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น 4. ให้นักเรียนเขียนความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้น จากนั้นครูจัดกลุ่มความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเป็นอัตนัย มิติทางสังคมและวัฒนธรรม ทฤษฎีและกฎ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ที่สะท้อนจากการอ่านเรื่องสั้นพันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็น 6. ให้นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้การทำกิจกรรม	เกรเกอร์ เมนเดล พระเชื้อสายออสเตรีย มักใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมด้วยความหวังที่เป็นครูประจำการที่วัดแห่งนี้พระเมนเดลเพาะปลูกถั่วเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับทุกคนภายในวัด และได้เริ่มทดลองปลูกถั่วเพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ในปี ค.ศ. 1856 เขาพบว่าพืชเหล่านี้มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น สีดอก สีเมล็ด ความสูง ฯลฯ และศึกษาการผสมข้ามพันธุ์ที่มีลักษณะต่างกัน และบันทึกผลจากการถ่ายทอดสายพันธุ์ต่อกันมาอีกหลายรุ่น ต่อมาเขาได้ทำการเผยแพร่ผลงานแต่กลับไม่ได้รับความสนใจจนกระทั่งมีนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบหลักการของพันธุศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต โดยมีผลการทดลองเหมือนกับของเมนเดล ต่อจากนั้นมาได้เกิดการพัฒนาด้านพันธุศาสตร์อย่างรวดเร็ว และเมนเดลนั้นก็ได้รับการยกย่องให้เป็นบิดาแห่งการศึกษาด้านพันธุศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
6	การแกว่งของลูกตุ้ม (Pendulum Motion) : Galileo Galilei	2	กิจกรรมที่ 5 การแกว่งของลูกตุ้ม 1. ให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของกาลิเลโอ กาลิเลอิ (นอกเวลา) 2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “คาบกับการแกว่ง” เพื่อทำการทดลองหาคาบของการแกว่งและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคาบของการแกว่ง 3. ให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม และครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น 4. ให้นักเรียนเขียนความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้น จากนั้นครูจัดกลุ่มความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน การสร้างสรรค์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรม ทฤษฎีและกฎ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนจากการอ่านเรื่องสั้นการแกว่งของลูกตุ้ม 6. ให้นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้การทำกิจกรรม	กาลิเลโอ กาลิเลอิ นักฟิสิกส์ชาวอิตาลี ในวัย 19 ปี กาลิเลโอได้เข้าศึกษาวิชาแพทย์ที่เมืองปิซา วันหนึ่งระหว่างที่กาลิเลโอเดินอยู่ในวิหาร เขาสังเกตเห็นโคมไฟบนเพดานของวิหารแกว่งไปแกว่งมา เขาพบว่าไม่ว่าโคมไฟจะแกว่งมากหรือน้อยเพียงใด เวลาที่โคมใช้ในการแกว่งครบหนึ่งรอบก็จะเท่ากันเสมอ การค้นพบกฎของลูกตุ้มนาฬิกา (Pendulum) ครั้งนั้นทำให้กาลิเลโอดีใจมากถึงกลับเลิกเรียนวิชาแพทย์และหันมาเรียนฟิสิกส์อย่างจริงจังจนสำเร็จการศึกษาและได้เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยในเวลาต่อมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัปดาห์	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
7	การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเอกภพจากการอภิปรายครั้งสำคัญ (Development of knowledge about the big universe of The Great Debate) : Harlow Shapley	2	กิจกรรมที่ 6 การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเอกภพจากการอภิปรายครั้งสำคัญ 1. ให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของฮาร์โลว์ แชปลีย์ (นอกเวลา) 2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “ขนาดของเอกภพ” เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางดาราศาสตร์เกี่ยวกับดวงดาวและสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบในเอกภพ เรียนรู้คำศัพท์ต่างๆ ทางดาราศาสตร์ 3. ให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่องการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเอกภพจากการอภิปรายครั้งสำคัญและครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น 4. ให้นักเรียนเขียนความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้น จากนั้นครูจัดกลุ่มความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอภิปรายประเด็นที่เป็นองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน ความสร้างสรรค์ ทฤษฎีและกฎ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนจากการอ่านเรื่องสั้นการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเอกภพจากการอภิปรายครั้งสำคัญ 6. ให้นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้การทำกิจกรรม	ฮาร์โลว์ แชปลีย์ ได้เข้าร่วมการอภิปรายครั้งยิ่งใหญ่ทางดาราศาสตร์ เขาให้เหตุผลถึงสิ่งที่อยู่นอกกาแลกซี่และทางช้างเผือกที่เราอยู่นี้มีขนาดใหญ่กว่าที่เราคิดกันไว้ถึงสิบเท่า การอภิปรายครั้งนี้แชปลีย์ยังไม่มีหลักฐานหักล้างความคิดเดิมลงได้ แต่ในเวทีการอภิปรายก็ช่วยในการแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อนำกลับมาพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเทคโนโลยีได้ถูกพัฒนามากขึ้นทำให้มีกล้องโทรทรรศน์ศักยภาพสูงเข้ามาช่วยในการไขปริศนาทางดาราศาสตร์ และยังมีอีกหลายวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยตรวจสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ว่าถูกต้องหรือไม่ เมื่อเกิดหลักฐานใหม่ๆ ในการศึกษาจักรวาลก็ถือเป็นการพัฒนาความรู้ที่อาจจะเป็นการสนับสนุนหรือยกเลิกแนวคิดเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หัวข้อกิจกรรม	เวลา (คาบ)	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระสำคัญของเรื่องสั้น
8	ประเมินผลการเข้าร่วมกิจกรรม	2	ตรวจสอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม โดยให้นักเรียนทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การดำเนินการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ในการวิจัยศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคนั้น ผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยโดยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคในการดำเนินการ ดังนี้

1) ทดลองใช้เครื่องมือวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 20 คน

2) เก็บข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

3) จัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

เมื่อได้รับการพิจารณาอนุญาตให้เก็บข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเสนอโครงการกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์กับผู้อำนวยการโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ซึ่งใช้เวลาในการจัดกิจกรรมตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 จากนั้นได้ดำเนินการประชาสัมพันธ์และรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 3 ครูทำการประชาสัมพันธ์กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ภาพที่ 4 การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นจัดกิจกรรมปฐมนิเทศนักเรียนก่อนดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อแนะนำชุมนุม โดยชี้แจงจุดประสงค์ของชุมนุม ระเบียบและข้อบังคับของชุมนุมขั้นตอนการดำเนินการ การจัดกิจกรรมชุมนุม ข้อแนะนำในการร่วมกิจกรรมชุมนุม และการประเมินผลการเข้าร่วมชุมนุมและจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ตามโครงการการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ครั้งที่	กิจกรรม	หมายเหตุ
1	- ปฐมนิเทศนักเรียนชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ - ตรวจสอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม	สัปดาห์ที่ 1
2	การพัฒนาตารางธาตุ(Development of the Periodic Table): Dmitrii Ivanovich Mendeleev	สัปดาห์ที่ 2
3	การเคลื่อนที่ของเปลือกทวีป(The movement of the continents):Alfred Wegener	สัปดาห์ที่ 3
4	การเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการ(View of Darwin and The theory of evolution): Charles Darwin	สัปดาห์ที่ 4
5	พันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็น (Geneticsand Probability): Gregor Mendel	สัปดาห์ที่ 5
6	การแกว่งของลูกตุ้ม (Pendulum Motion): GalileoGalilei	สัปดาห์ที่ 6
7	การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับจักรวาลจากการอภิปรายครั้งสำคัญ (Development of knowledge about the big universe of The Great Debate): Harlow Shapley	สัปดาห์ที่ 7
8	ตรวจสอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังร่วมกิจกรรมชุมนุม	สัปดาห์ที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ห้องที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรม

การจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยมีห้องปฏิบัติกิจกรรม 3 ห้อง ได้แก่ ห้องบรรยายพิเศษห้องปฏิบัติการเคมีและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรม ดังนี้

1. ห้องบรรยายพิเศษ เป็นห้องขนาดกลาง มีการติดตั้งสื่อ และอุปกรณ์เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ visualizer ไมโครโฟน และเครื่องขยายเสียง มีชุดโต๊ะและเก้าอี้ซึ่งสามารถรองรับนักเรียนได้ประมาณ 40 คนใช้สำหรับการจัดกิจกรรมปฐมนิเทศนักเรียนในชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และปฏิบัติกิจกรรมการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และการอภิปรายสะท้อนองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ฉายภาพเพื่อแสดงสื่อเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ประกอบการอภิปรายร่วมกันของครูกับนักเรียน สภาพห้องและบริเวณภายในห้องมีความเหมาะสมในการแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อทำกิจกรรม หรือการปฏิบัติการการทดลองที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่กิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง การทดลองผสมเหรียญ (กิจกรรมที่ 4) โดยมีสภาพห้องดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 ห้องจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (ห้องบรรยายพิเศษ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ห้องปฏิบัติการเคมี เป็นห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขนาดกลาง มีการติดตั้งสื่อ และอุปกรณ์เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ visualizer ไมโครโฟน และเครื่องขยายเสียง มีชุดโต๊ะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์พร้อมอ่างน้ำ 10 ชุด และเก้าอี้ซึ่งสามารถรองรับนักเรียนได้ประมาณ 30 คนใช้สำหรับการจัดกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ได้แก่กิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง การทดสอบคุณสมบัติของธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ (กิจกรรมที่ 1) การจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของทวีป (กิจกรรมที่ 2)จงอยปากนกฟินช์ (กิจกรรมที่ 3) และ การแกว่งของลูกตุ้ม (กิจกรรมที่ 5) เพื่อความสะดวกในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และมีสภาพห้องที่เหมาะสมในการปฏิบัติการทดลอง โดยมีสภาพห้องดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ห้องจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (ห้องปฏิบัติการเคมี)

3. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เป็นห้องขนาดเล็ก ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียน จำนวน 30 เครื่อง โดยทุกเครื่องมีสภาพพร้อมใช้งาน มีการติดตั้งสื่อ และอุปกรณ์เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ visualizer ไมโครโฟน และเครื่องขยายเสียง ใช้สำหรับการจัดกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจเอกภพ (กิจกรรมที่ 6) ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป Stellariumในการปฏิบัติกิจกรรมดูดาวบนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โดยมีสภาพห้องดังภาพที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 7 ห้องจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือ

ในการวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลเชิงลึกในการตรวจสอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด ซึ่งครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 องค์ประกอบ จำนวน 11 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 80 นาที โดยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ปรับจาก View of Nature of Science Questionnaire -Form C (VNOS-Form C) ซึ่งพัฒนาโดย Lederman *et al.* (2002) ซึ่งวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด และจาก Draw -A-Scientists Test (DAST)ซึ่งพัฒนาโดย Chambers (1983) ซึ่งวัดมุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์โดยกำหนดให้นักเรียนวาดภาพนักวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามการรับรู้ของนักเรียนในขณะทำงานพร้อมคำบรรยายภาพดังตารางที่ 5 โดยมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกรอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และรูปแบบในการสร้างแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

2. กำหนดกรอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 9 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1) ความเป็นพลวัตร (Tentativeness)
2) การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (Empirical basis)
3) ความเป็นอัตนัย (Subjectivity)
4) การสร้างสรรค์ (Creativity)
5) มิติทางสังคมและวัฒนธรรม (Social/cultural embeddedness)
6) การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (Observations and inferences)
7) ทฤษฎีและกฎ (Theories and laws)
8) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และ
9) คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ (Characteristic of Scientists)

3. สร้างแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยปรับจาก View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form C) และ Draw -A-Scientists Test(DAST)

4. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นในข้อ 3 ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้

5. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงจากผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค จำนวน 20 คน

7. นำคำตอบที่ได้จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์และจัดกลุ่มร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และทำการปรับปรุงทางด้านภาษาและความสอดคล้อง

8. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 20 คน

9. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้

เป็นแบบบันทึกที่ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมโดยให้นักเรียนอธิบายพอสังเขป สิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติม และข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป โดยนักเรียนทุกคนจะต้องบันทึกอนุทินสิ่งที่ได้เรียนรู้ทุกครั้งหลังการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ใบงานกิจกรรม

ใบงานกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เป็นแบบบันทึกผลการทำกิจกรรมของนักเรียนในการดำเนินการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ทุกกิจกรรม โดยแบ่งเป็น

1. ใบงานกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คำอธิบายในการทำกิจกรรม อุปกรณ์การทดลอง ขั้นตอนการทำกิจกรรม แบบบันทึกผล และคำถามท้ายการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะต้องบันทึกผลจากการทดลองหรือผลจากการสำรวจตรวจสอบเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ตามคำชี้แจงของแต่ละกิจกรรมและตอบคำถามท้ายกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากทำกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เสร็จสิ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ใบงานความรู้จากเรื่องสั้น ประกอบด้วยหัวข้อความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์ และประเด็นที่แสดงถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในแต่ละกิจกรรม โดยนักเรียนทำการแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน อภิปรายความรู้ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และบันทึกผลการอภิปรายดังกล่าวลงในใบงานพอสังเขป

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และใบงานกิจกรรม เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์กรอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำแปล	ข้อที่	ปรับจากเครื่องมือ
1. ความเป็นพลวัตร (Tentativeness)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงหากมีข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือการตีความใหม่ของหลักฐานเดิม โดยองค์ประกอบอื่นๆของธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นตัวอธิบายเหตุผลที่ยืนยันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความเป็นพลวัตร	ข้อ 4	VNOS-C
2. การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (Empirical basis)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานและ/หรือมาจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	ข้อ 1	VNOS-C
3. ความเป็นอัตนัย (Subjectivity)	นักวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลและถูกขับเคลื่อนโดยมีทฤษฎีและกฎที่ได้รับการยอมรับในเวลาปัจจุบันและมีการพัฒนาคำถาม วิธีการสำรวจตรวจสอบและตีความหมายข้อมูลจากพื้นฐานความคิดนั้น อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และช่วยยืนยันความคิดนั้นมากยิ่งขึ้น แต่ก็สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีพยานหลักฐานที่ได้จากการตรวจสอบแล้วทำให้เกิดความรู้ใหม่ นอกจากนี้ความเป็นอัตนัยของแต่ละบุคคลก็ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงได้ โดยมีอิทธิพลมาจากค่านิยม ความเชื่อส่วนบุคคล และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล ซึ่งส่งผลต่อการดำเนินการของนักวิทยาศาสตร์ด้วย	ข้อ 8	VNOS-C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำแปล	ข้อที่	ปรับจากเครื่องมือ
4. การสร้างสรรค์ (Creativity)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลแบบตรรกะ การสร้างสรรค์นี้อยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ	ข้อ 10	VNOS-C
5. มิติทางสังคมและวัฒนธรรม (Social/cultural embeddedness)	วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของมนุษย์ และการที่เป็นกิจกรรมของมนุษย์ วิทยาศาสตร์จึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม ค่านิยมและความคาดหวังของสังคมและวัฒนธรรมจะเป็นตัวกำหนดว่านักวิทยาศาสตร์จะศึกษาอะไร อย่างไร ตีความหมายข้อมูลอย่างไรและจะยอมรับข้อค้นพบอะไร	ข้อ 9	VNOS-C
6. การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (Observations and inferences)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล การสังเกตเป็นการเป็นการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรืออาจใช้เครื่องมือเพื่อช่วยในการสังเกต การลงความเห็นข้อมูลคือการตีความหมายของข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกต แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันจำต้องอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อสามารถตีความจากข้อมูลนั้นๆได้อย่างเที่ยงตรง	ข้อ 6,7	VNOS-C
7. การสร้างสรรค์ (Creativity)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลแบบตรรกะ การสร้างสรรค์นี้อยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ	ข้อ 10	VNOS-C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	คำแปล	ข้อที่	ปรับจากเครื่องมือ
8. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)	การทดลองทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการควบคุมตัวแปร การจัดกระทำข้อมูล รวมถึงศึกษาผลที่เกิดขึ้น แต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีระเบียบขั้นตอนที่ตายตัว และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีได้หลากหลายวิธีการขึ้นอยู่กับสิ่งที่ศึกษา อาทิ เช่น การสังเกต การรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น	ข้อ 2,3	VNOS-C
9. คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ (Characteristic of Scientists)	นักวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างหลากหลาย อาทิ เพศ อายุ เชื้อชาติ ศาสนา ประสบการณ์ อุปนิสัย รสนิยมส่วนตัว	ข้อ11	DAST

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือถึงผู้อำนวยการเพื่อขออนุญาตทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1ปีการศึกษา 2556

2. วัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน ก่อนดำเนินกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 80 นาที

3. ดำเนินกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ซึ่งจัดกิจกรรมการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมแผนละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวมเวลาทั้งสิ้น 12 คาบโดยนักเรียนจะต้องทำใบงานกิจกรรมและบันทึกอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังจากเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในแต่ละครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจสอบการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง

4. วัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน หลังดำเนินกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 80 นาที

5. ทำการเปรียบเทียบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ เพื่อดูผลการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบบรรยาย โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1-10 เป็นรายบุคคล และจัดกลุ่มคำตอบตามระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามกรอบแนวคิดของ Ledermen *et al.* (2000) ดังนี้

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View : IV) หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นได้ และมีความสอดคล้องกับประชาคมนักวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Transitional View : TV)หมายถึง นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นหรือยกตัวอย่างและเหตุผลบางส่วนไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับประชาคมนักวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมนักวิทยาศาสตร์ (Naïve View: NV) หมายถึง นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นไม่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนไปจากมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของประชาคมนักวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (inter rater reliability) โดยสุ่มคำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาร้อยละ 20 และให้ผู้ประเมิน จำนวน 3 คน ได้แก่นิสิตปริญญาโทที่มีความรู้ความเข้าใจ และมีประสบการณ์การวิจัยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 คนและผู้วิจัย รวม 3 คน ทำการตรวจและพิจารณาความสมบูรณ์ของคำตอบและความสอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ประชาคมวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ Ledermen *et al.* (2000) และร่วมกันแสดงความคิดเห็นและหาข้อสรุปในการวิเคราะห์คำตอบ เพื่อใช้เป็นกรอบในการตรวจคำตอบต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. หาร้อยละมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มคำตอบ

3. ทำการเปรียบเทียบร้อยละมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มคำตอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

4. ทำการวิเคราะห์ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นคำตอบในแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้อที่ 11 โดยวิเคราะห์ภาพลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนประกอบคำบรรยายภาพซึ่งสะท้อนถึงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพวาดประกอบคำบรรยายภาพโดยแบ่งตัวชี้วัดออกเป็น 5 ด้านตามกรอบแนวคิดของ Chambers (1983) ดังนี้

1) ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ เช่น เพศ สาขาวิชาของนักวิทยาศาสตร์ สถานที่ทำการทดลอง

2) ด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ เช่น การสวมใส่เสื้อกาวน์ การใส่แว่น การไว้หนวดเครา ผมฟู

3) ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย เช่น หลอดทดลอง ขวดสารเคมี พืช ลูกตุ้ม กล้อง-จุลทรรศน์ สัตว์ทดลอง ตะเกียงแอลกอฮอล์ เป็นต้น

4) ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ เช่น หนังสือ กระดานดำ ตู้เก็บเอกสาร ชั้นวางสารเคมี รูปภาพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

5) ด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องจักรหรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์

5. หาค่าร้อยละของตัวชี้วัดที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียน

6. ทำการเปรียบเทียบร้อยละมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่มคำตอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมชุมนุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

7. ทำการตรวจสอบการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จากอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น เพื่อตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรงมากขึ้น

คุณภาพการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเดียวกันจากหลายเครื่องมือ ได้แก่ แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และใบงานกิจกรรม ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของงานวิจัย อีกทั้งให้นิสิตปริญญาโทที่มีประสบการณ์การวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจัดกลุ่มคำตอบตามระดับลักษณะของมุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (inter rater reliability) เพื่อหาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ โดยจะต้องอยู่ในเกณฑ์ 66.67 เปอร์เซ็นขึ้นไป (สุภางค์ จันทวานิช,2537)

จริยธรรมในการวิจัย

ในการทำวิจัยนั้น ผู้วิจัยจะต้องยึดถือในหลักคุณธรรมและจริยธรรมการวิจัย (สุภางค์ จันทวานิช, 2537) โดยผู้วิจัยทำการขออนุญาตทำการวิจัยในสถานที่ดำเนินการวิจัย ชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการวิจัยกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และในการบันทึกข้อมูลและนำเสนองานวิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อสถานที่ทำการวิจัยและกลุ่มที่ศึกษาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับสถานที่วิจัยและกลุ่มที่ศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้นามสมมุติแทนชื่อของสถานที่ทำการวิจัยและการใช้รหัสแทนกลุ่มที่ศึกษาเป็นรายบุคคลในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น N 01 คือ นักเรียนคนที่ 1 และเนื่องจากการวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยในรูปแบบการการจัดกิจกรรมชุมนุมซึ่งเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่เป็นความสนใจของผู้เรียน ฉะนั้นกลุ่มที่ศึกษานั้นจะต้องได้มาจากความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และผลการวิจัยจะต้องไม่มีผลต่อประเมินผลตามเกณฑ์ของหลักสูตรการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit approch) แบบไม่บูรณาการเนื้อหาตามหลักสูตร โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อที่ 1-10 ผู้วิจัยทำการจัดระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ มุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ มุมมองบางส่วนสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ และมุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ และแสดงผลเป็นร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆ และในข้อที่ 11 ได้วิเคราะห์ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ประกอบคำบรรยายภาพซึ่งสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตัวชี้วัด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ และด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี และหาค่าร้อยละของแต่ละตัวชี้วัดที่ปรากฏในภาพวาด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7 โดยมีผลการวิเคราะห์คำตอบ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆ ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N = 28)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ :	**ระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**		
(คำถามข้อที่)	**IV**	**TV**	**NV**
ความเป็นพลวัตร:(Q.4)	64.29	35.71	0.00
การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน:(Q.1)	39.29	32.14	28.57
ความเป็นอัตนัย:(Q.8)	0.00	28.57	71.43
การสร้างสรรค์:(Q.10)	32.14	60.71	7.14
มิติทางสังคมและวัฒนธรรม:(Q.9)	28.57	7.14	64.29
การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล:(Q.6)	57.14	32.14	10.71
การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล: (Q.7)	39.29	25.00	35.71
ทฤษฎีและกฎ:(Q.5)	0.00	28.57	71.43
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์:(Q.2)	39.29	57.14	3.57
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์:(Q.3)	60.71	14.29	25.00

หมายเหตุ: IV คือ มุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View)
TV คือ มุมมองบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Transitional View)
NV คือ มุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมนักวิทยาศาสตร์ (Naive View)

จากการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1-10 ดังตารางที่ 6 เปรียบเทียบกับกรอบคำตอบในแต่ละองค์ประกอบและทำการจัดกลุ่มคำตอบตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ Leaderman *et al*. (2002) แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในหลายองค์ประกอบ เช่น นักเรียนมีมุมมองว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (ความเป็นพลวัตร) และมีพื้นฐานมาจากการสังเกตและหลักฐานที่เป็นประจักษ์พยาน (การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน) มีพื้นฐานมาจากการสังเกตและการแปลความหมายข้อมูล (การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล) และนักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการศึกษา

ทั้งนี้ มีบางองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้ ประสบการณ์เดิม ค่านิยมของนักวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการสร้างหรือพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ความเป็นอัตนัย) สังคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และวัฒนธรรมมีอิทธิพลในการกำหนดว่านักวิทยาศาสตร์จะศึกษาอะไร อย่างไร แปลข้อมูลอย่างไรและยอมรับอะไร และไม่สามารถอธิบายได้ว่าทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละรูปแบบ ทำหน้าที่ในทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างชัดเจน

ตารางที่ 7 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N = 28)

ตัวชี้วัด	ร้อยละของตัวชี้วัดที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียน
1. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	
1.1 เพศ	ชาย (67.86) หญิง (32.14)
1.2 สาขาวิชา	ฟิสิกส์ (10.71) เคมี (53.57)
	ชีววิทยา (32.14) ดาราศาสตร์ (3.57) ระบุไม่ได้ (0.00)
1.3 สถานที่ทำการทดลอง	ห้องปฏิบัติการ (60.71) นอกห้องปฏิบัติการ (39.29)
2. เอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์	เสื้อกาวน์ (67.86) แว่น (32.14)
	หนวดเครา (14.29) ผมฟู (42.86)
3. สัญลักษณ์ในงานวิจัย	หลอดทดลอง (64.29) บิกเกอร์ (42.86)
	สารเคมี (60.71) ขวดรูปชมพู่ (53.57)
	ตะเกียงแอลกอฮอล์ (17.86) พืช (25.00) ลูกตุ้ม(3.57)
	กล้องจุลทรรศน์ (14.29)
	สัตว์ทดลอง (14.29)
	กล้องโทรทรรศน์ (3.57)
4. สัญลักษณ์ของการเรียนรู้	หนังสือ (17.86) กระดานดำ(3.57)
	ตู้เก็บเอกสาร (21.43)
	ชั้นวางสารเคมี/ตัวอย่างสิ่งที่ศึกษา (21.43)
	รูปภาพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (3.57)
5. สัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี	คอมพิวเตอร์ (3.57)
	เครื่องจักร/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ (14.29)

จากตารางที่ 7 นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์เป็นเพศชายมากถึงร้อยละ 67.86 (คิดเป็น 2.11 เท่าของนักวิทยาศาสตร์เพศหญิง) เป็นนักเคมี และทำงานใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ห้องปฏิบัติการ และมีมุมมองด้านเอกลักษณ์ของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ว่านักวิทยาศาสตร์นั้นต้องใส่เสื้อกาวน์ ผมฟู ใส่แว่น และไว้หนวดเครา ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย มีภาพวาดที่แสดงถึงหลอดทดลอง และอุปกรณ์อื่นๆ ในสาขาเคมี มีชั้นวางสารเคมี/ตัวอย่างที่ต้องการศึกษา และตู้เก็บเอกสาร ที่แสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ และปรากฏภาพของเครื่องจักรและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เป็นสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี ซึ่งเป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ยังมีความคลาดเคลื่อน มีบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยจะอภิปรายผลการศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบโดยมีรายละเอียดดังนี้

ความเป็นพลวัตร

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นพลวัตร (ข้อที่ 4) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 64.29) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้ได้อธิบายว่าทฤษฎีนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีการค้นพบข้อเท็จจริงหรือมีหลักฐานใหม่ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่าเดิม และนักวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ หรือพัฒนาวิธีการในการค้นคว้าความรู้ที่ต่างไปจากเดิมทำให้ได้ข้อมูลใหม่ที่ละเอียดและถูกต้อง หรือให้ข้อมูลที่ต่างไปจากเดิม และบางส่วนมีมุมมองว่าทฤษฎีเดิมนั้นมีข้อบกพร่องหรือมีความผิดพลาดบางอย่างในการสร้างทฤษฎี

ส่วนนักเรียนอีกร้อยละ 35.71 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของทฤษฎีว่าถ้ามีนักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ตามความเชื่อ หรือถ้ามีทฤษฎีใหม่เกิดขึ้นก็จะลบล้างไป หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ตามเทคโนโลยีที่ใช้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

ทั้งนี้ ไม่มีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จัดอยู่ในกลุ่มไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เห็นได้ว่า โดยพื้นฐานแล้วนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นพลวัตร แต่ยังต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมเนื่องจากยังมีนักเรียนบางส่วนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้

ตารางที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นพลวัตร (ข้อที่ 4)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์**		
	IV	**TV**	**NV**
ความเป็นพลวัตร	- มีการคิดค้นและทดลองใหม่ทำให้ได้ทฤษฎีที่มีหลักฐาน มีเหตุผลและมีหลักการที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าเดิม (N 03) - เมื่อข้อเท็จจริงที่ค้นพบใหม่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีขึ้นกว่าเดิม มีความสอดคล้องกันมากกว่าก็จะยอมรับทฤษฎีใหม่ (N 04) - เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน ช่วยให้ผลการทดลองละเอียดและชัดเจนมากขึ้น ทำให้ได้ข้อมูลหลักฐานในการสนับสนุนหรือหักล้างทฤษฎีเดิม (N 26) - พบข้อผิดพลาดในการสร้างทฤษฎีเดิม (N 07)	- เมื่อเกิดทฤษฎีใหม่ทฤษฎีเดิมจะถูกลบล้างไป (N 13) - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ตามเทคโนโลยีที่ใช้ - (N 15) - ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ตามความเชื่อ (N 11) - ทฤษฎีเป็นเพียงหลักการที่เปลี่ยนได้ตามความคิดในแต่ละยุค (N 16)	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
ความเป็นพลวัตร	หรือบางทฤษฎีมีข้อบกพร่องที่ยังไม่สามารถหาเหตุผลมารองรับได้ ทฤษฎีอื่นที่สมบูรณ์กว่าก็จะได้รับการยอมรับและมาแทนที่ (N 28)		

การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (ข้อที่ 1) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 39.29)มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้ได้อธิบายว่า วิทยาศาสตร์คือการศึกษาสิ่งต่างๆรอบตัว อย่างมีเหตุผล มีการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การลงความเห็นข้อมูล การทดลอง ฯลฯ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์มาช่วยในการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือ และสามารถพิสูจน์ได้ แตกต่างจากศาสตร์อื่น เพราะศาสตร์อื่นๆนั้น เน้นความเชื่อสืบต่อกันมาโดยไม่ต้องการการพิสูจน์

นักเรียนร้อยละ 32.14 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้อธิบายว่าวิทยาศาสตร์คือการศึกษาสิ่งต่างๆในธรรมชาติ เกิดจากการค้นหาความจริง เป็นรูปธรรม สามารถพิสูจน์ได้ แตกต่างจากศาสตร์อื่นเพราะศาสตร์อื่นเกิดจากความเชื่อที่เป็นนามธรรม พิสูจน์ไม่ได้ แต่ไม่ได้อธิบายว่าการค้นหาความจริงด้วยวิธีการใด และไม่ได้อธิบายถึงประโยชน์ของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในการนำมาเป็นหลักฐานว่ามีความสำคัญอย่างไร

ร้อยละ 28.57 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวอย่างมุมมองที่ไม่สอดคล้องฯ เช่น นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นนั้นไม่แตกต่างกัน เพราะเป็นการศึกษาหาความรู้เหมือนกัน วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดสิ่งใหม่ แต่ศาสตร์อื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นการเรียนรู้จากสิ่งเดิมที่เกิดขึ้นในอดีต เป็นต้น จากตัวอย่างมุมมองดังกล่าวทำให้ทราบว่านักเรียนไม่เข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งข้อมูลวิทยาศาสตร์ และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย ตรวจสอบ หรือยืนยันข้อค้นพบที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ ที่อาศัยการคาดคะแนน หรือเชื่อถือตามกันมาโดยไม่ต้องการการพิสูจน์แต่อย่างใด

เห็นได้ว่า โดยพื้นฐานแล้วนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน แต่ยังต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมเนื่องจากโดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สอดคล้องหรือสอดคล้องบางส่วนกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้

ตารางที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (ข้อที่ 1)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์**		
	IV	**TV**	**NV**
การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน	- การหาคำตอบของสิ่งต่างๆ รอบตัวด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีเหตุผล มีหลักฐานและสามารถพิสูจน์ได้ ศาสนาเป็นเรื่องของความเชื่อ พิสูจน์ไม่ได้ ไม่สามารถอธิบายถึงขั้นตอนที่ชัดเจนได้ (N 13) - วิทยาศาสตร์อธิบายที่มา กลไกของสิ่งที่อยู่รอบตัวเราภายใต้ทฤษฎีหรือเหตุผลได้	- วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานจากการทดลอง แต่ศาสตร์อื่นใช้ความเชื่อตามความรู้เดิม ไม่มีการทดลอง(ไม่มีหลักฐาน) (N 01) - วิทยาศาสตร์คือการเรียนรู้ธรรมชาติ โดยการศึกษา ทดลอง หาเหตุผล ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง แต่ศาสตร์อื่นสอนให้เชื่อ ไม่ได้ทดลอง (N 20)	- วิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ไม่แตกต่างกัน เพราะเป็นการศึกษาหาความรู้เหมือนกัน (N 11) - วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดสิ่งใหม่ ศาสตร์อื่นเป็นการเรียนรู้สิ่งเดิมที่เกิดขึ้นในอดีต (N 24)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน	อย่างชัดเจน - นักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ (เช่น การสังเกต การลงความเห็นข้อมูล การทดลอง) ประกอบกับองค์ความรู้ ศาสตร์อื่นนั้นไม่มีทฤษฎี หลักการที่ตายตัว หรือเห็นได้อย่างเป็นรูปธรรมมารับรองศาสตร์นั้น เป็นเพียงความเชื่อ หรือความศรัทธาของแต่ละบุคคล (N 26)	- วิทยาศาสตร์คือความจริงเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่สามารถพิสูจน์ได้ ศาสตร์อื่นเกิดจากความคิด ความเชื่อ ความศรัทธา ความกลัวเพราะความไม่รู้ การต้องหาที่พึ่งทางใจ (N 02)	- วิทยาศาสตร์คือการสืบค้นความจริง ศาสตร์อื่นเป็นความนับถือ ความศรัทธา (N 16)

ความเป็นอัตนัย

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นอัตนัย (ข้อที่ 8) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 71.43) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้ไม่สามารถบอกเหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลหลักฐานเดียวกันจึงเสนอสมมติฐานต่างกัน แต่ได้ให้ความเห็นว่าเป็นเพราะนักวิทยาศาสตร์คิดต่างกัน มีหลักฐานไม่เพียงพอ มีการทดลองที่ต่างกัน มีการแปรความจากหลักฐานแตกต่างกัน ฉะนั้นจึงความมีความเป็นไปที่จะมีหลายสมมติฐานที่ได้รับการยอมรับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 28.57 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้ให้เหตุผลได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น นักวิทยาศาสตร์มีแนวทางการศึกษาไม่เหมือนกัน เนื่องจากมีความเห็นต่างกันตามประสบการณ์ หรือมีความคิดและทัศนคติ หรือมีความรู้เดิมที่สนับสนุนความคิดต่างกัน หรือมีความเชื่อและจินตนาการและขั้นตอนการทำงานต่างกัน ทั้งนี้ ไม่มีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 0.00)

เห็นได้ว่า มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นอัตนัยนั้น นักเรียนยังไม่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนามุมมองธรรมชาติในส่วนนี้ให้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก

ตารางที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นอัตนัย (ข้อที่ 8)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์**		
	IV	**TV**	**NV**
ความเป็นอัตนัย	-	- แนวทางการศึกษาไม่เหมือนกัน เนื่องจากมีความเห็นต่างกันตามประสบการณ์ (N 19) - มีความคิดหรือทัศนคติต่างกัน (N 23) - มุ่งศึกษาคนละประเด็น (N 11) - ช่วงเวลานั้นมีการบันทึกถึงเหตุการณ์ (ความรู้เดิม) ที่นำมาสนับสนุนความคิดแตกต่างกัน (N 09)	- ความคิดแต่ละคนไม่เหมือนกันและหลักฐานยังไม่เพียงพอ (N 07) - นักวิทยาศาสตร์มีความคิดแตกแยกกัน (N 12) - ความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่ม (N 18) - ทดลองต่างกัน (N 17) - เพราะตัวแปรต่างกัน (N 20)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
ความเป็นอัตนัย	-	- มีมุมมองความคิดต่างกัน (N 04) - มีความเชื่อต่างกัน (N 24) จินตนาการและขั้นตอนในการทำงานต่างกัน (N 03) - นักวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่มมีความเชี่ยวชาญคนละด้าน (N 26)	- การคาดเดาแตกต่างกัน (N 01) - การคาดคะเน ต่างกัน (N 06) - แปรความจากหลักฐานต่างกัน (N 05) - ทุกอย่างสามารถเป็นไปได้ (N 25)

การสร้างสรรค์

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสร้างสรรค์ (ข้อที่ 10) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 60.71) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและการสร้างสรรค์ในการทำงาน โดยมีตัวอย่างคำตอบที่แสดงความเข้าใจ เช่น นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการในการวางแผน ใช้การคิดสร้างสรรค์ในการประยุกต์ใช้ความรู้ในการคิดค้น การออกแบบการทดลอง และจำเป็นต้องใช้ในทุกขั้นตอนเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์นั้นใช้จินตนาการและการสร้างสรรค์นั้นอย่างไรในการทำงาน

นักเรียนร้อยละ 32.14 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์จะเริ่มสังเกตสิ่งรอบๆตัว หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาก่อน จากนั้นจะใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ประกอบกับความคิดและประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล บนพื้นฐานของความเหมาะสมและเป็นไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนส่วนน้อยมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 7.14) โดยอธิบายถึงการใช้จินตนาการและความสร้างสรรค์ว่า เพราะเกิดจากความสงสัยหรือเพื่อเดาคำตอบล่วงหน้า

เห็นได้ว่า มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความสร้างสรรค์นั้น นักเรียนรู้จักและเข้าใจความหมายของจินตนาการและความสร้างสรรค์ แต่ยังไม่สามารถอธิบายถึงความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องได้รับการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ให้มีความสอดคล้องมากขึ้น

ตารางที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสร้างสรรค์ (ข้อที่ 10)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์**		
	IV	**TV**	**NV**
การสร้างสรรค์	- นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดและจินตนาการในขณะทำงานควบคู่ไปกับหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ด้วยเพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมมากที่สุด (N 28) - นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการร่วมกับการสังเกต การตั้งคำถาม และใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นไปได้	- ใช้จินตนาการในการวางแผน ใช้การคิดสร้างสรรค์ในการประยุกต์ใช้ความรู้ในการคิดค้น (N 06) - ต้องใช้ในการทำงานเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ (N 10) - จินตนาการและการสร้างสรรค์ มีความจำเป็นในทุกขั้นตอน ต้องใช้ควบคู่กัน (N 01)	- นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการเพราะเกิดความสงสัย (N 17)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
การสร้างสรรค์	ภายใต้พื้นฐานความเป็นจริง (N 07) - นักวิทยาศาสตร์จะสังเกตสิ่งรอบตัวก่อนแล้วค่อยมาจินตนาการว่าเกิดอะไรขึ้น ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดการต่อยอด นักวิทยาศาสตร์ต้องพิจารณาด้วยเหตุผลว่าทำได้หรือไม่ (N 19)		

มิติทางสังคมและวัฒนธรรม

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรม (ข้อที่ 9) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 64.29) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือค่านิยม เพราะวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้เหตุผลในการตัดสินข้อเท็จจริงต่างๆ ไม่เชื่อตามคำบอกเล่า โดยยึดถึงหลักความเป็นจริง จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองซ้ำๆ ซึ่งมีความถูกต้องแน่นอน บางส่วนมีความเห็นว่าถ้านำความเชื่อและค่านิยมมารวมกันจะทำให้วิทยาศาสตร์ขาดความน่าเชื่อถือและไม่เกิดการพัฒนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อยละ 28.57 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม และมีนักเรียนร้อยละ 7.14 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่า วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม แต่ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายผิด เช่น โดยทั่วไปมีความเชื่อว่าความเพศหญิงอ่อนแอกว่าเพศชาย ฉะนั้นเพศชายสามารถทำงานหนักได้ดีกว่าเพศหญิงเสมอ

เห็นได้ว่า มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบมิติสังคมและวัฒนธรรมนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจถึงอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมต่อวิทยาศาสตร์ มีเพียงบางส่วนที่มีมุมมองที่ถูกต้องและอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดว่านักวิทยาศาสตร์ควรศึกษาเรื่องใดและจะยอมรับข้อค้นพบใดบ้าง และยังพบว่ามีนักเรียนส่วนน้อยมีความคิดที่คลาดเคลื่อนโดยมีความเห็นว่าสังคมและวัฒนธรรมนั้นมีผลต่อการทำงานทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่ามีความเชื่อมโยงหรือส่งผลต่อกันอย่างไร ฉะนั้นนักเรียนควรได้รับการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ตารางที่ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรม (ข้อที่ 9)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์**		
	IV	**TV**	**NV**
มิติทางสังคมและวัฒนธรรม	- มนุษย์ต่างมีความเชื่อเป็นของตัวเอง และความเชื่อนั้นทำให้เกิดวิทยาศาสตร์ เช่น เห็นว่ามนุษย์คล้ายลิง จึงเชื่อว่ามีบรรพบุรุษเป็นลิง นักวิทยาศาสตร์ก็ศึกษาต่อด้วย	- วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม แต่ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายผิด เช่น เรื่องความอ่อนแอของเพศหญิงเพศชาย	- วิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือค่านิยม เพราะวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ได้ด้วยกระบวนการ-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
มิติทางสังคมและวัฒนธรรม	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้รู้ความจริง (N15) - การโคลนนิ่งสัตว์ทำได้ แต่ถ้าโคลนนิ่งคนก็ไม่เป็นที่ยอมรับ ผิดศีลธรรม ทำไม่ได้ (N 11) - ในอดีตคนอยากไปดวงจันทร์ อยากบินได้เหมือนนก นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์เครื่องบิน ยานอวกาศเพื่อตอบสนองความต้องการ (N 21) - ความรู้บางอย่างที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบไม่ได้รับการยอมรับ เพราะขัดกับหลักศาสนา (N 19)	ทั่วไปเชื่อว่าเพศหญิงอ่อนแอกว่า (N 12)	วิทยาศาสตร์ (N 17) - วิทยาศาสตร์ใช้เหตุผลในการตัดสินข้อเท็จจริงต่างๆ ไม่เชื่อตามคำบอกเล่า (N 05) - วิทยาศาสตร์ยึดหลักความเป็นจริงเท่านั้น โดยผ่านการทดลองมาแล้วซ้ำๆ มีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน (N 10) - ถ้านำความเชื่อและค่านิยมมารวมกับวิทยาศาสตร์จะทำให้วิทยาศาสตร์ขาดความน่าเชื่อถือ ไม่เกิดการพัฒนา (N 09)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล

จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีการวัดมุมมองในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล 2 ข้อ คือ ข้อที่ 6-7 โดยจะแยกการพิจารณาออกเป็นรายข้อ ดังนี้

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 6) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 57.14) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์จะทำการสังเกต และทดลองหลายๆครั้ง ทำการเก็บข้อมูลและหาความเชื่อมโยง โดยการรวบรวมข้อมูลทั้งเก่าและใหม่ แล้วนำมาตีความหรือแปลความหมายประกอบกับการใช้จินตนาการจนสามารถสร้างโครงสร้างอะตอมจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้ หรือนำผลการทดลอง ข้อมูลจากหลายๆแหล่ง มาวิเคราะห์ ตีความ หาข้อสรุปหรือข้อสนับสนุนหรือข้อขัดแย้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับ

นักเรียนร้อยละ 32.14 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ประจักษ์พยานจากการทดลอง ความรู้ความเข้าใจหลักการวิทยาศาสตร์ในการสร้างโครงสร้างอะตอม แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่านักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานหรือวิธีการใด

ส่วนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 10.71) ไม่สามารถบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการใดในการยืนยันความถูกต้องของโครงสร้างอะตอมในรูปแบบดังกล่าว และบางส่วนมีความเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ยังไม่มั่นใจกับโครงสร้างอะตอมที่สร้างขึ้น เพราะมีการทดลองหลายอย่างและอาจไม่ใช่ความรู้ที่ถูกต้อง

เห็นได้ว่า มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (คำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 6) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ทำการสังเกตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนั้นมาตีความหรือแปลความหมาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 6)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์**		
	IV	**TV**	**NV**
การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล	- สังเกตการทดลองหลายๆ ครั้ง เก็บข้อมูล หาความเชื่อมโยงกับหลักการ แล้วจึงสร้างแบบ จำลองได้ (N 20) - แปลความหมายผลการทดลอง และจินตนาการตามหลักความเป็นไปได้ (N 16) - รวบรวมข้อมูลทั้งเก่าและใหม่ นำมาตีความจนได้เป็นโครงสร้างอะตอมที่ถูกต้องมากขึ้นตามหลักฐานจากการทดลอง (N 08) - หลักฐานที่ได้จากการทดลองและการแปลความข้อมูลซึ่งมีความสอดคล้องกัน (N 24) - ผลการทดลองและการตีความอ้างอิงกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น เพื่อเป็นข้อสนับ-สนุนงานให้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน (N 03)	- นักวิทยาศาสตร์ใช้ประจักษ์พยานจากการทดลอง แล้วนำมาสร้างเป็นโครงสร้างอะตอม โดยใช้จินตนาการ (N 15) - จากผลการทดลอง ความรู้ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ (N 23) (อาจแตกต่างกันตามความหลากหลายของวิธีการ)	-ผลการทดลองมีความเชื่อมโยงกับการทดลอง และไม่มั่นใจเพราะทดลองหลายอย่าง อาจไม่ใช่ความรู้ที่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 7) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 39.29) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์จะสังเกตสิ่งที่ต้องการศึกษา และเมื่อตีความจากข้อมูลที่ได้แล้วพบว่ามีลักษณะของข้อมูลที่เหมือนกันก็จะใช้เป็นหลักฐานในการกำหนดคำนิยามต่อไป

นักเรียนร้อยละ 25.00 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ นักเรียนในกลุ่มนี้มีมุมมองที่ถูกต้องแต่ตอบคำถามไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น นักเรียนอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการสังเกตเป็นหลักฐานว่าคำนิยามถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายว่านักวิทยาศาสตร์นั้นต้องทำการตีความหรือแปลความหมายข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อสรุปก่อนจะนำข้อมูลหรือความรู้เหล่านี้ไปใช้ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 35.71 มีมุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถให้เหตุผลได้

เห็นได้ว่า มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (คำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 7) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ถูกต้อง สามารถอธิบายได้ว่าก่อนที่นักวิทยาศาสตร์จะนิยามศัพท์ขึ้น จะต้องทำการสังเกตข้อมูล และเมื่อตีความแล้วพบว่ามีข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนกัน ทำให้เกิดความมั่นใจจะเกิดผลแบบเดิมทุกครั้ง และใช้หลักฐานนี้ในการกำหนดคำนิยามต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อ 7)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	**ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์**		
	IV	**TV**	**NV**
การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล	- เอาลักษณะที่สังเกตได้มาจัดกลุ่ม ตีความและค่อยกำหนดคำนิยามเฉพาะ มั่นใจเพราะทดลองซ้ำๆ ก็ได้ผลแบบเดิม (N 21) - สังเกตข้อมูลแล้วนำมาสรุป อันไหนเหมือนกันก็ไว้กลุ่มเดียวกัน แล้วก็ตั้งชื่อ (N 11) - ใช้การทดลอง การสังเกต เป็นพยานในการตัดสิน(ตีความ) ว่าอะไรคือสปีชีร์ (N 12) - สังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล นำข้อมูลที่สังเกตมาประมวลผล (N 28) - ตั้งข้อสังเกตผลจากการผสมพันธุ์ ถ้าจัดกลุ่มที่มีผลเหมือนกันไว้กลุ่มเดียวกัน เปรียบเทียบลักษณะสำคัญ และนิยามศัพท์ (N 24)	- นิยามจากผลการทดลองและข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง (N 16) - ดูผลการทดลอง (N 08) - สังเกตการผสมพันธุ์เมื่อได้ผลแบบเดียวกันจึงเกิดความมั่นใจว่าเกิดแบบนี้ซ้ำๆ เช่นเดิม ก็คิดคำให้เรียกง่ายๆ (N 25) - กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ข้อมูลจากการสังเกตเป็นหลักฐานว่าคำนิยามถูกต้อง (N 09) -	- มั่นใจเพราะ ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วจึงมาสร้างเป็นข้อสรุปของตนเอง (N 04) - ตั้งขึ้นมาเอง จากการรวมข้อมูล (N 15) - สร้างกรอบคำนิยามขึ้นจากข้อมูลกลุ่มเดียวกัน (N 18) - ไม่สามารถให้เหตุผลได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้ จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 6-7) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองที่ถูกต้อง นักเรียนทราบว่านักวิทยาศาสตร์ทำการสังเกตสิ่งที่ต้องการศึกษา เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลและเมื่อได้ข้อมูลแล้ว นักเรียนสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่าจำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยอาจเป็นการทำซ้ำ หรือเปรียบเทียบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่น และเมื่อรวบรวมข้อมูลได้แล้วนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องลงความเห็นข้อมูลหรือตีความข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกต และสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้เป็นหลักฐานยืนยันความถูกต้องได้

ทฤษฎีและกฎ

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบทฤษฎีและกฎ (ข้อที่ 5) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 71.43) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถบอกความแตกต่างของกฎและทฤษฎีได้อย่างถูกต้อง และไม่สามารถยกตัวอย่างกฎและทฤษฎีประกอบได้

ร้อยละ 28.57 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ นักเรียนในกลุ่มนี้มีมุมมองที่ถูกต้องบางส่วน คือ เข้าใจว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่กฎนั้นไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่สามารถยกตัวอย่างกฎและทฤษฎีได้อย่างถูกต้อง

ทั้งนี้ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ไม่พบว่ามีนักเรียนที่มีมุมมองในกลุ่มที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เลย (ร้อยละ 0.00) ฉะนั้นองค์ประกอบนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนามุมมองฯให้มีความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นทำหน้าที่แตกต่างกันเป็นความรู้คนละแบบ เปลี่ยนกลับไปมาไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบทฤษฎีและกฎ (ข้อ 5)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
ทฤษฎีและกฎ	-	- กฎ คือ ข้อเท็จจริงถูกต้องเสมอ ทฤษฎีเกิดจากการทดลองหลายๆครั้ง แต่การทดลองอาจไม่ถูกต้อง ถ้ามีเทคโนโลยีใหม่มาก็เปลี่ยนแปลงได้เรื่อยๆ (N 13) - กฎ เปลี่ยนแปลงไม่ได้ ทฤษฎีสามารถลบล้างได้ถ้ามีทฤษฎีใหม่ขึ้นมาโต้แย้ง (N 09) หรือค้นพบข้อบกพร่องของทฤษฎีเก่า (N 26) - กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ (ให้เหตุผลไม่ได้) (N 02) - กฎ แน่นอนตายตัว ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ แต่ได้รับการยอมรับน้อยกว่ากฎ (N 12)	- กฎมีความแม่นยำ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทฤษฎีไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง แต่เกิดทฤษฎีเพิ่ม สามารถเลือกทฤษฎีบางทฤษฎีมาใช้ได้ตามความเหมาะสม (N 10) - ทฤษฎี คือผลที่ได้ตามสมมติฐาน ไม่มีความแน่นอน กฎพิสูจน์กี่ครั้งก็ถูกต้อง (N 15) - ทฤษฎีคือสิ่งที่เกิดขึ้นมาเพื่อเป็นหลักในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยรอบข้าง กฎเป็นทฤษฎีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริงทุกประการ (N 21) - ทฤษฎีเป็นจุดเริ่มต้นของความรู้ กฎเป็นจุดจบของความรู้ (N 24) - ทฤษฎี เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย (N 03)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีการวัดมุมมองในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2 ข้อ คือ ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 โดยจะแยกการพิจารณาออกเป็นรายข้อ ดังนี้

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2) ซึ่งถามความหมายของการทดลองว่าคืออะไร พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 3.57 ไม่สามารถบอกความหมายของการทดลองได้อย่างชัดเจน โดยอธิบายว่าการทดลองนั้นเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ร้อยละ 57.14 สามารถบอกความหมายของการทดลองได้แต่ยังไม่สมบูรณ์และมีบางส่วนที่ให้ความหมายไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีมุมมองที่ถูกต้องว่าการทดลองคือการหาคำตอบของสิ่งที่ต้องการรู้ หรือเป็นกระบวนการที่ใช้ในการพิสูจน์หาความจริง มีการทำงานอย่างเป็นระบบ แต่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่ามีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว ร้อยละ 39.29 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถให้ความหมายของการทดลองว่าเป็นการลงมือหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการที่ชัดเจน มีขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ โดยนักวิทยาศาสตร์สามารถเลือกวิธีการหรือปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมกับสิ่งที่ศึกษา ซึ่งถือเป็นการอธิบายความหมายที่ถูกต้องและสมบูรณ์

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3) ซึ่งถามความคิดเห็นของนักเรียนว่าเห็นด้วยหรือไม่ว่าความก้าวหน้าของความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 25.00 มีความเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการทดลองและถ้าไม่มีการทดลองก็เป็นความรู้ที่ไม่น่าเชื่อถือ ร้อยละ 14.29 มีมุมมองที่ถูกต้องว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีแต่การทดลอง แต่สามารถเกิดจากการสังเกต จินตนาการ ฯลฯ แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมประกอบตัวอย่างได้ และร้อยละ 60.71 บอกได้ว่าไม่ได้มีแต่การทดลองเท่านั้นที่ทำให้เกิดการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ความรู้ได้มาจากหลายวิธีการ เช่น การสังเกต การศึกษาค้นคว้า การตีความหมายข้อมูล ฯลฯ การทดลองเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้หลายวิธีร่วมกัน หรืออาจเกิดจากความบังเอิญก็ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การพิสูจน์สมมติฐานโดยมีการสืบค้นและเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบ (N 10) - การนำกระบวนการคิดมาประยุกต์ใช้ เพื่อหาคำตอบของสิ่งที่ศึกษาค้นคว้า มีวิธีการที่เป็นขั้นตอน แต่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม (N 01) - การหาข้อพิสูจน์ในสิ่งที่เราสงสัย สนใจ พิสูจน์สมมติฐาน มีวิธีการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายวิธีประยุกต์ใช้รวมกัน (N 17) - การตรวจสอบสมมติฐานว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งมีวิธีการและขั้นตอนไม่แน่นอนแล้วแต่การทดลองต้องการศึกษาอะไร (N 05)	- การค้นคว้าหาคำตอบผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีความจำเพาะกับสิ่งที่ต้องการศึกษา (N 28) - การทำงานอย่างมีระบบมีแบบแผน เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่แน่นอน (N 13) - การปฏิบัติตามขั้นตอนที่มีการกำหนดไว้ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานหรือข้อสงสัย (N 11) - กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบมีขั้นตอนแน่นอนตายตัว (N 19) - กระบวนการวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการค้นคว้าความรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ (N 27)	กระบวนการที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน มีระเบียบในการทำงาน (N 09)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3)

องค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์		
	IV	**TV**	**NV**
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ไม่ได้มีแต่การทดลอง - ได้มาจากหลายวิธีการ เช่น การสังเกต การศึกษาค้นคว้า การตีความหมายข้อมูล การคาดคะเน - การสังเกตร่วมกับการใช้จินตนาการ ประกอบคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ก็เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้หลายวิธีร่วมกันหรืออาจเกิดจากความบังเอิญ - การสำรวจ ตรวจสอบหลายอย่างรวมกัน ทดลองอย่างเดียวไม่พอ	ไม่ได้มีแต่การทดลอง - การทดลองต้องใช้ร่วมกับเทคโนโลยี (N 28) - เกิดได้จากการสังเกต ความสงสัย แต่ต้องเป็นวิธีที่มีรูปแบบขั้นตอนที่แน่นอนชัดเจน (N 08) - เกิดจากจินตนาการ อาจจะผิดหรือถูกก็ได้ (N 10) - ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้	ความรู้วิทยาศาสตร์เกิดจากการทดลอง ถ้าไม่มีการทดลองก็ไม่น่าเชื่อถือ

เห็นได้ว่า มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2-3) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยมีความเข้าใจว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือการศึกษาหาความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการในการหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว ขึ้นอยู่กับการออกแบบให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการศึกษา และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดได้จากหลายวิธีรวมกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด

คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

ภาพลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนนั้น สะท้อนให้เห็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพประกอบคำบรรยายภาพโดยแบ่งตัวชี้วัดออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ เช่น เพศ สาขาวิชาของนักวิทยาศาสตร์ สถานที่ทำการทดลอง 2) ด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ เช่น การสวมใส่เสื้อกาวน์ การใส่แว่น การไว้หนวดเครา ผมฟู 3) ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย เช่น หลอดทดลอง ขวดสารเคมี พืช ลูกตุ้ม กล้องจุลทรรศน์ สัตว์ทดลอง ตะเกียงแอลกอฮอล์ เป็นต้น 4) ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ เช่น หนังสือ กระดานดำ ตู้เก็บเอกสาร ชั้นวางสารเคมี รูปภาพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และ 5) ด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องจักรหรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ประกอบคำบรรยายภาพ ดังตารางที่ 7 นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์เป็นเพศชายมากถึงร้อยละ 67.86 (คิดเป็น 2.11 เท่าของนักวิทยาศาสตร์เพศหญิง) และเป็นนักเคมี (ร้อยละ 53.57) และทำงานในห้องปฏิบัติการ (ร้อยละ 60.71) และมีมุมมองด้านเอกลักษณ์ของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ว่านักวิทยาศาสตร์นั้นต้องใส่เสื้อกราว (ร้อยละ 67.86) ไว้ผมฟู (ร้อยละ 42.86) ใส่แว่น (ร้อยละ 32.14) และไว้หนวดเครา (ร้อยละ 14.29) ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย มีภาพวาดที่แสดงถึง หลอดทดลอง (ร้อยละ 64.29) และอุปกรณ์อื่นๆ ในสาขาเคมี มีชั้นวางสารเคมี/ตัวอย่างที่ต้องการศึกษา และตู้เก็บเอกสาร (ร้อยละ 21.43) ที่แสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ และปรากฏภาพของเครื่องจักรและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 14.29) ที่เป็นสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี

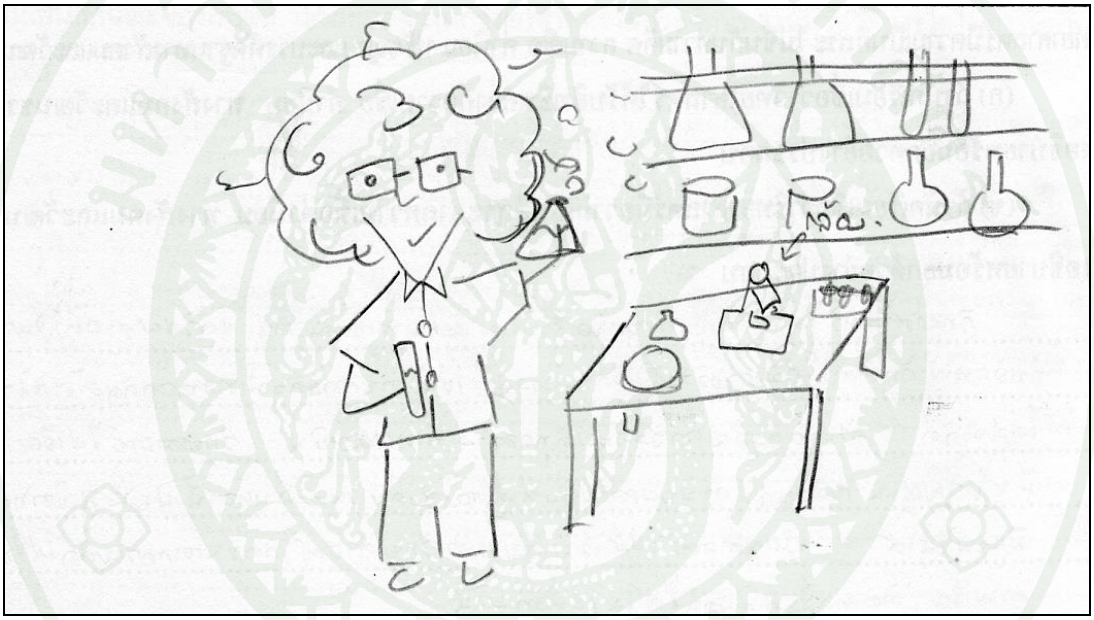
จะเห็นได้ว่ามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ในภาพรวมนั้น พบว่ามีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเพศชายมากถึง 2 ใน 3 และทำการศึกษาทางเคมีซึ่งต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ และด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์จะต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สวมใส่เสื้อกาวน์ ใส่แว่น ไว้หนวดเครา ผมฟู ซึ่งจะต้องพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ในส่วนนี้ต่อไป

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพวาดประกอบคำบรรยายภาพ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 07) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพประกอบคำบรรยายภาพ



ภาพที่ 8 ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 07)

จากภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 07) ดังภาพที่ 8 สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพวาดประกอบคำบรรยายภาพ ในแต่ละตัวชี้วัดได้ดังนี้

1) ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า เป็นนักวิทยาศาสตร์เพศชาย ทำการศึกษาเกี่ยวกับสาขาวิชาเคมี (สังเกตจากอุปกรณ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน) และทำงานอยู่ในห้องปฏิบัติการ (สังเกตจากบริบทในภาพวาด)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สวมใส่เสื้อกาวน์ขณะทำงาน ไม่ไว้หนวดเครา แต่ใส่แว่นและผมฟู

3) ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย พบว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่ เป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานเกี่ยวกับสาขาวิชาเคมี

4) ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ พบชั้นวางสารเคมี

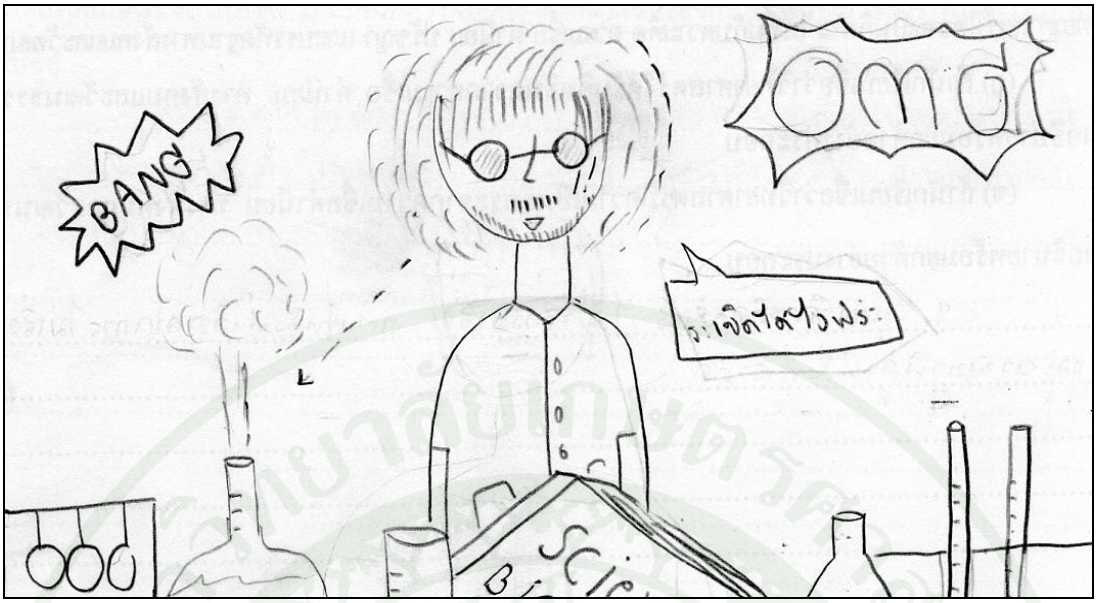
5) ด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น ไม่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนแต่อย่างใด

ทั้งนี้ นักเรียนได้บรรยายภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ที่กำลังทำงานของตนเอง (N 07) ว่า “นักวิทยาศาสตร์กำลังคิดค้นสารเคมีตัวใหม่เพื่อใช้ผลิตยา” จึงเชื่อได้ว่าเป็นภาพวาดนักวิทยาศาสตร์สาขาเคมีและกำลังทำงานในห้องปฏิบัติการ

จะเห็นได้ว่านักเรียน (N 07) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์จะต้องสวมแว่นและผมฟู

ตัวอย่างที่ 2 ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 20) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพประกอบคำบรรยายภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 20)

จากภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 20) ดังภาพที่ 9 สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพวาดประกอบคำบรรยายภาพ ในแต่ละตัวชี้วัดได้ดังนี้

1) ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า เป็นนักวิทยาศาสตร์เพศชาย ทำการศึกษาเกี่ยวกับสาขาวิชาเคมี (สังเกตจากอุปกรณ์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน) และทำงานอยู่ในห้องปฏิบัติการ (สังเกตจากบริบทในภาพวาด)

2) ด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า นักวิทยาศาสตร์สวมใส่เสื้อกาวน์ขณะทำงาน ไม่ไว้หนวดเครา ใส่แว่นและผมฟู

3) ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย พบว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่ กระบอกตวง เป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานเกี่ยวกับสาขาวิชาเคมี

4) ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ พบหนังสือวิทยาศาสตร์

5) ด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น ไม่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนแต่อย่างใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้ นักเรียนได้บรรยายภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ที่กำลังทำงานของตนเอง (N 20) ว่า “นักวิทยาศาสตร์กำลังตกใจ เพราะเกิดการระเบิดในระหว่างการทดลองและคาดว่าน่าจะเกิดจากความผิดพลาดในการเติมสารเคมี” จึงเชื่อได้ว่าเป็นภาพวาดนักวิทยาศาสตร์สาขาเคมีและกำลังทำงานในห้องปฏิบัติการ

จะเห็นได้ว่านักเรียน (N 20) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์จะต้องสวมใส่เสื้อกาวน์ขณะทำงาน ไว้หนวดเครา ใส่แว่นและผมฟู

การจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งที่ไม่บูรณาการเนื้อหาตามหลักสูตร มียุทธวิธีคือการใช้เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่สื่อให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเหตุการณ์ในอดีต ร่วมกับการทำกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมชุมนุมในแต่ละครั้งนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้นและให้ผู้เรียนอภิปรายและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมดังรายละเอียดต่อไปนี้

ปฐมนิเทศกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ครูแนะนำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม โดยชี้แจงถึงจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ระเบียบและข้อบังคับของชุมนุม และรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการจัดกิจกรรมชุมนุม เพื่อสร้างความเข้าใจถึงข้อปฏิบัติในการจัดกิจกรรมชุมนุมและดำเนินกิจกรรมได้อย่างถูกต้องตามลำดับของกิจกรรม เมื่อทำการปฐมนิเทศเสร็จสิ้น ครูตรวจสอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมโดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลา 80 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาตารางธาตุ

ครูมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของดรีมิททรี อีวาโนวิช เมนเดเล-เยฟ ก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน เมื่อเริ่มกิจกรรมครูจะสอบถามถึงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าซึ่งทำให้นักเรียนนั้นมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อในการทำกิจกรรม โดยพบว่านักเรียนทุกคนมีการสืบค้นข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ได้

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “ตารางธาตุ” โดยให้นักเรียนตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของธาตุที่กำหนดให้ จำนวน 7 ธาตุ เพื่อใช้ในการจำแนกว่าธาตุใดบ้างเป็นธาตุโลหะ อโลหะ หรือ กึ่งโลหะ โดยให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ในการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของธาตุที่กำหนดให้ การทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง ตารางธาตุ เพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ข้อมูลคุณสมบัติต่างๆของธาตุที่กำหนด และหาความเชื่อมโยงของแต่ละธาตุ จัดเรียงธาตุในรูปแบบตาราง และนำเสนอผลการจัดกิจกรรม ทั้งนี้จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม พบว่านักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์ ส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยครูให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมเมื่อพบว่านักเรียนใช้เครื่องมือหรือทำการทดสอบคุณสมบัติธาตุอย่างผิดวิธีและอาจก่อให้เกิดอันตราย ท้ายกิจกรรมครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า การจำแนกหรือแบ่งกลุ่มมีส่วนช่วยให้นักวิทยาศาสตร์พัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักวิทยาศาสตร์ค้นพบสิ่งต่างๆ มากมาย ฉะนั้นการจัดกลุ่มหรือจำแนกให้เป็นหมวดหมู่จะทำให้สะดวกในการนำข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เมื่อเสร็จกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การพัฒนาตารางธาตุ” เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน 3-5 คนต่อกลุ่มเพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้จากเรื่องสั้นและบันทึกผลลงในใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรื่องสั้นได้อย่างถูกต้อง และเมื่อครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนหัวข้อความรู้บนกระดานพบว่านักเรียนเขียนความรู้และประเด็นที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายยังไม่ครบถ้วน ครูจึงชี้แนะถึงประเด็นที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเพิ่มเติม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ครูจัดกลุ่มความรู้ที่นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานและใช้คำถามนำการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น โดยพบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์เรื่องสั้นและสามารถอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยมีครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมในกรณีที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และสามารถสร้างข้อสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมครูมอบหมายให้นักเรียนบันทึกอนุทินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและครบถ้วน และนักเรียนส่วนหนึ่งได้เสนอแนะว่าเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป (N 01) และอยากให้มีเนื้อหามากขึ้นถึงการค้นพบธาตุและการพัฒนาตารางธาตุ (N19) เป็นต้น

กิจกรรมที่ 2 การเคลื่อนของทวีป

ครูมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของอัลเฟรด เวเกนเนอร์ ก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน เมื่อเริ่มกิจกรรมครูจะสอบถามถึงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าซึ่งทำให้นักเรียนนั้นมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อในการทำกิจกรรม โดยพบว่านักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ได้

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอนสวนประวัติศาสตร์เรื่อง “มหาทวีป” โดยให้นักเรียนต่อจิ๊กซอร์ทวีป (จิ๊กซอร์บอกข้อมูลทางธรณีวิทยา) และให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงความเชื่อมโยงสิ่งที่พบในแต่ละทวีปว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร พบว่านักเรียนตั้งสมมติฐานว่าทวีปต่างๆนั้นในอดีตเคยติดกันจึงทำให้ต่อกันได้พอดี นักเรียนสามารถจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของทวีปโดยใช้อุปกรณ์ คือ ผงช็อคโกเลต นมสด เตาไฟ กระทะก้นแบน เม็ดน้ำตาลสี เป็นตัวแทนสิ่งที่ศึกษาการเคลื่อนของทวีป เพื่อใช้เป็นหลักฐานยืนยันสมมุติฐานสามารถอภิปรายผลการจำลองสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม พบว่านักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์ ส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ท้ายกิจกรรมครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า สมมติฐานที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นนั้นยังไม่แน่ชัดว่าถูกต้องหรือไม่และไม่สามารถเชื่อถือได้ในทันที จำเป็นต้องได้รับการพิสูจน์สมมติฐาน เพื่อยืนยันความถูกต้องหรือความเป็นไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเสร็จกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การเคลื่อนของทวีป” เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน 3-5 คนต่อกลุ่มเพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้จากเรื่องสั้นและบันทึกผลลงในใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรื่องสั้นได้อย่างถูกต้อง เมื่อครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนหัวข้อความรู้บนกระดานพบว่านักเรียนเขียนความรู้หรือประเด็นที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายยังไม่ครบถ้วน ครูจึงชี้แนะถึงประเด็นความรู้ที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเพิ่มเติม

ครูจัดกลุ่มความรู้ที่นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานและใช้คำถามนำการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น โดยพบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์เรื่องสั้นและสามารถอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน โดยมีครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมในกรณีที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และสามารถสร้างข้อสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมครูมอบหมายให้นักเรียนบันทึกอนุทินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและครบถ้วน ทั้งนี้ ไม่มีนักเรียนคนใดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมที่ 3 การเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการ

ครูมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของชาลส์ ดาร์วิน ก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน เมื่อเริ่มกิจกรรมครูจะสอบถามถึงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าซึ่งทำให้นักเรียนนั้นมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อในการทำกิจกรรม โดยพบว่านักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ได้

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เรื่อง “จงอยปากนกฟินซ์” เพื่อศึกษาผลของจงอยปากนกฟินซ์ในแบบต่างๆ ในการกินอาหารแต่ละประเภท โดยใช้เครื่องมืองง่ายๆ เช่น ตะเกียบ แหนบ หลอด ที่คีบน้ำแข็งแทนปากนกและใช้เมล็ดข้าวสาร ถั่วเขียวแทนอาหารของนก เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้จากปรากฏการณ์จริง โดยนักเรียนทุกคนสามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้อย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถูกต้อง ท้ายกิจกรรมครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่ารูปร่างของจงอยปากมีผลต่อการกินอาหารของนกฟินส์ รูปร่างของจงอยปากเป็นการปรับตัวเพื่อให้เหมาะกับการหาอาหาร

เมื่อเสร็จกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การเดินทางของดาร์วินกับทฤษฎีวิวัฒนาการ” เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน 3-5 คนต่อกลุ่มเพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้จากเรื่องสั้นและบันทึกผลลงในใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถสรุปความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรื่องสั้นได้อย่างถูกต้อง เมื่อครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนหัวข้อความรู้บนกระดานพบว่านักเรียนเขียนความรู้หรือประเด็นที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายยังไม่ครบถ้วน ครูจึงชี้แนะถึงประเด็นความรู้ที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเพิ่มเติม

ครูจัดกลุ่มความรู้ที่นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานและใช้คำถามนำการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น โดยพบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์เรื่องสั้นและสามารถอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน และสามารถสร้างข้อสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมครูมอบหมายให้นักเรียนบันทึกอนุทินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและครบถ้วน

กิจกรรมที่ 4 พันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็น

ครูมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของเกรเกอร์ เมนเดล ก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน เมื่อเริ่มกิจกรรมครูจะสอบถามถึงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าซึ่งทำให้นักเรียนนั้นมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อในการทำกิจกรรม โดยพบว่านักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ได้

ครูได้ทบทวนความรู้เรื่องการคิดคำนวณจำนวนร้อยละและทฤษฎีความน่าจะเป็นก่อนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การทดลองผสมเหรียญ” เพื่อให้นักเรียนคำนวณอัตราส่วนลักษณะพันธุกรรมจากโจทย์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเสนอกลไกการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้น นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อีกทั้งยังสามารถสร้างข้อสรุปว่า ทฤษฎีความน่าจะเป็นคือความเป็นไปได้ในการเกิดเหตุการณ์หนึ่งเหตุการณ์ใดขึ้น การที่โยนเหรียญขึ้นไปหลายๆครั้ง ผลของการโยนเหรียญครั้งหนึ่งๆ นั้นไม่มีอิทธิพลต่อการโยนในครั้งต่อๆไป การโยนในแต่ละครั้งมีความเป็นอิสระในตัวเอง ความน่าจะเป็นใช้ในการทำนายเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้เท่านั้น แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นตามนั้นก็ได้ และจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์ นักเรียนทุกคนสามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

เมื่อเสร็จกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “พันธุศาสตร์กับความน่าจะเป็น” เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน 3-5 คนต่อกลุ่มเพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้จากเรื่องสั้นและบันทึกผลลงในใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรื่องสั้นได้อย่างถูกต้อง เมื่อครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนหัวข้อความรู้บนกระดานพบว่านักเรียนเขียนความรู้หรือประเด็นที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายยังไม่ครบถ้วน ครูจึงชี้แนะถึงประเด็นความรู้ที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเพิ่มเติม

ครูจัดกลุ่มความรู้ที่นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานและใช้คำถามนำการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น โดยพบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์เรื่องสั้นและสามารถอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน และสามารถสร้างข้อสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมครูมอบหมายให้นักเรียนบันทึกอนุทินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและครบถ้วน และในกิจกรรมนี้ไม่มีนักเรียนคนใดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรม

กิจกรรมที่ 5 การแกว่งของลูกตุ้ม

ครูมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของกาลิเลโอ กาลิเลอิ ก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน เมื่อเริ่มกิจกรรมครูจะสอบถามถึงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าซึ่งทำให้นักเรียนนั้นมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อในการทำกิจกรรม โดยพบว่านักเรียนมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สืบค้นข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ได้

ครูให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกตุ้ม และทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อทำการแกว่ง เช่น คาบของการแกว่งหมายถึงอะไร ปัจจัยใดที่มีผลต่อการแกว่งของลูกตุ้มบ้าง ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อการแกว่งของลูกตุ้มด้วยความสนใจในการทำกิจกรรม ครูมอบหมายให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา” โดยครูคัดเลือกคำถามของนักเรียนจากการสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มขณะแกว่งไปมา 3 คำถาม อาทิ มวลของลูกตุ้มมีผลต่อคาบหรือไม่ องศาการปล่อยมีผลต่อคาบการแกว่งหรือไม่ ความยาวของเชือกมีผลต่อการแกว่งหรือไม่ แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และแบ่งกลุ่มกันออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน พบว่านักเรียนสามารถออกแบบและทำการทดลองได้อย่างถูกต้อง และใช้ผลการทดลองนั้นเป็นหลักฐานในการยืนยันสมมุติฐานที่ถูกต้อง จากกิจกรรมนี้นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปได้ว่านักวิทยาศาสตร์สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนำมาสร้างเป็นสมมติฐานและออกแบบการทดลอง และจากกิจกรรมดังกล่าวสามารถหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาคาบการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาได้ว่า ความยาวของเชือกนั้นมีผลต่อคาบของการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา โดยเชือกสั้นจะแกว่งเร็วกว่าเชือกยาว ส่วนมวลของลูกตุ้มและองศาการปล่อยไม่มีผลต่อคาบการแกว่ง ทั้งนี้จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์ และสามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

เมื่อเสร็จกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การแกว่งของลูกตุ้ม” เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน 3-5 คนต่อกลุ่มเพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้จากเรื่องสั้นและบันทึกผลลงในใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรื่องสั้นได้อย่างถูกต้อง เมื่อครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนหัวข้อความรู้บนกระดานพบว่านักเรียนเขียนความรู้หรือประเด็นที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายยังไม่ครบถ้วน นักเรียนบางคนไม่เข้าใจในคำอธิบายของกฎ ซึ่งครูได้อธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจรวมทั้งชี้แนะถึงประเด็นความรู้ที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเพิ่มเติม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ครูจัดกลุ่มความรู้ที่นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานและใช้คำถามนำการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น โดยพบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์เรื่องสั้นและสามารถอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน และสามารถสร้างข้อสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมครูมอบหมายให้นักเรียนบันทึกอนุทินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและครบถ้วน

กิจกรรมที่ 6 การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเอกภพจากการอภิปรายครั้งสำคัญ

ครูมอบหมายให้นักเรียนได้ค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของฮาร์โลว์ แชปลีย์ ก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน เมื่อเริ่มกิจกรรมครูจะสอบถามถึงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าซึ่งทำให้นักเรียนนั้นมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อในการทำกิจกรรม โดยพบว่านักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ได้

นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “สำรวจเอกภพ” เมื่อสำรวจสิ่งที่อยู่ในเอกภพว่าประกอบไปด้วยสิ่งใดบ้าง มีลักษณะทางกายภาพ การเคลื่อนที่ และตำแหน่งที่ตั้งอย่างไร โดยใช้โปรแกรม Stellarium ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปในการดูดาวบนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์แทนการสำรวจโดยการใช้กล้องโทรทรรศน์ และให้นักเรียนวาดภาพสิ่งที่นักเรียนสำรวจพบ ทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และบ่งชี้ประเภทของดาวหรือกลุ่มดาว พร้อมบรรยายใต้ภาพ อภิปรายสิ่งที่พบในเอกภพ และสามารถสร้างข้อสรุปได้ว่าดาวฤกษ์ต่างๆที่มองเห็นบนท้องฟ้าที่ส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ตั้งแต่สองดวงขึ้นไปจนเป็นกระจุกดาวจำนวนมาก ดาวฤกษ์เป็นส่วนหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือก(ดาราจักรทางช้างเผือก) และเอกภพประกอบด้วยกาแล็กซีจำนวนหลายพันล้านกาแล็กซี เนบิวลาคือกลุ่มของก๊าซและฝุ่นผงที่รวมตัวกันอยู่ในอวกาศ เมื่อใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดู จะเห็นเป็นฝ้าขาวคล้ายกลุ่มเมฆ มีสีสันและรูปร่างแตกต่างกันออกไป เนบิวลาเป็นวัตถุหนึ่งในเอกภพที่มีความสำคัญมากๆ เพราะดาวฤกษ์หรือดาวเคราะห์ล้วนเกิดขึ้น มาจากเนบิวลาทั้งสิ้น และจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์ ส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเสร็จกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเอกภพจากการอภิปรายครั้งสำคัญ” เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียน 3-5 คนต่อกลุ่มเพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้จากเรื่องสั้นและบันทึกผลลงในใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรื่องสั้นได้อย่างถูกต้อง เมื่อครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนหัวข้อความรู้บนกระดานพบว่านักเรียนเขียนความรู้หรือประเด็นที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายยังไม่ครบถ้วน และพบว่านักเรียนบางคนยังไม่สามารถบอกความแตกต่างหรือลักษณะสำคัญของสิ่งที่อยู่ในเอกภพ นักเรียนบางคนยังรู้สึกสับสนและไม่สามารถจำแนกตัวอย่างภาพว่าคืออะไรที่อยู่ในเอกภพ ครูได้อธิบายเพิ่มเติมเป็นรายบุคคลเพื่อให้เกิดความเข้าใจก่อนการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ครูจัดกลุ่มความรู้ที่นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานและใช้คำถามนำการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น โดยพบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์เรื่องสั้นและสามารถอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน และสามารถสร้างข้อสรุปองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมครูมอบหมายให้นักเรียนบันทึกอนุทินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้บันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ข้อสรุปที่ได้จากการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและครบถ้วน และมีนักเรียนให้ข้อเสนอแนะว่า อยากให้ครูจัดกิจกรรมโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ของจริง (N28) ภาพจากโปรแกรมดูไม่ชัดมากนัก ทำให้ไม่สามารถสังเกตลักษณะทางกายภาพ และวาดภาพได้ไม่เหมือนจริง (N10)

ประเมินผลการเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

จากการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ สามารถสรุปโดยภาพรวมได้ว่า ในระหว่างการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น นักเรียนให้ความสนใจทำกิจกรรมด้วยความสนุกสนาน อีกทั้งสามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกผลใบงานกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด ดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11 โดยครูคอยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด ดังภาพที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ภาพที่ 11 นักเรียนทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 12 ครูให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

เมื่อนักเรียนได้อ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการอ่าน (ดังภาพที่ 13) บางส่วนมีข้อสงสัยและไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้นเนื่องจากไม่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้นๆ แต่นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้และแสดงความเห็นเกี่ยวกับเรื่องราวในเรื่องสั้น และครูให้คำแนะนำข้อเสนอแนะหรืออธิบายเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่คลาดเคลื่อนไป (ดังภาพที่ 14 และภาพที่ 15) จึงช่วยให้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และจัดกลุ่มความรู้ประเด็นที่สะท้อนให้เห็นถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 13 นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ภาพที่ 14 นักเรียนจับกลุ่มกันเพื่ออภิปรายความรู้และองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของเรื่องสั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 15 ครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจเรื่องราวในเรื่องสั้น

ภาพที่ 16 นักเรียนบันทึกข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นในใบงานกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสอบถามนักเรียนถึงเนื้อหาในเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความชื่นชอบเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์โดยให้เหตุผลว่ามีความยาวของเนื้อหาที่เหมาะสม (N 01) ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย (N 18) เมื่ออ่านแล้วรู้สึกอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่เก่งเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้น (N 04)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง จากอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น ซึ่งบันทึกความรู้และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์ พบว่านักเรียนสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบถูกต้อง เช่น

“นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องแต่งชุดกาวน์ทำงานเสมอไป” (N 12) และ “ไม่ได้มีบทบาททางวิทยาศาสตร์อย่างเดียว เช่น เมนเดเลเยฟเป็นผู้ที่ชอบดนตรี วรรณกรรม และเป็นนักปฏิรูปการเมือง” (N 01)

“คนสมัยก่อนเชื่อในพระเจ้ามากกว่าวิทยาศาสตร์ เมื่อพยายามเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาอธิบายหักล้างความเชื่อมักไม่ได้รับการยอมรับ เพราะความเชื่อในสังคมมีผลต่อวิทยาศาสตร์” (N 17)

“การศึกษาทางดาราศาสตร์ทำได้ยาก เรายังออกไปในอวกาศได้ไม่ไกล แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการหาอายุของเนบิวลาได้” (N 08)

“การสังเกตเป็นจุดเริ่มต้นของการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ” (N 11) เป็นต้น

ข้อสรุปจากการวิเคราะห์อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้นสอดคล้องกับผลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในระหว่างการทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนสามารถอภิปรายเพื่อสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังให้ความสนใจในการทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว ครูได้สอบถามนักเรียนถึงความรู้สึกต่อการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่าจากการอ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดความประทับใจต่อวิทยาศาสตร์ (N 01)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้น (N 26) และทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (N 01) จึงกล่าวได้ว่าการจัดกิจรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นบรรลุผลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้วิจัย

การเปลี่ยนแปลงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เมื่อทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 18 และตารางที่ 19

ตารางที่ 18 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N = 28)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : (คำถามข้อที่)	ระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์					
	IV		TV		NV	
	pre	post	pre	post	pre	post
ความเป็นพลวัตร:(Q.4)	64.29	92.86	35.71	7.14	0.00	0.00
การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน:(Q.1)	39.29	89.29	32.14	10.71	28.57	0.00
ความเป็นอัตนัย:(Q.8)	0.00	35.71	28.57	50.00	71.43	14.29
การสร้างสรรค์:(Q.10)	32.14	46.43	60.71	53.57	7.14	0.00
มิติทางสังคมและวัฒนธรรม:(Q.9)	28.57	64.29	7.14	0.00	64.29	35.71
การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล:(Q.6)	57.14	100.00	32.14	0.00	10.71	0.00
การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล: (Q.7)	39.29	82.14	25.00	10.71	35.71	7.14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 (ต่อ)

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : (คำถามข้อที่)	ระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์					
	IV		TV		NV	
	pre	post	pre	post	pre	post
ทฤษฎีและกฎ:(Q.5)	0.00	67.86	28.57	17.86	71.43	14.29
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์:(Q.2)	39.29	100.00	57.14	0.00	3.57	0.00
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์:(Q.3)	60.71	100.00	14.29	0.00	25.00	0.00

หมายเหตุ: IV คือ มุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View)
TV คือ มุมมองบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Transitional View)
NV คือ มุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมนักวิทยาศาสตร์ (Naive View)

ตารางที่ 19 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N = 28)

ตัวชี้วัด	ร้อยละของตัวชี้วัดที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียน	
	pre	post
1. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์		
1.1 เพศ	ชาย (67.86)หญิง (32.14)	ชาย (67.86)หญิง (32.14)
1.2 สาขาวิชา	ฟิสิกส์ (10.71) เคมี (53.57) ชีววิทยา (32.14) ดาราศาสตร์ (3.57) ระบุไม่ได้(0.00)	ฟิสิกส์ (14.29) เคมี (21.43) ชีววิทยา (50.00) ดาราศาสตร์ (3.57) ระบุไม่ได้(10.71)
1.3 สถานที่ทำการทดลอง	ห้องปฏิบัติการ (60.71) นอกห้องปฏิบัติการ (39.29)	ห้องปฏิบัติการ (32.14) นอกห้องปฏิบัติการ (67.86)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ร้อยละของตัวชี้วัดที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียน	
	pre	**post**
2. เอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์	เสื้อกราว (67.86) แว่น (32.14) หนวดเครา (14.29) ผมฟู (42.86)	เสื้อกราว (25.00) แว่น (17.86) หนวดเครา(10.71) ผมฟู (14.29)
3. สัญลักษณ์ในงานวิจัย	หลอดทดลอง (64.29) บิกเกอร์ (42.86)สารเคมี (60.71) ขวดรูปชมพู่ (53.57) ตะเกียงแอลกอฮอล์ (17.86) พืช (25.00) ลูกตุ้ม(3.57) กล้องจุลทรรศน์ (14.29) สัตว์ทดลอง (14.29) กล้องโทรทรรศน์ (3.57)	หลอดทดลอง (21.43) บิกเกอร์ (21.43) สารเคมี (25.00) ขวดรูปชมพู่ (14.29) ตะเกียงแอลกอฮอล์ (17.86) พืช (42.86) ลูกตุ้ม(3.57) กล้องจุลทรรศน์ (10.71) สัตว์ทดลอง (32.14) กล้องโทรทรรศน์ (7.14)
4. สัญลักษณ์ของการเรียนรู้	หนังสือ (17.86) กระดานดำ(3.57) ตู้เก็บเอกสาร (21.43) ชั้นวางสารเคมี/ตัวอย่างสิ่งที่ศึกษา (21.43) รูปภาพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (3.57)	หนังสือ(17.86) กระดานดำ(7.14) ตู้เก็บเอกสาร (7.14) ชั้นวางสารเคมี/ตัวอย่างสิ่งที่ศึกษา (7.14) รูปภาพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (14.29)
5. สัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี	คอมพิวเตอร์ (3.57) เครื่องจักร/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ (14.29)	คอมพิวเตอร์ (10.71) เครื่องจักร/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ (7.14)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้สมบูรณ์มากขึ้น สามารถอธิบายและยกตัวอย่างเพื่อแสดงถึงความเข้าใจในลักษณะขององค์ประกอบมุมมอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นๆ และสามารถเชื่อมโยงลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวเนื่องกันได้ เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่ามีแนวโน้มการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น เห็นได้จากการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากที่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับประชมคมวิทยาศาสตร์ (Naive View) เป็นมีมุมมองบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Transitional View) หรือมุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View) มากขึ้น โดยมีผลการศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

ความเป็นพลวัตร

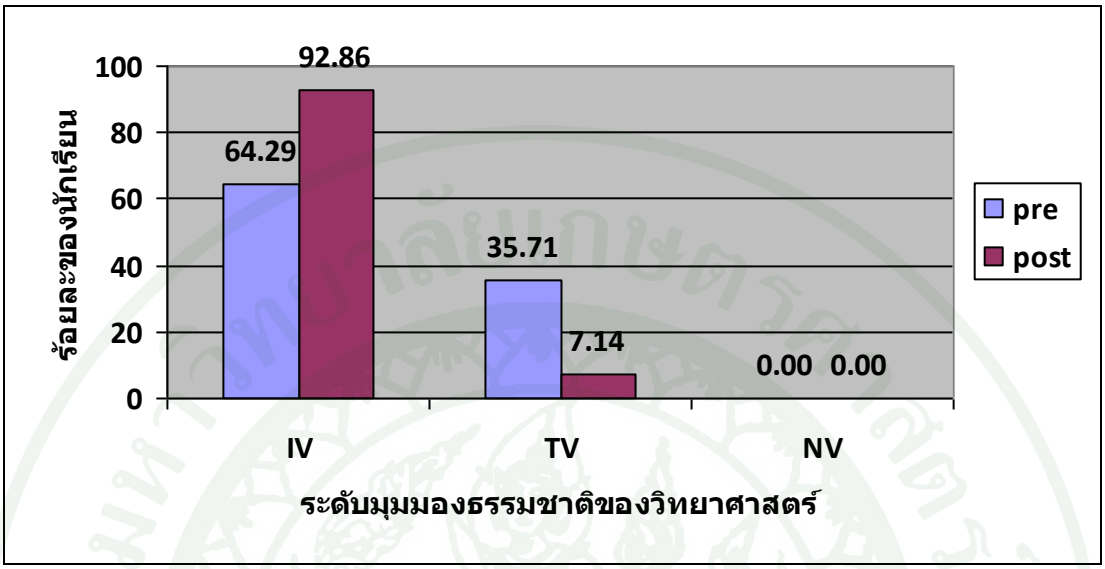
จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นพลวัตรก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 64.29 แต่ยังมีนักเรียนที่มีมุมมองบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 35.71

ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้นถึงร้อยละ 92.86 โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีมุมมองว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และสามารถอธิบายว่าเหตุที่ทฤษฎีนั้นเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยอธิบายว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจนได้ข้อมูลใหม่ๆ หลักฐานใหม่ที่ได้นั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ดีกว่าและมีความสมเหตุสมผลมากกว่า ถ้าได้รับการยอมรับก็จะเกิดเป็นทฤษฎีใหม่ หรือนักวิทยาศาสตร์พิจารณาหรือวิเคราะห์หลักฐานเดิมใหม่อีกครั้ง แล้วเสนอทฤษฎีขึ้นมาใหม่ ถ้ามีความชัดเจนมากกว่าหรืออธิบายสมมติฐานได้สมบูรณ์มากกว่าทฤษฎีเดิมก็ทำให้ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้

อย่างไรก็ตาม นักเรียนร้อยละ 7.14 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่อธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นเพราะนักวิทยาศาสตร์มีการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าปัจจัยใดบ้างที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร โดยมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบความเป็นพลวัตรในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบความเป็นพลวัตรในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

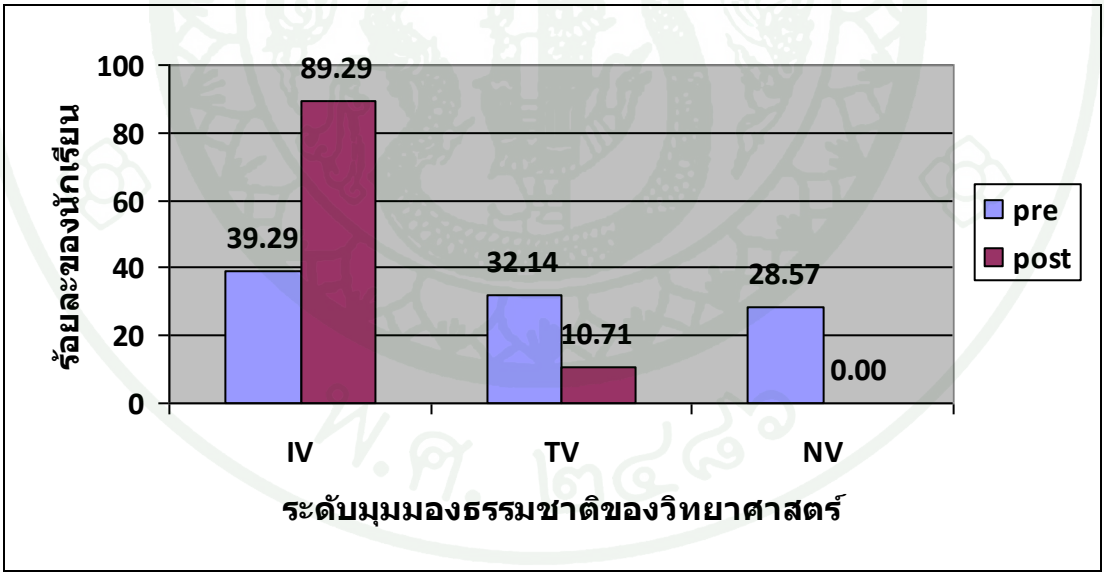
การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยานก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 39.29 แต่ยังมีนักเรียนอีก ร้อยละ 60.71 ที่จัดว่ามีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่าไม่มีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ แต่ยังพบว่ามีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนที่ไม่สอดคล้องกันประชาคมวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อยเพียงร้อยละ 10.71 ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้มีความเข้าใจสามารถอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้แต่ไม่ชัดเจนมากนัก โดยอธิบายว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการใช้กระบวนการทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ มีการให้เหตุและผลในการค้นคว้าความรู้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่เข้าใจอย่างลึกซึ้งว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตและนำไปสู่การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้การศึกษา คิดค้น พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มีมากขึ้นถึงร้อยละ 89.29 โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีมุมมองที่ถูกต้องว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสิ่งที่ต้องการศึกษา ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์ หรือทดลอง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วต้องมาพิจารณากับหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยเหตุและผล โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ทั้งนี้นักเรียนบางส่วนในกลุ่มที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เพิ่มเติมได้ว่า นักวิทยาศาสตร์จะใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออาจใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เช่น กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ ฯลฯ เป็นเครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูลของปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้อีกด้วย โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยานในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการตั้งอยู่บนประจักษ์พยานในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

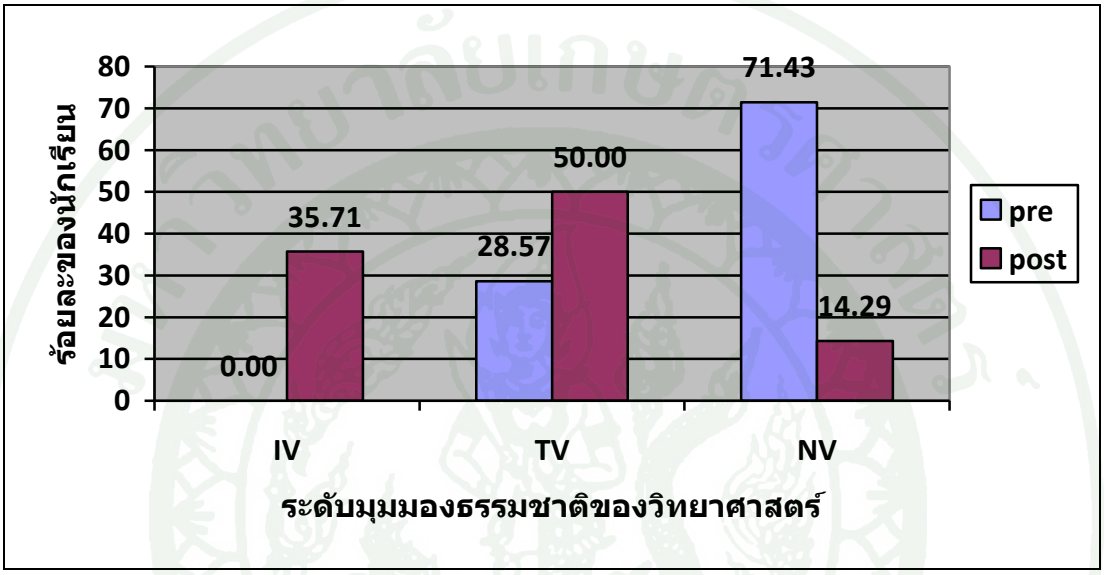
ความเป็นอัตนัย

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นอัตนัยก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมุมมองจัดอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 71.43 และนักเรียนอีกร้อยละ 28.57 อยู่ในกลุ่มที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้

ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่ายังมีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ร้อยละ 14.29 โดยอธิบายว่าสมมติฐานแตกต่างกันเพราะตีความหมายข้อมูลต่างกัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีปัจจัยใดที่ส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์ตีความหมายข้อมูลหลักฐานเดียวกันแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่เข้าใจว่าสมมติฐานที่เกิดขึ้นภายใต้ข้อมูลชุดเดียวกันอาจมีความแตกต่างกันเพราะอิทธิพลของความเชื่อและประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญของนักวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน และยังพบว่านักเรียนบางส่วนอธิบายว่าสมมติฐานแตกต่างกันเพราะมีข้อมูลเดิมไม่เท่ากัน (หลักฐานไม่เท่ากัน หลักฐานไม่เพียงพอ เข้าใจข้อมูลไม่เท่ากัน) ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อคำถาม อย่างไรก็ตามนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้มีแนวโน้มลดลงจากเดิมคือร้อยละ 71.43 แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ดีขึ้น ทำให้มีนักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มที่มีมุมมองบางส่วนที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 50.00 โดยนักเรียนสามารถได้ว่าเหตุใดสมมติฐานจึงต่างกันแต่ยังอธิบายได้ไม่สมบูรณ์ เช่น อธิบายว่าเป็นเพราะพื้นฐานความรู้ของนักวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน หรือเกิดจากความเชื่อตามคำสอนของบรรพบุรุษเล่าต่อกันมา หรือความเชื่อที่เกิดจากจินตนาการ โดยคำตอบของนักเรียนนั้นอธิบายถึงปัจจัยดังกล่าวเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความเข้าใจในบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วนตามกรอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 35.71 ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่า แม้นักวิทยาศาสตร์จะมีข้อมูลหลักฐานเดียวกันแต่นักวิทยาศาสตร์สามารถเสนอสมมติฐานแตกต่างกันได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์ต่างมีความเชื่อที่แตกต่างกัน เป็นความเชื่อส่วนบุคคลที่มีความแตกต่างหลากหลาย และนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีความเชี่ยวชาญหรือมีความรู้ ความถนัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือประสบการณ์ในการศึกษาเรื่องนั้นๆ แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนได้อธิบายเพิ่มเติมว่า สมมติฐานที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอนั้นมีเพียงบางสมมติฐานเท่านั้นที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย ต้องพิจารณาตามหลักวิทยาศาสตร์ ความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ตามหลักความเป็นจริง โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบความเป็นอัตนัยในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบความเป็นอัตนัยในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

การสร้างสรรค์

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความการสร้างสรรค์ก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 32.14 ที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 7.14 เป็นนักเรียนในกลุ่มที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ และนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 60.17

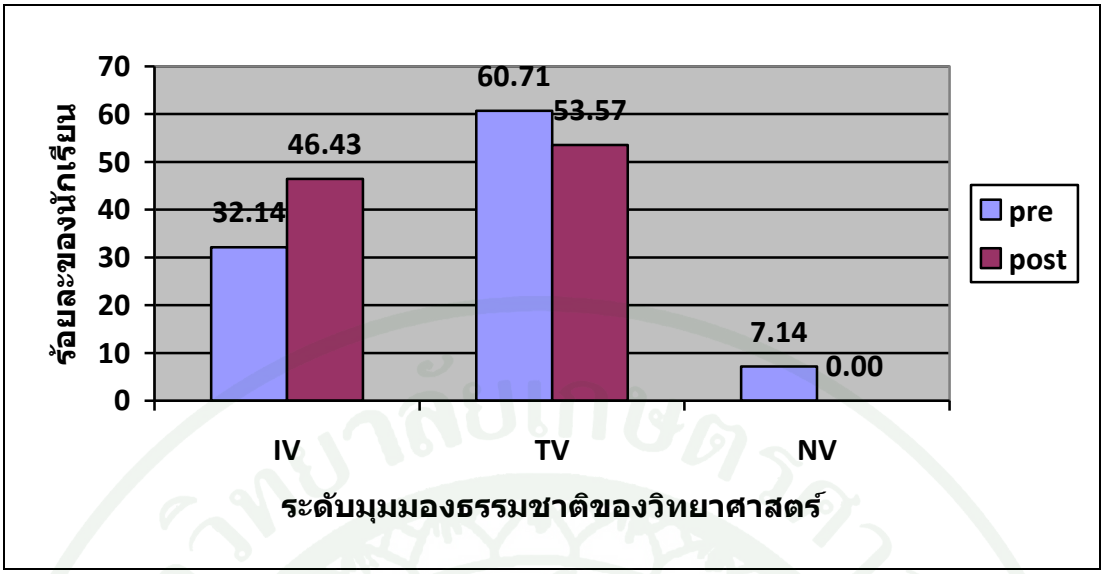
ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่ามีนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้นเป็นร้อยละ 46.43 ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนในกลุ่มนี้มีความเข้าใจที่ถูกต้องว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขณะทำงานทุกขั้นตอน โดยอธิบายได้อย่างถูกต้องว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยเริ่มจากการสังเกต เมื่อได้ข้อมูลแล้วก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาตีความหรือวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลร่วมกับการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ผลงานหรือความรู้ใหม่ที่แตกต่างจากสิ่งเดิม นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนอธิบายเพิ่มเติมว่า ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการทำให้เกิดการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์แต่ต้องใช้ควบคู่กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ต้องพิจารณาความเป็นไปได้และความเหมาะสมเมื่อลงมือปฏิบัติจริง และบางส่วนอธิบายว่า จินตนาการสำคัญกว่าความรู้ ถ้าไม่มีจินตนาการเราจะมีความรู้เท่าเดิม ไม่เกิดการพัฒนา และถ้าไม่ใช้จินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับการใช้เหตุผลก็จะเป็นความเชื่อที่งมงาย เป็นความรู้ที่ไม่น่าเชื่อถือ ไม่ใช่วิทยาศาสตร์

ในองค์ประกอบการสร้างสรรค์นั้น หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์น้อยลงเหลือเพียง ร้อยละ 53.57 โดยนักเรียนในกลุ่มนี้มีความเข้าใจที่ถูกต้องว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการและความสร้างสรรค์ในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อย่างไรในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีผลอย่างไรกับวิทยาศาสตร์ และไม่พบนักเรียนที่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบความเป็นการสร้างสรรค์ในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการสร้างสรรค์ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

มิติทางสังคมและวัฒนธรรม

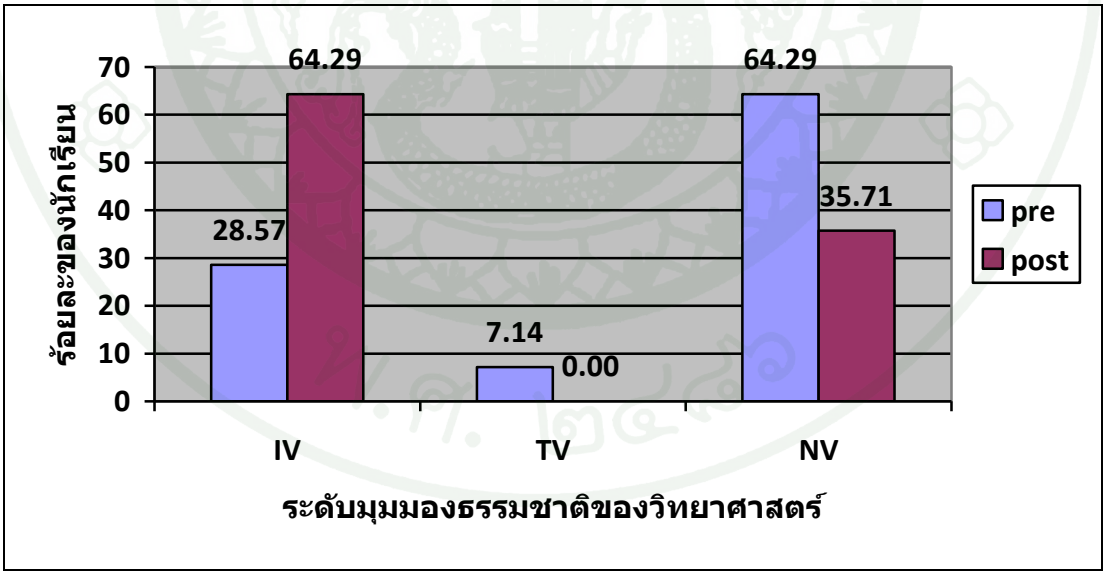
จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มากถึงร้อยละ 64.29 มีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เพียงร้อยละ 28.57 และมีนักเรียนเล็กน้อยเพียงร้อยละ 7.14 ที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่ามีนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงสองกลุ่มคือ กลุ่มที่มีมุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ร้อยละ 64.29 มีความเข้าใจที่ถูกต้องว่าวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิผลจากสังคมและวัฒนธรรม โดยนักเรียนอธิบายว่าสังคมมีส่วนสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการทำงานทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ทำงานบนความต้องการพื้นฐานจากสังคม เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีที่เพิ่มความสะดวกสบาย ฯลฯ อิทธิพลจากความเชื่อ เช่น การพิสูจน์ว่าโลกแบนจริงหรือไม่ ฯลฯ และสังคมและวัฒนธรรมนั้นยังมีอิทธิพลต่อการยอมรับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมไม่ได้ยอมรับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ทั้งหมดในทันที แต่เลือกที่จะยอมรับตามความเชื่อของคนในสังคมมากกว่า

อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 35.71 ซึ่งเข้าใจว่า ศาสนา สังคม และวัฒนธรรมนั้นมีอิทธิพลกับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในอดีตเท่านั้น แต่ในปัจจุบันไม่มีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ และบางส่วนเข้าใจว่าสังคมและวัฒนธรรมไม่มีอิทธิพลกับวิทยาศาสตร์เลย เพราะนักวิทยาศาสตร์ทำงานบนหลักความเป็นวิทยาศาสตร์ บนหลักความเป็นจริง มีความเป็นอิสระไม่มีผลซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง อาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นมีการตัวอย่างประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเหตุการณ์ในอดีตเท่านั้น ประกอบกับนักเรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ของสังคมและวัฒนธรรมต่อวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จึงทำให้เกิดความสับสนและส่งผลให้มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรมในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรมในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

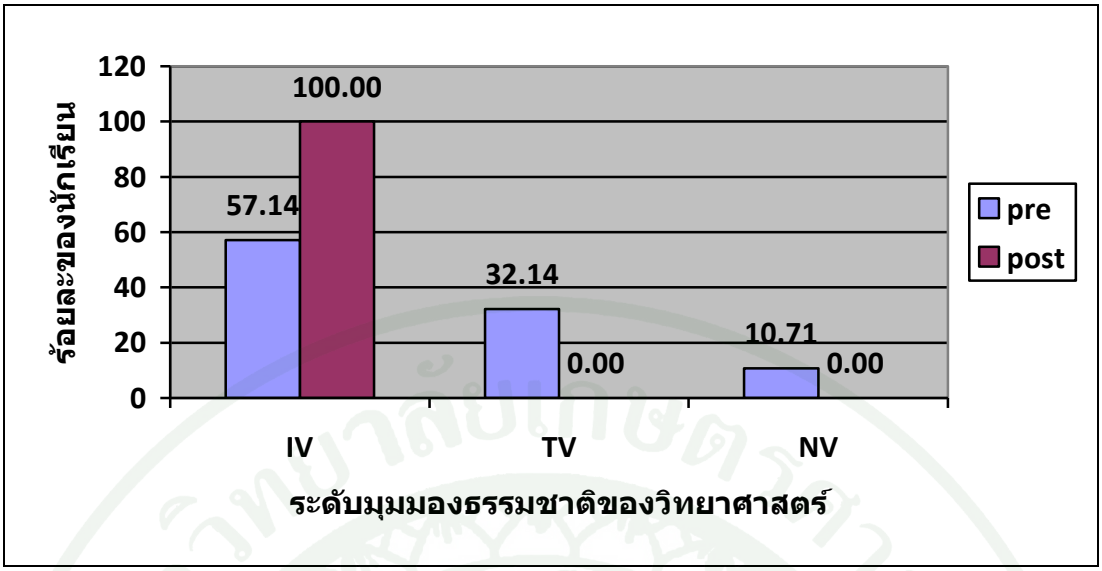
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล ข้อที่ 6 ก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ร้อยละ 57.14 และมีนักเรียนที่มีมุมมองฯที่บางส่วนไม่สอดคล้องและมุมมองฯไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 32.14 และ ร้อยละ 10.71 ตามลำดับ

ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่านักเรียนทั้งหมดมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนอธิบายว่า การที่นักวิทยาศาสตร์มีความมั่นใจในโครงสร้างอะตอมที่เสนอขึ้นนั้น เนื่องจากสร้างรูปแบบโครงสร้างอะตอมเริ่มจากการสังเกต ทำการทดลอง โดยมีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์แปลความหมายข้อมูลจากการสังเกตหรือจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่หรือผลการทดลองและใช้ข้อมูลเหล่านี้เป็นประจักษ์พยานหรือหลักฐานสนับสนุนรูปแบบโครงสร้างอะตอมดังกล่าวว่ามีความถูกต้อง นอกจากนี้ นักเรียนบางส่วนยังอธิบายเพิ่มเติมถึงวิธีการทดลองเพิ่มนำข้อมูลมาจำลองโครงสร้างอะตอมว่า นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการสังเกตและการแปลความหมายข้อมูลหรือตีความหมายข้อมูลได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความถนัดและประสบการณ์ความเชี่ยวชาญ และการแปลความหมายข้อมูลที่ดีควรวิเคราะห์ข้อมูลจากหลายๆแหล่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 6) ในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 22

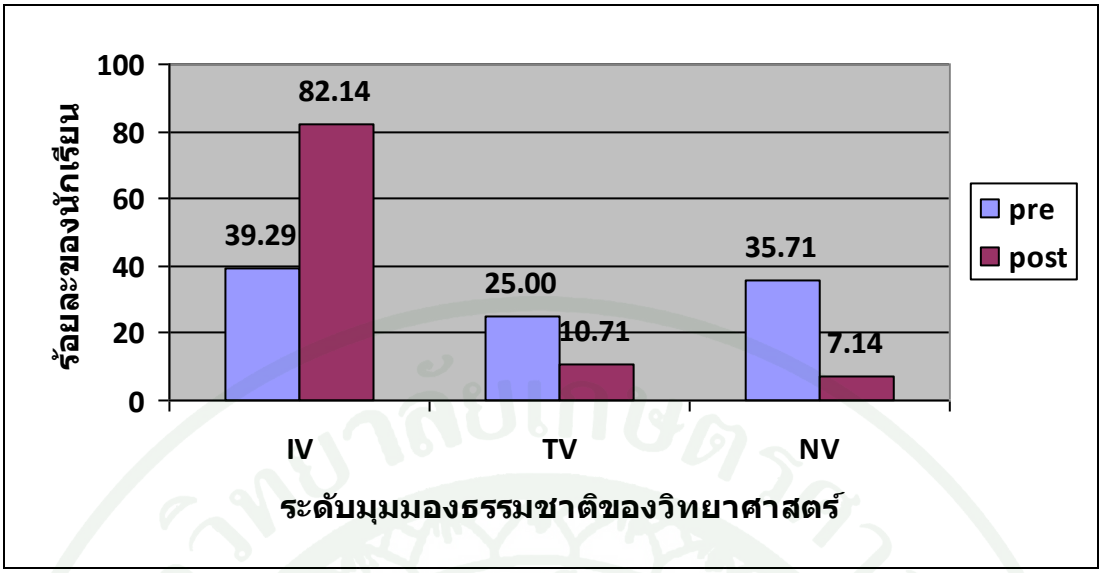
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 6) ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล ข้อที่ 7 ก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เพียงร้อยละ 39.29 และมีนักเรียนที่มีมุมมองฯที่บางส่วนไม่สอดคล้องและมุมมองฯไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 25.00 และ ร้อยละ 35.71 ตามลำดับ ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่านักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 82.14 และมีนักเรียนที่มีมุมมองฯที่บางส่วนไม่สอดคล้องและมุมมองฯไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์น้อยลงเหลือเพียง ร้อยละ 10.71 และ ร้อยละ 7.14 ตามลำดับ โดยนักเรียนในกลุ่มที่มีมุมมองฯ ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์เก็บข้อมูลจากการสังเกตมากพอจนสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลเหล่านั้นมีลักษณะเหมือนกัน การนิยามศัพท์วิทยาศาสตร์เป็นการตีความหมายจากข้อมูลที่เป็นหลักฐาน โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 7) ในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



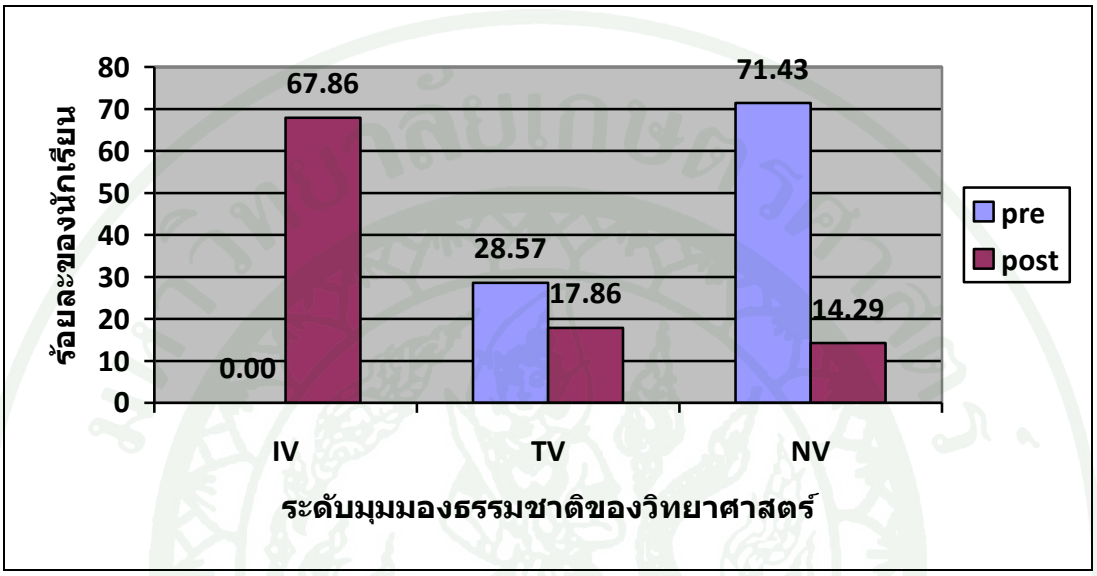
ภาพที่ 23 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ข้อที่ 7) ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ทฤษฎีและกฎ

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบทฤษฎีและกฎก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มากถึงร้อยละ 71.43 และไม่พบนักเรียนที่มีมุมมองฯที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่ามีนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องและมุมมองฯบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 14.29 และ ร้อยละ 17.86 และกลุ่มที่มีมุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 67.86 ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายความหมายของกฎวิทยาศาสตร์และทฤษฎีวิทยาศาสตร์และสามารถบอกความแตกต่างของความรู้วิทยาศาสตร์ได้ โดยอธิบายว่า กฎ เป็นการบอกถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร สามารถเขียนออกมาในรูปของสมการหรือสูตรได้ ทฤษฎีเป็นคำอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและมีหลักฐานมาสนับสนุนทำให้น่าเชื่อถือ แต่กฎและทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานหรือความรู้ใหม่ที่น่าเชื่อถือมากกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนส่วนหนึ่งเข้าใจถึงความแตกต่างของความรู้วิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สามารถอธิบายกฎและทฤษฎีได้อย่างชัดเจนและสมบูรณ์ โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบทฤษฎีและกฎในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบทฤษฎีและกฎในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

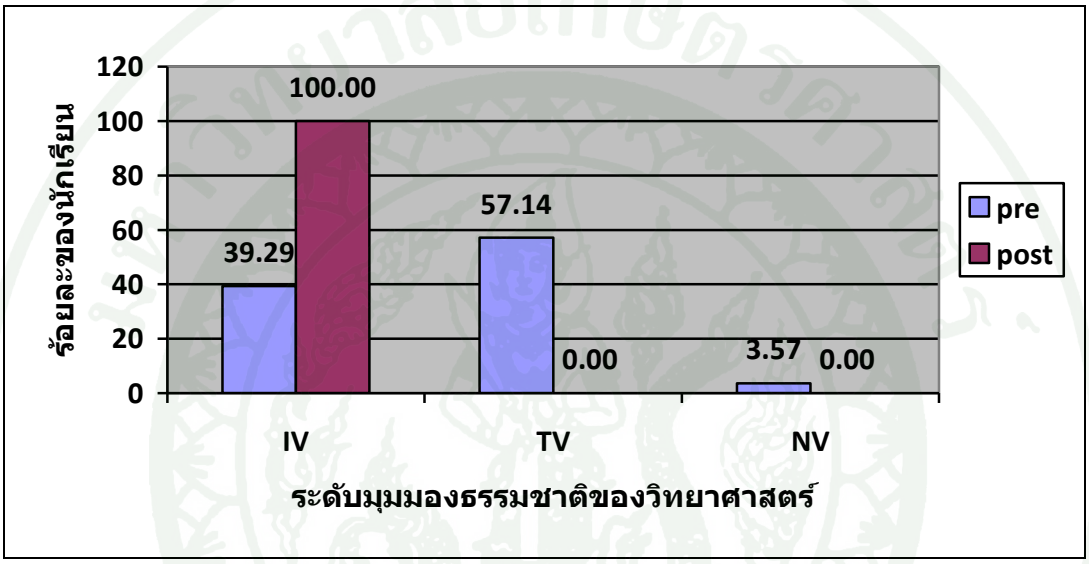
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 ก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์มากที่สุดถึงร้อยละ 57.14 และมีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 3.57 และ ร้อยละ 39.29 ตามลำดับ

ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่านักเรียนทั้งหมดมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการทดลองได้อย่างชัดเจนและสมบูรณ์ โดยอธิบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหมายว่าการทดลองว่า เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่ง ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ พิสูจน์หาหลักฐานและคำตอบที่สงสัยหรือตั้งสมมติฐานไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ การทดลองมีขั้นตอนและมีลำดับในการปฏิบัติ แต่ไม่แน่นอนตายตัวขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสมกับสิ่งที่จะทำการทดลองหรือจุดประสงค์ในการทดลองนั้นๆ โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2) ในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 25

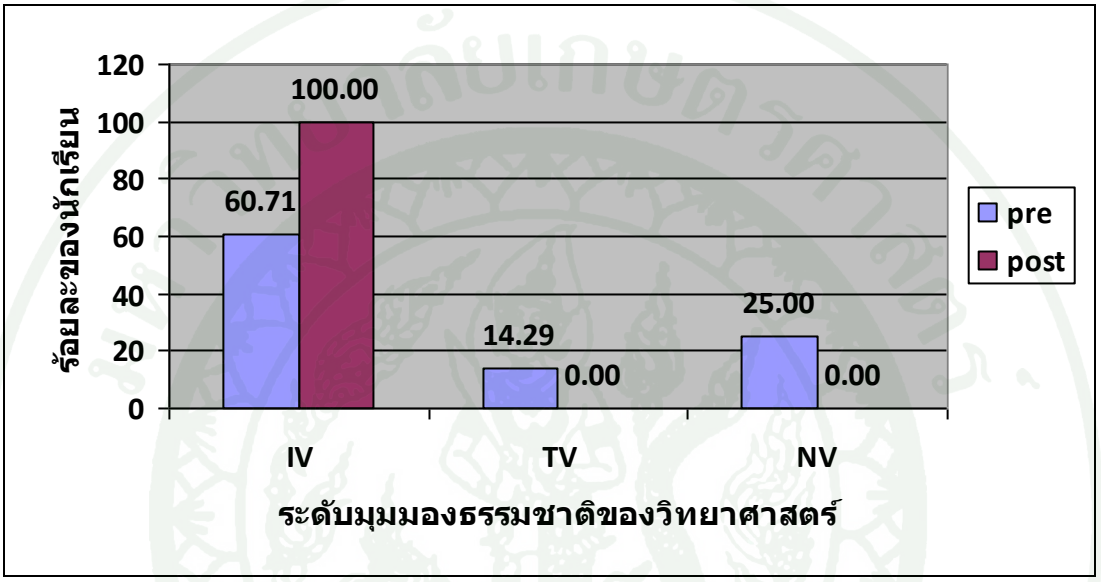


ภาพที่ 25 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2) ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3 ก่อนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ร้อยละ 60.71 และมีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 14.29 และ ร้อยละ 25.00 ตามลำดับ ทั้งนี้หลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว พบว่านักเรียนทั้งหมดมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนอธิบายว่าความก้าวหน้าของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเท่านั้น แต่อาจเกิดได้จากหลายวิธีรวมกัน เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสังเกต การลงความเห็นข้อมูล การตีความหมายข้อมูล ฯลฯ บางส่วนอธิบายเพิ่มเติมว่าบางครั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดเกิดขึ้นโดยบังเอิญก็ได้ เช่น การค้นพบยาเพนนิซิลินเหตุจากการลืมเช็ดโต๊ะในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนองค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3) ในแต่ละระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 ร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3) ในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมก่อนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่านักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเพศชายมากถึง 2 ใน 3 และทำการศึกษาทางเคมีซึ่งต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ และด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์จะต้องสวมใส่เสื้อกาวน์ ใส่แว่น ไว้หนวดเครา ผมฟู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของตัวชี้วัดที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาสาสตร์ ดังตารางที่ 19 มีข้อค้นพบดังนี้

ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนยังคงมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 67.86 เท่ากับมุมมองก่อนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ อาจเป็นผลมาจากในการทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นมีการยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นเพศชายเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนยังไม่มีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในส่วนนี้ แต่ในส่วนของสถานที่ทำการทดลอง พบว่ามีการปรับเปลี่ยนมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์นั้นทำงานนอกห้องปฏิบัติการมากขึ้นเป็นร้อยละ 67.86 จากเดิมร้อยละ 39.29 ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีขึ้น และยังพบว่านักเรียนมีความคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานเกี่ยวกับเคมีลดลงเป็นร้อยละ 21.43 จากเดิมร้อยละ 53.57 และทำงานเกี่ยวกับชีววิทยาและฟิสิกส์เพิ่มขึ้น เป็นร้อยละ 50.00 และร้อยละ14.29 ตามลำดับ ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดีขึ้นเช่นเดียวกัน โดยอาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมที่ครอบคลุมในทุกสาขาวิชา

ด้านสัญลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ที่มีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใส่เสื้อกาวน์ ไว้หนวดเครา ใส่แว่น และผมฟู (ร้อยละ 25.00 10.71 17.86 และ14.29 ตามลำดับ) ซึ่งมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด อาจเป็นผลจากการทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นมีการยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่มีบุคลิกที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ในด้านนี้ดีขึ้นอย่างชัดเจน

ด้านสัญลักษณ์ของการวิจัยมีแนวโน้มของการแสดงถึงสัญลักษณ์เกี่ยวกับสาขาเคมีลดลง มีการวาดภาพเกี่ยวกับสาขาชีววิทยามากขึ้น เช่น พืชและสัตว์ทดลอง ร้อยละ 42.86 และ 32.14 ตามลำดับ

ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้และด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น ชั้นวางสารเคมีหรือตัวอย่าง เครื่องจักรหรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์ลดลง ด้วยเหตุนี้จึงสรุปโดยภาพรวมได้ว่านักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นในทุกตัวชี้วัด

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพวาดประกอบคำบรรยายภาพ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างที่ 1 ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 25) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพประกอบคำบรรยายภาพ

ภาพที่ 27 ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 25)

จากภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 25) ดังภาพที่ 27 สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพวาดประกอบคำบรรยายภาพ ในแต่ละตัวชี้วัดได้ดังนี้

1) ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า เป็นนักวิทยาศาสตร์เพศชาย ทำการศึกษาเกี่ยวกับสาขาชีววิทยา (สังเกตบริบทของนักวิทยาศาสตร์และสถานที่ในภาพวาด) และทำงานอยู่นอกห้องปฏิบัติการ (สังเกตจากบริบทในภาพวาด)

2) ด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สวมใส่เสื้อกาวน์ขณะทำงาน ไม่ไว้หนวดเครา ผมไม่ฟู แต่ใส่แว่น

3) ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย พบ ต้นไม้ ดอกไม้ ผีเสื้อ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานเกี่ยวกับสาขาวิชาชีววิทยา

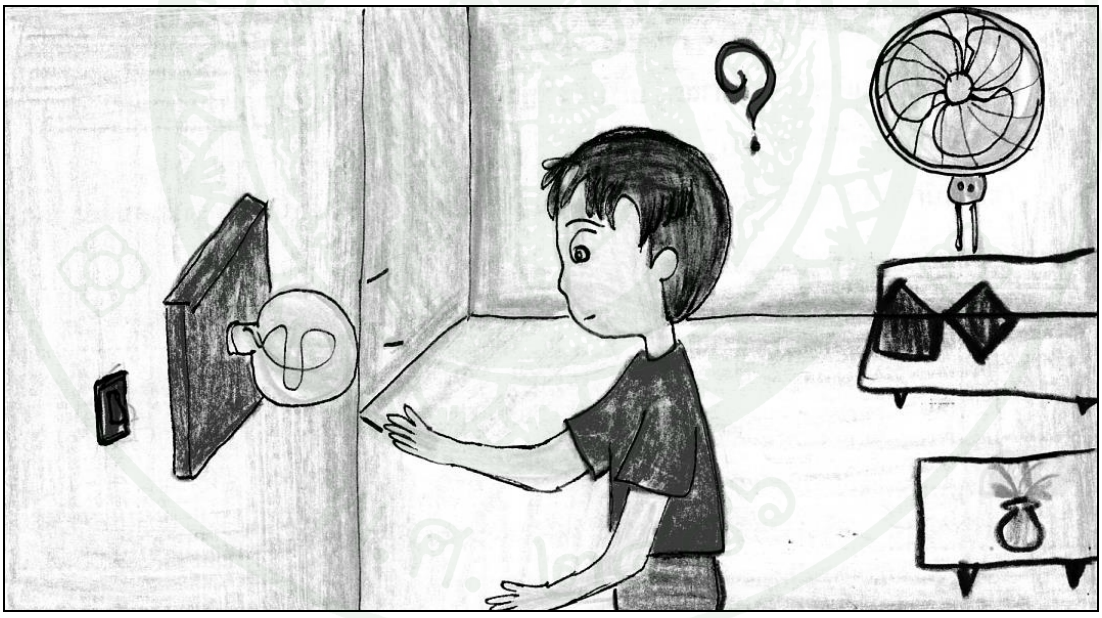
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ พบ หนังสือ

5) ด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น ไม่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนแต่อย่างใด

ทั้งนี้ นักเรียนได้บรรยายภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ที่กำลังทำงานของตนเอง (N 25) ว่า “นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของพืชและดอกไม้ในสวนหลังบ้าน” จึงเชื่อได้ว่าเป็นภาพวาดนักวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาซึ่งกำลังทำงานนอกห้องปฏิบัติการ จึงสามารถสรุปได้ว่านักเรียน (N 25) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ยังคงมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์นั้นใส่แว่น ซึ่งเป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างที่ 2 ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 06) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพประกอบคำบรรยายภาพ



ภาพที่ 28 ตัวอย่างภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์ (N 06)

จากภาพวาดนักวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (N 06) ดังภาพที่ 28 สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพวาดประกอบคำบรรยายภาพ ในแต่ละตัวชี้วัดได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า เป็นนักวิทยาศาสตร์เพศชาย ทำการศึกษาเกี่ยวกับสาขาฟิสิกส์ (สังเกตบริบทของนักวิทยาศาสตร์และสถานที่ในภาพวาด) และทำงานอยู่นอกห้องปฏิบัติการ (สังเกตจากบริบทในภาพวาด)

2) ด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สวมใส่เสื้อกาวน์ขณะทำงาน ไม่ไว้หนวดเครา ไม่ใส่แว่นและผมไม่ฟู

3) ด้านสัญลักษณ์ในงานวิจัย พบ สวิตช์ไฟและหลอดไฟ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานเกี่ยวกับสาขาวิชาฟิสิกส์

4) ด้านสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ ไม่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนแต่อย่างใด

5) ด้านสัญลักษณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น ไม่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนแต่อย่างใด

ทั้งนี้ นักเรียนได้บรรยายภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ที่กำลังทำงานของตนเอง (N 06) ว่า “เด็กชายพีสงสัยว่าทำไมหลอดไฟในบ้านจึงสว่างไม่เท่ากัน ร้อนไม่เท่ากัน ” จึงเชื่อได้ว่าเป็นภาพวาดนักวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ซึ่งกำลังทำงานนอกห้องปฏิบัติการ จึงสามารถสรุปได้ว่านักเรียน (N 06) มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในด้านเอกลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์

การอภิปรายผล

การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง โดยครูชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการอภิปรายองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้มีการบ่งชี้ถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถออกแบบการสอนได้ครอบคลุมกรอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) Khishfe (2008)Akerson and Volrich (2006) Clough (2009) และ Schwartz and Lederman (2002) ซึ่งกล่าวว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูสามารถกำหนดองค์ประกอบธรรมชาติของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ที่ต้องการบ่งชี้ได้ตามความเหมาะสม และเป็นรูปแบบการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์และสามารถเชื่อมโยงลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบที่เป็นเป้าหมายและการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยไม่บูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยจัดเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรในลักษณะของชุมนุมวิชาการที่มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉพาะโดยไม่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์และไม่จำกัดพื้นฐานความรู้ของนักเรียน เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายจากการทำกิจกรรม และเป็นการเพิ่มโอกาสในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสนใจอย่างเต็มที่นอกเหนือจากการเรียนแบบบูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) และ Khishfe and Lederman (2006) ซึ่งกล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งแบบไม่บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ไม่ต่างจากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งแบบบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เช่น การบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปกับการสอนวิชาชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ เป็นต้น

การมอบหมายให้นักเรียนค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ซึ่งเป็นหัวข้อในการทำกิจกรรมมาล่วงหน้าก่อนทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเตรียมความพร้อมก่อนเข้าร่วมกิจกรรม โดยพบว่านักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ในด้านชีวประวัติผลงานที่สร้างชื่อเสียง และทบทวนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ทำให้นักเรียนมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อในการทำกิจกรรม และแสดงให้เห็นถึงความสนใจของนักเรียนในการเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

การทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (Dewey, 1916; Schwartz *et al*., 2002) โดยสวมบทบาทเสมือนนักวิทยาศาสตร์ในอดีตในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล หลักฐาน (NCHS, 1996) ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการทำงานทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจถึงบริบททางประวัติศาสตร์ ทั้งแนวคิดในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การใช้ความคิดสร้างสรรค์และตรรกะของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ รวมทั้งข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์ในเวลานั้น เป็นกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมและสามารถสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง (NRC., 2000) ประกอบกับในระหว่างดำเนินกิจกรรมมีการชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งจากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ช่วยทำให้นักเรียนพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) Schwartz *et al.* (2002) Schwartz *et al*. (2004) และ Clough (2009) ซึ่งกล่าวว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยจัดกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีการที่ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการเชิงวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และยังสามารถเรียนรู้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมอีกด้วย

เรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญอันหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) และ Clough (2011) ซึ่งกล่าวว่าการอ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการให้นักเรียนได้อ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลในเวลาเรียน และแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้รับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนร่วมชั้น และร่วมกันอภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสร้างข้อสรุปจากเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ทำให้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น ครูสามารถติดตามการทำงานและสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนได้อย่างถึงทั่วถึง อีกทั้งยังทำให้ครูมีเวลาในการชี้แนะ ให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือตอบข้อสงสัยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เมื่อพิจารณาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งจัดการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ที่ใช้ยุทธวิธีการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปถึงองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆ ตามความสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ เห็นได้จากการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากที่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naive View) เป็นมีมุมมองบางส่วนไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Transitional View) หรือมุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed View) มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Clough (2009) Kruse *et al.* (2009) Kruse (2010) และ Vanderlinden (2007) ซึ่งพบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งโดยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ

แม้ว่านักเรียนจะมีแนวโน้มการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ แต่ยังพบว่ามีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ในบางองค์ประกอบ ได้แก่ มิติทางสังคมและวัฒนธรรม (ร้อยละ 35.71) ทฤษฎีและกฎ (ร้อยละ 14.29) ความเป็นอัตนัย (ร้อยละ 14.29) และการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (จากคำถามข้อที่ 6) (ร้อยละ 7.14) และพบนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (TV) ในบางองค์ประกอบ ได้แก่ ความเป็นอัตนัย (ร้อยละ 50.00) การคิดสร้างสรรค์ (ร้อยละ 53.57) ทฤษฎีและกฎ (ร้อยละ 17.86) การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (จากคำถามข้อที่ 7) (ร้อยละ 10.71) การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน (ร้อยละ 10.71) และความเป็นพลวัตร (ร้อยละ 7.14)

ในส่วนของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่พบว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์จะทำงานเกี่ยวกับเคมีในห้องปฏิบัติการ สวมใส่เสื้อกาวน์ในขณะทำงาน ไว้หนวดเครา ใส่แว่นและผมฟู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chambers (1983) โดยมุมมองของนักเรียนดังกล่าวเป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ แต่เป็นที่น่าสนใจว่าเมื่อมีการบ่งชี้ถึงองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชาคมมากขึ้น โดยมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์นั้นทำงานเกี่ยวกับเคมีในห้องปฏิบัติการ สวมใส่เสื้อกาวน์ในขณะทำงาน ไว้หนวดเครา ใส่แว่นและผมฟูน้อยลง แต่ยังคงมีมุมมองเช่นเดิมว่านักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์เพศชายเพียงอย่างเดียว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง

กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (กิจกรรมชุมนุมวิชาการ) ที่จัดขึ้นตามความสนใจของนักเรียน มุ่งเน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่สื่อให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเหตุการณ์ในอดีต ร่วมกับการทำกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ และการอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องราวทางประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิธีการวิจัย

การวิจัยเป็นการวิชัยเชิงคุณภาพ ประเภทกรณีศึกษา (Case Study Research) ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงลึกในบริบทที่เฉพาะเจาะจง โดยสำรวจและศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่อมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่เน้นพัฒนาความรู้และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ที่มีหลักสูตรการศึกษาโดยเฉพาะและมีบริบทต่างจากโรงเรียนทั่วไป เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงผลการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

กรณีศึกษา

โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาแบบสหศึกษาขนาดกลางประเภทอยู่ประจำทั้งหมด ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดการศึกษามุ่งเน้นการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผ่านการเรียนในรายวิชาธรรมชาติและการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์และสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน เป็นนักเรียนชาย 2 คน และนักเรียนหญิง 26 คน อายุเฉลี่ย 16 ปี โดยทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ได้ดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแผนรายหน่วย จำนวน 6 แผน แผนละ 2 คาบ ใช้เวลา 8 สัปดาห์ มีลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ประกอบการจัดกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ร่วมกับการอภิปรายและสะท้อนมุมมองเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์ที่มีเนื้อหาครอบคลุมในทุกสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา จำนวน 6 เรื่อง ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนาโดย Assoiate Professor Dr.Michael P. Clough. และคณะ จากมหาวิทยาลัยไอโอวา (อ้างอิงจากเว็บไซต์ http://www.storybehindthescience.org)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ใช้ยุทธวิธีหลักคือการอ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ดัดแปลงเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มาจากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนาโดย Assoiate Professor Dr.Michael P. Clough. และคณะ (อ้างอิงจากเว็ปไซด์ http://www.storybehindthescience.org) เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนเพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง โดยมีเนื้อหาครอบคลุมในทุกสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา จำนวน 6 เรื่อง แต่ละเรื่องมีเนื้อหาความยาว 5-6 หน้า พร้อมภาพสีประกอบ ใช้เวลาในการอ่าน 20 นาที

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่สะท้อนในเห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และแนวคิดในพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาจากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลและประเมินผลการเรียนรู้ คือแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ ปรับจาก View of Nature of Science Questionnaire -From C (VNOS-From C) ซึ่งพัฒนาโดย Lederman *et al.* (2002) และ Draw -A-Scientists Test (DAST) ซึ่งพัฒนาโดย David Wade Chambers (1983) ใช้เวลาในการทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 80 นาที และใช้อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และใบงานกิจกรรม เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบบรรยาย โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1-10 เป็นรายบุคคล และจัดกลุ่มคำตอบตามระดับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Ledermen *et al.* (2000)

2. ผู้วิจัยทำการหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (inter rater reliability) โดยสุ่มคำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาร้อยละ 20 และให้ผู้ประเมิน จำนวน 3 คน ได้แก่ นิสิตปริญญาโทที่มีความรู้ความเข้าใจ และมีประสบการณ์การวิจัยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 คน และผู้วิจัย รวม 3 คน ทำการตรวจและพิจารณาความสมบูรณ์ของคำตอบและความสอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ประชาคมวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ Ledermen *et al.* (2000) และร่วมกันแสดงความคิดเห็นและหาข้อสรุปในการวิเคราะห์คำตอบ เพื่อใช้เป็นกรอบในการตรวจคำตอบต่อไป

3. หาร้อยละมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มคำตอบ

4. ทำการเปรียบเทียบร้อยละมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มคำตอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาผลการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

5. ทำการวิเคราะห์ภาพวาดนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นคำตอบในแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้อที่ 11 โดยวิเคราะห์ภาพลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียนประกอบคำบรรยายภาพซึ่งสะท้อนถึงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และหาค่าร้อยละของแต่ละตัวชี้วัดที่ปรากฏในภาพวาดของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. เปรียบเทียบร้อยละมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่มคำตอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

7. ตรวจสอบการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จากอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และใบงานกิจกรรมความรู้จากเรื่องสั้น เพื่อตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรงมากขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมนักเรียนทุกคนที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นผ่านการเรียนในรายวิชาธรรมชาติการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรายวิชาที่ให้นักเรียนได้เรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยจากการจัดกิจกรรมซึ่งเน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางองค์ประกอบ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008) เมื่อทำการสำรวจมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ในบางองค์ประกอบ เช่น นักเรียนมีมุมมองว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีความเป็นพลวัตร สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (ความเป็นพลวัตร) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์หลายวิธีการร่วมกันขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการศึกษา หรืออาจเกิดจากความบังเอิญ และนักวิทยาศาสตร์เก็บข้อมูลด้วยการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออาจใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการสังเกต และการแปลความหมายข้อมูลโดยการตีความหมายข้อมูลหรือการตีความหมายข้อมูลโดยคำนึงถึงความเชื่อมโยงของข้อมูลต่างๆและความสมเหตุสมผล (กระบวนการทางวิทยาศาสตร์) และวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเพื่อเป็นประจักษ์พยาน (การตั้งอยู่บนประจักษ์พยาน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความสร้างสรรค์ในการทำงานอย่างไร (การสร้างสรรค์) และมีมุมมองว่าการทดลองวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการปฏิบัติที่แน่นอนตายตัว มีระเบียบแบบแผน (กระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์

แม้ว่านักเรียนจะมีพื้นฐานมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ยังมีมุมมองที่ควรได้รับการพัฒนามากที่สุด คือ มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบความเป็นอัตนัยและองค์ประกอบทฤษฎีและกฎ เนื่องจากนักเรียนทุกคนไม่สามารถบอกความหมายของกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้ ทำให้ไม่สามารถอธิบายความแตกต่างของความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น ลักษณะและความสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์แต่ละประเภท (ทฤษฎีและกฎ) นักเรียนไม่เข้าใจว่าปัจจัยใดทำให้นักวิทยาศาสตร์ตีความหมายข้อมูลหลักฐานชุดเดียวกันแตกต่างกัน (ความเป็นอัตนัย) ซึ่งเป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจว่าสังคม ศาสนาและวัฒนธรรมไม่มีผลต่อการทำงานทางวิทยาศาสตร์ (มิติทางสังคมและวัฒนธรรม) ซึ่งเป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้องเป็นส่วนมาก

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนยังมีมุมมองที่คลาดเคลื่อนและมีบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง เป็นนักเคมีที่ทำงานในห้องปฏิบัติการ สวมใส่เสื้อกาวน์ ไว้หนวดเครา ใส่แว่นและผมฟู

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบใบงานกิจกรรม พบว่านักเรียนสามารถสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์พบว่านักเรียนทำกิจกรรมด้วยความสนใจ และรู้สึกสนุกสนาน มีการปรึกษาหารือกับเพื่อนในกลุ่มถึงการทำกิจกรรมและค้นคว้าเพิ่มเติมหรือขอคำแนะนำจากครูผู้สอน และในระหว่างทำกิจกรรมครูได้ชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่เป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในระหว่างทำกิจกรรม และนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประเด็นที่เป็นองค์ประกอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถปฏิบัติกิจกรรมและใบงานได้อย่างถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ นักเรียนให้ความสนใจกับเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ สังเกตได้จากความตั้งใจในการอ่าน การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องสั้นถึงความชื่นชอบเรื่องราวในเรื่องสั้น มีเนื้อหาที่เหมาะสม และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เมื่ออ่านเรื่องสั้นแล้วทำให้เกิดความประทับใจและมีแรงบันดาลใจในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องสั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้วิจัย นอกจากนี้นักเรียนยังมีการแลกเปลี่ยนความรู้กันเกี่ยวกับเรื่องราวในเรื่องสั้น และครูผู้สอนได้ให้ข้อเสนอแนะถึงข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหาในเรื่องสั้นสำหรับนักเรียนที่ไม่เข้าใจหรือมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไป

การอภิปรายความรู้ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้นและประเด็นที่เป็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบที่เป็นเป้าหมายของแต่ละเรื่องสั้นนั้น นักเรียนสามารถสะท้อนและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

จากการเปรียบเทียบร้อยละของนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระดับต่างๆ ก่อนและหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้น พบว่ามีแนวโน้มการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น เห็นได้จากการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากที่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับประชมคมวิทยาศาสตร์ (NV) เป็นมีมุมมองบางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (TV) หรือมุมมองสอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) มากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Khishfe, 2008; Akerson and Volrich, 2006; Schwartz and Lederman, 2002) โดยครูชี้ให้เห็นถึงประเด็นองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการอภิปรายองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรมแต่ละครั้ง และเรียนรู้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ด้วย

จากผลการวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นว่าการใช้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick and Lederman (2000) Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) กาญจนา มหาลีและชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553 และ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555 ทั้งนี้นักเรียนได้สะท้อนความคิดในอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่า การอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ช่วยทำให้เข้าใจการพัฒนาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ทราบถึงกระบวนการการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ทราบถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับประเด็นจากเรื่องสั้น และรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนร่วมชั้น และยังเกิดความประทับใจถึงความพยายามในการพัฒนาองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ทำให้เกิดแรงบันดาลใจในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

1) ครูอาจจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มาก่อนล่วงหน้า เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนใช้เวลาอ่านเรื่องสั้นไม่เท่ากัน และนักเรียนบางคนให้ข้อเสนอแนะว่าอยากสืบค้นข้อสงสัยด้วยตนเองก่อนเข้าเรียน

2) การจัดกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก นักเรียนบางกลุ่มมีการทำซ้ำในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อยืนยันความถูกต้องในการปฏิบัติทำให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นมาก ครูควรควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมในส่วนนี้เพื่อไม่ให้กระทบการจัดกิจกรรมในส่วนอื่นๆ

3) การอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่เป็นเป้าหมายมีความซ้ำซ้อนกัน ครูควรเลือกอภิปรายให้มีสถานการณ์หรือประเด็นจากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนเชิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์และเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ให้มีความหลากหลายและไม่เกิดความซ้ำซ้อนในแต่ละกิจกรรม ซึ่งจะทำให้เวลาในการจัดกิจกรรมมีความกระชับมากขึ้นและนักเรียนจะไม่รู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องอภิปรายในประเด็นลักษณะเดียวกันหลายครั้ง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา

1) ผู้บริหารสถานศึกษาควรสนับสนุนให้ครูจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้นควบคู่กับศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน เพื่อการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบที่นักเรียนยังไม่เกิดความเข้าใจ

2) สนับสนุนการเผยแพร่การจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยที่พบว่าหลังทำกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นั้นสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้โดยมีแนวโน้มการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (TV) และนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ในบางองค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบมิติทางสังคมและวัฒนธรรม (ร้อยละ 35.71) ความเป็นอัตนัย ทฤษฎีและกฎ (ร้อยละ 14.29) และองค์ประกอบการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (ร้อยละ 7.14) และองค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิงถึงสองเท่า จึงควรมีการศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดในงานวิจัย

1. หลังจากนักเรียนทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ถ้าพบว่านักเรียนมีการตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน กำกวม ควรมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม เพื่อความเข้าใจในมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงของนักเรียน

2. การปรับเปลี่ยนสถานที่ในการจัดกิจกรรมชุมนุมฯ เพื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้นั้นส่งผลต่อเวลาในการจัดกิจกรรม เกิดความล้าช้าเนื่องจากนักเรียนเกิดความสับสนถึงสถานที่ในการจัดกิจกรรม ควรเน้นย้ำถึงสถานที่ในการจัดกิจกรรมและควบคุมเวลาในการจัดกิจกรรมเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ในการจัดกิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มีแต่ตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์เพศชาย ทำให้นักเรียนยังไม่เกิดการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์ประกอบคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ในด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนยังคงสะท้อนมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ควรยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์เพศหญิง เพื่อให้นักเรียนเห็นตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่มีความหลากหลายซึ่งจะช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้ดียิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2553. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.** 16 (5): 795-809.

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2546. **คู่มือวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. 2552. **กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร.** กรุงเทพมหานคร. (อัดสำเนา).

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, และ พรทิพย์ ไชยโส. 2552. “ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” **วารสารวิจัย มข.** 14 (4): 360-374.

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

Abd-El-Khalick, F. and BouJaoude, S. 1997. “An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching.” **Journal of Research in Science Teaching** 34: 673-699.

_____, and Lederman, N. G. 2000. “The influence of history of science courses on students’ views of nature of science.” **Journal of Research in Science Teaching** 37(10): 1057-1095.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Akerson, V. L., 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): 295-371.

_____. and Volrich. 2006. "Teaching nature of science explicitly in a first-grade intership setting." **Journal of Research in Science Teaching** 43 (4): 377-394.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1990. **Project 2061 : Science for all Americans**. New York : Oxford University Press.

_____. 2012. **Project 2061 : Science for all Americans**. Washington, D. C. : Author

Astra Zeneca Science Teaching Trust. 2012. Primary Science Teaching Trust.(Online). http://www.pstt.org.uk/

Biological Sciences Curriculum Study (BSCS). 2006. **BSCS Science: An Inquiry Approach.** Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company.

Clough, M. P. 2006. "Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction." **Science & Education**. 15 (5): 463–494.

_____. 2009. " Humanizing science to improve post-secondary science education." **Paper presented at the Tenth International History Philosophy and Science Teaching (IHPST) Conference**, June 24-28. Notre Dame, Indiana.

_____., B. C. Herman and J. A. R. Smith. 2010. "Seamlessly teaching science content and the nature of science: Impact of historical short stories on post-secondary biology students." **Association for Science Teacher Education (ASTE) National Conference**, January 14-16. Sacramento, CA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Clough, M. P. 2011. "The story behind the science: Bringing science and scientists to life in post-secondary science education." **Journal of Research in Science & Education**. 20 (7-8): 701-717.

Chambers, D. W. 1983. "Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test." **Journal of Research in Science Education**. 67 (2): 255-265.

Driver, R. , J. Leach, R. Millar, and P. Scott. 1996. Young People's Images of Science. Buckingham : Open University Press.

Finson, K. D., J. B. Beaver, and B. L. Cramond. 1995. "Development and field test of a checklist for the draw-a-scientist test." **School Science and Mathematics**. 95 (4): 195-205.

Irwin, A. P. 1998. "Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context." **Science Education** 84(1): 5-26.

Khishfe, R. 2008. "The development of seventh graders' views of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 45: 470–496.

_____. 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.

Kruse, J. W. , M. P. Clough, J. K. Olson, and J. Colbert. 2009. "Investigating college biology majors' struggles to understand the nature of science from historically accurate short stories." **Paper presented at the Tenth International History, Philosophy, and Science Teaching (IHPST) Conference**, Notre Dame, Indiana. June 24-28.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kruse, J. W. 2010. **"Historical short stories in the post-secondary biology classroom: Investigation of instructor and student use and views."** Doctoral Dissertation, Iowa State University.

Lederman, N. G. 1992. "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research." **Journal of Research in Science Teaching** 29 (4): 331–359.

_____. 1998. "The state of science education: subject matter without context." Electronic Journal of Science Education" 3(2) available at http://www.unr.edu/homepage/jcannon/ejse/lederman.html, retrieved 21 June 2009.

_____, Abd-El-Khalick, Bell, and Schwartz. 2002. "Views of nature of science queationaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conception of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 39(6): 497-518

McComas, W. F. 2004. "Keys to teaching the nature of science: Focusing on the nature of science in the science classroom." **The Science Teacher** 71(9): 24-27.

Schwartz, R. S. and N. G. Lederman. 2002. "It's the nature of the beast : The influence of knowledge and intentions on learning and teaching of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 39(3): 205-236.

Shapiro, B. L. 1996. "A case study of change in elementary student teacher thinking during an independent investigation in science : Learning about the Face of science that does not yet know." **Journal of Research in Science Education** 80: 535-560.

Vanderlinden, D. 2007. **"Teaching the content and context of science: The effect of using historical narratives to teach the nature of science and science content in an undergraduate introductory geology course."** Doctoral Dissertation, Iowa State University

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Vanderlinden, D. 2007. **"The effect of using historical narratives to teach the nature of science and science content in an undergraduate introductory geology course."** Doctoral Dissertation, Iowa State University.

Yin, R. K. 2003. **Case study research: Design and methods (3rd ed.).** Thousand Oaks, CA: Sage.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศ.ดร. สุทัศน์ ยกส้าน

อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผศ.ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา

อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ดร.เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว

นักวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

4. ดร.อุษา จีนเจนกิจ

ครูสาขาวิชาเคมี โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง 1. แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ ประกอบคำถามแบบอัตนัย จำนวน 11 ข้อ
2. ให้นักเรียนตอบคำถามทุกข้อในพื้นที่ที่กำหนดให้

---

1. ในมุมมองของนักเรียนวิทยาศาสตร์คืออะไรและวิทยาศาสตร์(เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา)แตกต่างจากศาสตร์อื่น (เช่น ศาสนา ปรัชญา) อย่างไร

……
……
……
……
……
……
……
……

2. การทดลองคืออะไร

……
……
……
……
……
……

เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ใช้เพื่อการศึกษา หากต้องการใช้เพื่อการศึกษาวิจัย ให้ขออนุญาตผู้วิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรและอ้างอิงผู้วิจัยทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. นักเรียนคิดว่าความก้าวหน้าของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้นใช่หรือไม่

(ก) ถ้านักเรียนตอบใช่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

(ข) ถ้านักเรียนตอบไม่ใช่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีเหล่านั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใด พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

(ก) ให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีนั้นจึงเปลี่ยนแปลงได้

(ข) เมื่อทฤษฎีบางทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ เช่นนั้นแล้วทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีวิทยาศาสตร์ดังกล่าวให้อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. นักเรียนคิดว่ากฎวิทยาศาสตร์และทฤษฎีวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ ให้อธิบายพร้อมยกตัวอย่าง

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

6. หนังสือวิทยาศาสตร์บางเล่มมักนำเสนอโครงสร้างของอะตอมจะประกอบด้วยนิวเคลียส ซึ่งนิวเคลียสนั้นจะประกอบด้วยอนุภาค 2 ชนิด คือ อนุภาคประจุบวกที่เรียกว่าโปรตอนและอนุภาคที่ไม่มีประจุเรียกว่านิวตรอน ส่วนอนุภาคที่มีประจุลบนั้นเรียกว่าอิเล็กตรอนจะโคจรไปรอบนิวเคลียส นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์มีความมั่นใจมากน้อยเพียงใดในโครงสร้างของอะตอมที่มีรูปแบบดังกล่าวข้างต้น และนักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ประจักษ์พยานหรือวิธีการใดที่บ่งบอกว่าโครงสร้างของอะตอมมีรูปแบบดังที่กล่าว

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักนิยามคำว่าสปีชีส์ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนๆกัน และสามารถผสมพันธุ์กันแล้วให้ลูกที่ไม่เป็นหมันนักวิทยาศาสตร์มีความมั่นใจมากน้อยเพียงใดว่าลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะของสปีชีส์นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ประจักษ์พยานหรือวิธีการใดในการนิยามคำว่าสปีชีส์

……
……
……
……
……
……
……
……

8.เป็นที่เชื่อกันว่าไดโนเสาร์ สูญพันธุ์ไปเมื่อ 65 ล้านปีที่แล้ว มีสมมุติฐานที่อธิบายการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์หลายสมมุติฐาน แต่มีเพียง 2 สมมุติฐานเท่านั้นที่ได้รับการยอมรับและได้รับการสนับสนุนอย่างแพร่หลาย ได้แก่

สมมุติฐานที่ 1 เสนอโดยนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งอธิบายว่ามีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีและนำไปสู่เหตุการณ์ต่อๆมาที่ทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ในที่สุด

สมมุติฐานที่ 2 เสนอโดยนักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่ง เสนอว่ามีภูเขาไฟระเบิดอย่างรุนแรงครั้งใหญ่เป็นเหตุให้เกิดการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์

ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มใช้ข้อมูลหลักฐานเดียวกันทำไมทั้งสองกลุ่มจึงเสนอสมมุติฐานต่างกัน

……
……
……
……
……
……
……
……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.บางคนกล่าวว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสังคมและวัฒนธรรมโดยได้รับอิทธิพลจากความคิด ความเชื่อ ค่านิยม ปรัชญา และบรรทัดฐานทางสังคมในวัฒนธรรมนั้นๆ บางคนมีความเห็นตรงข้าม คือวิทยาศาสตร์มีความเป็นอิสระ ไม่ขึ้นกับความคิด ความเชื่อ ค่านิยม ปรัชญา และบรรทัดฐานทางสังคมและวัฒนธรรม

(ก) ถ้านักเรียนเชื่อว่าวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ค่านิยม ทางสังคมและวัฒนธรรม จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

(ข) ถ้านักเรียนเชื่อว่าวิทยาศาสตร์มีความเป็นอิสระจากความเชื่อค่านิยม ทางสังคมและวัฒนธรรม จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

……

……

……

……

……

……

……

……

10. การที่นักวิทยาศาสตร์ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ เพื่อค้นหาคำตอบสำหรับปัญหาต่างๆ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขณะทำงานหรือไม่

- ถ้าใช่ ขั้นตอนใดในการสำรวจตรวจสอบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์(เช่น การวางแผน การออกแบบการทดลอง ,การเก็บข้อมูล หรือ หลังการเก็บข้อมูล) ให้นักเรียนอธิบายพร้อมยกตัวอย่างว่าทำไมนักวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

- ถ้านักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในขณะสำรวจตรวจสอบ ให้นักเรียนอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. ให้นักเรียนลองหลับตาและจินตนาการถึงนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งที่กำลังทำงาน จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพนักวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจินตนาการ ในพื้นที่ที่กำหนดให้

1) ให้นักเรียนบรรยายภาพว่า ภาพนักวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนวาดกำลังทำงานอะไร ให้บรรยายมาอย่างน้อย 2 ประโยค

.....

.....

.....

.....

2) ให้นักเรียนเขียนคำ 3 คำ ที่เกิดขึ้นในใจ เมื่อนึกถึงนักวิทยาศาสตร์คนนั้น

.....

.....

.....

3) นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์คนนั้นจะทำอะไรในวันหยุด ให้เขียนมาอย่างน้อย 3 รายการ

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน(ชุมนุมวิชาการ) **ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556**

ชุมนุมประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ (Development of the Periodic Table) **ใช้เวลา 2 คาบเรียน**

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. วิเคราะห์และสรุปการพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์โดยนักวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นได้อย่างถูกต้อง

2. อภิปรายสร้างข้อสรุปและสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบต่อไปนี้

- ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- ความคิดสร้างสรรค์
- การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล
- กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้
- คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

3. สะท้อนความรู้สึกซาบซึ้ง ความประทับใจในความพยายามในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้น

ดริมิทรี เมนเดเลเยฟ ได้เข้าร่วมการประชุมเคมีนานาชาติครั้งสำคัญ ครั้งนั้นคันนิซาโรที่ได้นำเสนอและแสดงการสนับสนุนทฤษฎี อโวกาโดรให้เป็นพื้นฐานในการคำนวณมวลอะตอม จากที่ความคิดของอโวกาโดรที่ไม่มีใครสนใจ กลับกลายเป็นระบบมาตรฐานที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวางเมนเดเล-เยฟประทับใจคันนิซาโรเป็นอย่างมากและเกิดแรงบันดาลใจในการพัฒนางานด้านเคมี เขาเขียนหนังสือเคมีด้วยตนเองบนพื้นฐานความรู้ใหม่ๆ โดยมีเนื้อหากล่าวถึงการจัดกลุ่ม

เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ใช้เพื่อการศึกษา หากต้องการใช้เพื่อการศึกษาวิจัย ให้ขออนุญาตผู้วิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรและอ้างอิงผู้วิจัยทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของธาตุ และได้ตีพิมพ์ตารางธาตุที่เขาพัฒนาขึ้นในเวลาต่อมา หากแต่ตารางธาตุของเมนเดเลเยฟก็ยังมีบางธาตุที่สลับกันบ้าง เพราะธาตุเหล่านั้นมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน แต่สิ่งที่น่าทึ่งคือการที่เขาได้ทำนายถึงธาตุเกิดใหม่และได้เว้นช่องว่างเอาไว้สำหรับธาตุนั้นในตารางธาตุซึ่งต่อมาก็มีผู้ค้นพบจริงๆ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความเป็นพลวัตร (Tentativeness)

ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ที่สมเหตุสมผลหรือการตีความใหม่ของหลักฐานเดิม

2. การสร้างสรรค์ (Creativity)

ความรู้วิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลแบบตรรกะ การสร้างสรรค์นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการอนุมานจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ

3. การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล (Observations and inferences)

วิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการสังเกตและการอนุมานข้อมูล การสังเกตเป็นการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรือใช้เครื่องมือเพื่อช่วยมนุษย์ในการสังเกต การอนุมานคือการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และได้รับอิทธิพลจากความรู้และประสบการณ์เดิม แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันและตัวนักวิทยาศาสตร์เองเป็นปัจจัยที่กำหนดวิธีสังเกตและอนุมาน แนวคิดหลายด้านจะทำให้สามารถแปลความจากข้อมูลได้อย่างเที่ยงตรง

4. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Scientific Method)

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเพียงแต่การทดลองเท่านั้น การศึกษาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้วิธีการหลายวิธีร่วมกันขึ้นอยู่กับสิ่งที่ศึกษาเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้อง เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การวัด การทดสอบ การสร้างแบบจำลอง ฯลฯ นอกจากนี้วิธีการทำงานวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้มีระเบียบ ลำดับขั้นตอนที่ตายตัวและสามารถยืดหยุ่นได้

5. คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์(Characteristic of Scientists)

นักวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลหนึ่งในสังคมเหมือนคนทั่วไป มีความแตกต่างหลายด้าน อาทิ เพศ อายุ เชื้อชาติ การศึกษา ศาสนา ประสบการณ์ อุปนิสัย รสนิยมส่วนตัว สังคมรอบข้าง แต่นักวิทยาศาสตร์มีคุณลักษณะที่ส่งเสริมการทำงาน คือ มีความสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดช่างสงสัย มีเหตุผล มีความเพียรพยายามและอดทน มีการทำงานอย่างเป็นระบบ ซื่อสัตย์ สุจริต จิตใจเปิดกว้างในการเปิดรับความรู้และคำติชม เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับชีวประวัติและผลงานของดริมีทรี อีเวโนวิช เมนเดเลเยฟ (นอกเวลาเรียน)และแนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูลให้นักเรียน เพื่อให้สามารถสืบค้นข้อมูลได้ตรงและครอบคลุมตามที่จะนำมาอภิปรายในชั้นเรียน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

2. ครูสอบถามนักเรียนถึงการศึกษาค้นคว้าชีวประวัติและผลงานของดริมีทรี อีเวโนวิชเมนเดเลเยฟ โดยใช้คำถาม ต่อไปนี้

2.1 เมนเดเลเยฟ เป็นคนเชื้อชาติใด (รัสเซีย) และเป็นนักวิทยาศาสตร์สาขาใด (สาขาเคมี)

2.2 ผลงานที่สร้างชื่อเสียงให้กับเมนเดเลเยฟคืออะไร (การพัฒนาตารางธาตุและทำนายคุณสมบัติของธาตุต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้ค้นพบ)

2.3 ตารางธาตุที่เมนเดเลเยฟสร้างขึ้นนั้นมีรูปแบบเป็นอย่างไร ให้นักเรียนออกมาเขียนบนกระดานพร้อมอธิบายหลักการจัดธาตุในตารางธาตุ (มีการจัดเรียงตามมวลอะตอมของธาตุที่เพิ่มขึ้นตามแนวนอน ส่วนธาตุในแนวดิ่งก็จะมีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาที่คล้ายกัน)

2.4 ตารางธาตุของเมนเดเลเยฟนั้นแตกต่างจากตารางธาตุในปัจจุบันอย่างไร (การพิจารณาสมบัติธาตุในการจัดเรียงธาตุ รูปแบบตารางธาตุ)

2.5 นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาความรู้ในการสร้างตารางธาตุให้มีความชัดเจนและเป็นระเบียบมากขึ้น (เทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้น เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้า ทดลอง และทดสอบ ตรวจสอบความรู้ได้ดียิ่งขึ้น)

ขั้นสอน (65 นาที)

3. ครูให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ” โดยให้นักเรียนตรวจสอบว่าธาตุที่จัดเตรียมไว้ให้ 7 ธาตุ มีคุณสมบัติพื้นฐานเป็นอย่างไร โดยให้นักเรียนออกแบบการทดลองตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ในใบงานที่ 1.1

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบและให้นักเรียนทำนายว่าธาตุตัวอย่างนั้นเป็นธาตุกลุ่มใด พร้อมถามถึงเกณฑ์ที่นักเรียนใช้ในการจำแนกธาตุเหล่านั้น (นักเรียนแต่ละกลุ่มอาจมีผลงานที่แตกต่างกัน ครูช่วยพิจารณาความถูกต้องในการจำแนกตามเกณฑ์ที่นักเรียนใช้)และจัดเรียงธาตุทั้ง 7 ธาตุลงในลงในตารางธาตุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ครูนำอภิปรายให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังจากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง “โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ” ดังนี้

5.1 การอภิปรายองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตและการตีความหมายข้อมูล โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ว่านักเรียนทราบได้อย่างไรว่าธาตุนี้เป็นโลหะ อโลหะ หรือกึ่งโลหะ

- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าควรจัดเรียงธาตุลงในตารางตามแบบที่นักเรียนนำเสนอมา (นักเรียนใช้ข้อมูลการสังเกตประกอบกับความรู้เดิมและความคิดสร้างสรรค์)

5.2 การอภิปรายองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้กระบวนการหรือวิธีการในการตรวจสอบธาตุเหมือนหรือต่างกันอย่างไร และได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนคิดว่ากระบวนการที่นักเรียนออกแบบ เหมือนหรือแตกต่างจากการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จริงๆ ในประวัติศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

6. ครูถามนักเรียนว่าการจำแนกหรือการจับกลุ่มว่ามีประโยชน์อย่างไรในทางวิทยาศาสตร์

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า การจำแนกหรือแบ่งกลุ่มมีส่วนช่วยให้นักวิทยาศาสตร์พัฒนาองค์ความรู้ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักวิทยาศาสตร์ค้นพบสิ่งต่างๆ มากมาย ฉะนั้นการจัดกลุ่มหรือจำแนกให้เป็นหมวดหมู่จะทำให้สะดวกในการนำข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป ยกตัวอย่างดังกรณีของเมนเดเลเยฟ ที่พยายามจัดกลุ่ม/จัดเรียงธาตุต่างๆที่ค้นพบให้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของธาตุแต่ละธาตุได้อย่างชัดเจนและเป็นระเบียบมากขึ้น และเมื่อมีการค้นพบธาตุอื่นๆ อย่างต่อเนื่อง นักวิทยาศาสตร์ก็จำเป็นต้องปรับปรุงรูปแบบของตารางธาตุให้มีความถูกต้อง เหมาะสมและสะดวกต่อการใช้งานยิ่งขึ้น

8. ครูให้นักเรียนอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ 20 นาที

9. ให้นักเรียนจับกลุ่ม 3-5 คน เพื่ออภิปรายความรู้ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ และบันทึกผลการอภิปรายลงในใบงานที่ 1.2 และร่วมกันตรวจสอบคำตอบในขั้นนำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้น และเขียนหัวข้อความรู้นั้นบนกระดาน (ครูอาจชี้แนะถึงประเด็นความรู้ที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึง)

11. ครูใช้คำถามต่อไปนี้ เพื่อนำนักเรียนอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต่อไปนี้

11.1 ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

- ตารางธาตุในปัจจุบันเป็นตารางธาตุที่เราใช้มาตั้งแต่โบราณเลยหรือไม่ (ไม่)

- สิ่งใดที่ทำให้เกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงรูปแบบตารางธาตุจนเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (การพัฒนาเทคโนโลยีมากขึ้น ทำให้เกิดการค้นพบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้เราสามารถจัดเรียงธาตุในรูปแบบตารางได้สมบูรณ์มากขึ้น มีรายละเอียดมากขึ้น)

- สิ่งใดบ้างที่เปลี่ยนแปลงจากตารางธาตุแบบเดิมๆ (รูปแบบของตารางธาตุเปลี่ยนตามจำนวนข้อมูลและการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างธาตุในแต่ละยุคสมัย เกิดเป็นตารางธาตุหลากหลายรูปแบบแต่ก็ยังคงใช้กฎพิริออดิกเช่นเดิม)

- การที่ตารางธาตุถูกพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละยุคสมัย ทำให้เราได้เรียนรู้อะไรเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ตารางธาตุถือเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่ง การพัฒนาตารางธาตุในแต่ละยุคสมัยแสดงให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้)

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ จะเปลี่ยนแปลงเมื่อใด (เมื่อมีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่าเหมาะสมกว่า สมบูรณ์มากกว่า และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ/ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของธาตุได้ดีกว่าเดิม และทำให้เกิดเป็นความรู้ใหม่แทนที่ความรู้เดิม)

- นักเรียนคิดว่าตารางธาตุที่เราใช้ในปัจจุบันนี้จะถูกพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบได้หรือไม่ อย่างไร หากคิดว่ามีการเปลี่ยนแปลง น่าจะเกิดจากสาเหตุใด (ตารางธาตุจะมีการพัฒนาให้มีข้อมูลของธาตุที่ค้นพบมากขึ้น อาจมีรายละเอียดคุณสมบัติมากขึ้น และเมื่อมีการค้นพบมากขึ้นจนไม่สามารถจัดเรียงเพิ่มเติมในตารางรูปแบบเก่าได้อย่างเหมาะสมก็จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดเรียงใหม่)

11.2 ความคิดสร้างสรรค์

- นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ใช้ความคิดสร้างสรรค์อย่างไรในการพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ (1.นักวิทยาศาสตร์สังเกตว่าธาตุที่ค้นพบแล้วบางส่วนมีคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพที่คล้ายคลึงกันและพยายามจัดเรียงธาตุต่างๆ โดยคำนึงถึงความเชื่อมโยงจากคุณสมบัติดังกล่าว และพิจารณาวิธีการที่จะทำให้เขาจัดกลุ่มธาตุต่างๆ 2. เมเดเลเยฟ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คิดถึงคุณสมบัติของธาตุในการเกิดปฏิกิริยาที่คล้ายกัน และสามารถจัดธาตุออกเป็น 3 กลุ่ม และสังเกตว่าบางธาตุไม่เป็นไปตามแนวโน้มการลดลงของมวลอะตอม เขาจึงจัดธาตุเหล่านั้นเป็นข้อยกเว้น3. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของตารางธาตุเพื่อให้สามารถแสดงข้อมูลของแต่ละธาตุได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น สมบูรณ์มากขึ้น สวยงามและอ่านได้ง่ายมากขึ้น โดยแต่ละรูปแบบนั้นก็ยังคงเป็นไปตามกฎทางเคมีเช่นเดิม)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงความคิดสร้างสรรค์ว่า “ลักษณะใดของเมเดเลเยฟที่แสดงว่าเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์” (จากการที่มีการค้นพบธาตุต่างๆ จำนวนหนึ่งแล้ว เมเดเลเยฟ มีความคิดริเริ่มในการสร้างตารางธาตุในรูปแบบของตนเอง มีความคิดนอกกรอบในการจัดเรียงธาตุต่างๆ ทำให้ได้ตารางธาตุในรูปแบบใหม่)

11.3 การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล

-นักเรียนคิดว่าการสังเกตและการตีความหมายข้อมูลมีผลต่อการพัฒนาตารางธาตุอย่างไร (จากการสังเกตและการตีความหมายข้อมูลคุณสมบัติพื้นฐานของธาตุทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดวิธีการที่จะทำให้จัดธาตุออกเป็นกลุ่มๆได้ ยกตัวอย่าง เช่นการสังเกตธาตุต่างๆ แล้วนำข้อมูลคุณสมบัติของธาตุต่างๆมาพิจารณาพบว่ามีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกัน(สถานะ) และสามารถเกิดปฏิกิริยาที่คล้ายคลึงกัน จึงทำให้สามารถจัดธาตุออกเป็นกลุ่มๆได้)

11.4 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนใช้ศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (การทดลอง การสำรวจ การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล ฯลฯ)

- นอกจากตัวอย่างดังกล่าวแล้วนักเรียนคิดว่ามีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นอีกหรือไม่ที่เราใช้ในการศึกษาหาความรู้ (นักเรียนตอบเพิ่มเติมจากคำถามข้างต้น)

- ครูเพิ่มเติมให้นักเรียนว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาหาความรู้นั้น ไม่จำเป็นจะต้องทำการทดลองเสมอไป จากเรื่องสั้นนี้ การที่นักวิทยาศาสตร์พยายามจัดเรียงธาตุต่างๆ เพื่อให้ได้ตารางธาตุที่สมบูรณ์นั้นเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

- มีบางส่วนของตารางธาตุของเมนเดเลเยฟที่เว้นช่องว่างไว้สำหรับธาตุที่เขาทำนายว่าจะมีธาตุใหม่ที่ยังไม่ถูกค้นพบในเวลานั้น ต่อมาเมื่อมีการค้นพบธาตุที่มีคุณสมบัติพอดีกับช่องว่างที่เว้นไว้ แสดงผลงานของเมนเดเลเยฟมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำตารางธาตุนั้นมาใช้เลยหรือไม่ (ไม่)

- เพราะเหตุใด จึงยังไม่ใช้ตารางธาตุที่สามารถทำนายธาตุที่ยังไม่ถูกค้นพบได้ในทันที (เพราะยังไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- เมนเดเลเยฟคำนึงถึงความน่าเชื่อถือในตารางธาตุเขาซึ่งได้เว้นช่องว่างไว้สำหรับธาตุที่ทำนายและถูกค้นพบแล้วในเวลาต่อมา เมนเดเลเยฟและเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ได้ติดต่อกันเพื่อร้องขอให้มีการตรวจสอบข้อมูลโดยการทดลองซ้ำ นักเรียนคิดว่าการตรวจสอบซ้ำนั้นมีประโยชน์อย่างไร และวิธีการนี้เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ (การตรวจสอบซ้ำเพื่อเป็นหลักฐานในการสนับสนุนการทำนายนั้น ทำให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และทำให้เป็นที่ยอมรับในการนำไปใช้ และถือเป็นหนึ่งในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาองค์ความรู้)

11.5 คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

- การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับธาตุนั้นมีนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจำนวนมากให้ความสนใจในการศึกษาค้นคว้า แต่ละมุมโลกจะมีความรู้ที่แตกต่างกันหรือไม่ (อาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าช่วงเวลานั้นนักวิทยาศาสตร์กำลังให้ความสนใจศึกษาในเรื่องใดซึ่งแต่ละที่อาจให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับธาตุที่แตกต่างกัน และแม้จะศึกษาสิ่งเดียวกันก็อาจมีการพัฒนาความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน)

- จากเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นี้ นักวิทยาศาสตร์หลายท่านต่างทำการศึกษาเกี่ยวกับธาตุ แต่เกิดปัญหาการคำนวณมวลอะตอมที่ไม่ตรงกันทำให้การศึกษาเกี่ยวกับธาตุและสารประกอบเป็นไปด้วยความลำบาก นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการแก้ไขปัญหานี้อย่างๆ ไร (นักวิทยาศาสตร์จะมีการประชุมกันเพื่อหารือถึงข้อค้นพบ องค์ความรู้ใหม่ หรือปัญหาในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ที่เป็นเอกภาพ ยกตัวอย่าง เช่น ก่อนที่จะมีการพัฒนาตารางธาตุ ยุคนั้นได้เกิดปัญหาในการคำนวณมวลอะตอม เนื่องจากยังไม่มีระบบมาตรฐานในการคำนวณ จึงมีการประชุมกันเพื่อหารือถึงมาตรฐานในการคำนวณมวลอะตอม)

- นักเรียนคิดว่าการประชุมหารือ/การตั้งสมาคมเคมีนานาชาติส่งผลดีต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร (มีการเผยแพร่ความรู้ใหม่ๆ เทคโนโลยีในการพัฒนาความรู้ การอภิปรายร่วมกัน ฯลฯ)

- ด้านการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนยกตัวอย่างการทำงานของเมนเดเลเยฟ ที่นักเรียนคิดว่าเป็นคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ (1.ภายใต้เวลาที่จำกัด เมนเดเลเยฟจึงวางแผนการทำงานของเขาเพื่อให้งานเสร็จทันเวลา แม้ว่าจะเกิดความกดดันและเกิดปัญหาในการทำงานแต่เขาก็ไม่ได้รู้สึกถอดใจเลย2. เมื่อมีนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นได้ค้นพบธาตุซึ่งมีคุณสมบัติตามที่เมนเดเลเยฟทำนายไว้ เมนเดเล-เยฟและเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ได้ติดต่อกันเพื่อร้องขอให้ตรวจสอบข้อมูลโดยการทดลองซ้ำเพื่อเป็นหลักฐานสนับสนุนให้กับการทำนายของเมนเดเลเยฟ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ครูเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบว่านอกจากการลักษณะการทำงานทางวิทยาศาสตร์แล้วอุปนิสัย รสนิยมส่วนตัว ก็เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้ชีวิตหรือหมกมุ่นอยู่กับห้องทดลองหรือตำราเท่านั้น แต่นักวิทยาศาสตร์ก็มีอุปนิสัย หรือรสนิยมส่วนตัวที่มีความแตกต่างหลากหลายเช่น เป็นคนชอบเดินทาง เป็นนักอนุรักษ์ธรรมชาติ เป็นนักวรรณกรรม ชอบศิลปะหรือดนตรี เป็นต้น

- จากการอ่านเรื่องสั้นเมนเดเลเยฟมีรสนิยมเป็นอย่างไร (เป็นคนชอบดนตรี ชอบศิลปะ ชอบการอ่านวรรณกรรม และเป็นนักปฏิรูปการเมือง แต่งกายมอซอ ไว้ผมยาว หนวดเครารุงรัง และตัดผมโกนหนวดเพียงปีละครั้งเพราะเขาเชื่อว่ารูปลักษณ์ภายนอกไม่ใช่สิ่งสำคัญ)

- ครูเพิ่มเติมให้นักเรียนว่า การที่นักวิทยาศาสตร์นั้นมีรสนิยมหรืออุปนิสัยส่วนตัวซึ่งมีความแตกต่างหลากหลาย แต่สิ่งที่ต้องระลึกถึงเสมอคือเรื่องคุณธรรมจริยธรรมซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่นักวิทยาศาสตร์จะขาดเสียมิได้ จะเห็นว่าการที่เมนเดเลเยฟทำผิดกฎหมายเรื่องการสมรสใหม่หลังการหย่าร้างทำให้เขาถูกปฏิเสธในการเข้าร่วมเป็นสมาชิกองค์กรทางวิทยาศาสตร์ของรัสเซีย เนื่องจากเป็นเรื่องผิดจริยธรรม ณ เวลานั้น

ขั้นสรุป(20 นาที)

12. ครูถามนักเรียนว่าการเรียนวันนี้ได้ความรู้อะไรบ้าง (นักเรียนบอกถึงความรู้ที่ได้เรียน)

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (วันนี้เราได้เรียนรู้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์ผู้พัฒนาตารางธาตุ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเรายังได้เห็นตัวอย่างองค์ประกอบของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการอ่านเรื่องสั้นและการทำกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวน เช่น ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ และคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างหลากหลาย และการที่เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็จะช่วยให้เราเข้าใจวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น)

14. ครูให้นักเรียนทำแผนผังความคิด (Mind Mapping)เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ (ใบงานที่ 1.3)

15. ครูให้นักเรียนเขียนอนุทินลงในอนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ (ใบงานที่ 1.4) ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

- สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้
- กิจกรรมในวันนี้สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านใดบ้างอย่างไร (อธิบายพอสังเขป)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สิ่งที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม
- ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงานที่ 1.1 กิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ
2. ใบงานที่ 1.2 ความรู้จากเรื่องสั้น
3. ใบงานที่ 1.3แผนผังทางความคิด(Mind Mapping)เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ
4. ใบงานที่ 1.4 อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้
5. ชุดกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ
6. เรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือสุดยอดอัจฉริยะ:100 นักวิทยาศาสตร์ ผู้เปลี่ยนโลก เขียนโดย บอลคิน จอน แปลโดย จารนัย พานิชกุล สำนักพิมพ์ปาเจรา
2. สุดยอดนักเคมีโลก เขียนโดย ศ.ดร.สุทัศน์ ยกส้าน สำนักพิมพ์สารคดี
3. บทความ ชีวิตดั่งนิยายของชายผู้จัดระเบียบธาตุ วารสารเทคโนโลยีวัสดุ ฉบับที่ 46. หน้า 42-46เขียนโดย อรวรรณ สัมฤทธิ์เดชขจร
4. สารานุกรม Concise Dictionary of Scientific Biography. Second edition [edited under the auspices of the American Council of Learned Societies] , 2000. New York : Charles Scribners& Sons.
5. เรื่องสั้น A Puzzle With Many Pieces: Development of the Periodic Table. Storybehindthescience Project [Online]. Available at :<URL:http://www.storybehindthescience.org/pdf/periodic.pdf>โดย Melinda Baldwin *et al*., 2011
6. สารานุกรม The World Book Encyclopedia of Science Volume 8 :Men and Women of Science. Index, 1997. Chicago:World Book Inc.
7. สารานุกรม World of Scientific Discovery. Second edition, 1999 . Farmington : Gale Research

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

หัวข้อการประเมินผลการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล
1. ด้านความรู้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	1. การอภิปรายความรู้จากเรื่องสั้น 2.การตอบคำถามในชั้นเรียน 3. การบันทึกในใบงานกิจกรรม 4. อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้	ใบงานที่ 1.1 ใบงานที่ 1.3 ใบงานที่ 1.4
2. ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1. การอภิปรายความรู้จากเรื่องสั้น 2.การตอบคำถามในชั้นเรียน 3. การบันทึกในใบงานกิจกรรม 4. อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้	ใบงานที่ 1.1 ใบงานที่ 1.3 ใบงานที่ 1.4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างกิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

เรื่อง โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของธาตุที่กำหนดให้ จำนวน 7 ธาตุ เพื่อใช้ในการจำแนกว่าธาตุใดบ้างเป็นธาตุโลหะ อโลหะ หรือ กึ่งโลหะ โดยให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ในการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของธาตุ ที่กำหนดให้จำนวน 7 ธาตุ และบันทึกผลลงในตาราง

อุปกรณ์การทดลอง

สารเคมี

ธาตุ อลูมิเนียม(Unknow1) คาร์บอน(Unknow2) ทองแดง (Unknow3) กัมมะถัน (Unknow4) สังกะสี(Unknow5) แมกนีเซียม(Unknow6) ซิลิกอน(Unknow7)

$CuCl_2$, 0.1 M, 5 mL

HCL, 1 M, 5 mL

อุปกรณ์

ค้อน

ตะปู

ดินสอ

ปากคีบ

กระดาษสีขาว

หลอดทดลอง ขนาดกลาง จำนวน 7 หลอด

เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ใช้เพื่อการศึกษา หากต้องการใช้เพื่อการศึกษาวิจัย ให้ขออนุญาตผู้วิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรและอ้างอิงผู้วิจัยทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองตรวจสอบคุณสมบัติความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะของธาตุตัวอย่างโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้ (นักเรียนทำการสังเกตและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สีความเป็นมัน/เงา ผลจากการเคาะหรือทุบลักษณะอื่นๆ ที่สำคัญทางกายภาพและทำการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยากับกรด (HCL) และการเกิดปฏิกิริยากับ $CuCl_2$) และบันทึกลงในตารางผลการทดลอง

2. ให้นักเรียนทำนายว่าธาตุที่กำหนดให้ทั้ง 7 ตัวอย่าง ธาตุใดเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ

ตอนที่ 2

3. นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี โดยกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มของธาตุที่มีสมบัติที่คล้ายคลึงกันไว้กลุ่มเดียวกัน

4. เปรียบเทียบสมบัติของธาตุในกลุ่มเดียวกันเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของสมบัติของธาตุ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ

5. จัดเรียงธาตุทั้ง 7 ธาตุลงในลงในตารางธาตุ (ใบงานที่ 1.2)

6. ครูเฉลยว่าธาตุทั้ง 7 ธาตุ คือธาตุอะไรในตารางธาตุปัจจุบัน (*ธาตุ อลูมิเนียม(Unknow1) คาร์บอน(Unknow2) ทองแดง (Unknow3) กัมมะถัน (Unknow4) สังกะสี(Unknow5) แมกนีเซียม(Unknow6) ซิลิกอน(Unknow7)*)

7. ให้นักเรียนดูที่ตำแหน่งของธาตุทั้ง 7 ธาตุที่นักเรียนทำการตรวจสอบสมบัติ บนตารางธาตุและดูแนวโน้มของการเป็นโลหะอโลหะและกึ่งโลหะในตารางธาตุ

8. สรุปผลการทำกิจกรรม

9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบงานที่ 1.1 โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ

ตอนที่ 1คุณสมบัติของธาตุ

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของธาตุตัวอย่าง 7 ธาตุ โดยใช้อุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้ พร้อมทั้งทำนายว่าธาตุตัวอย่างนั้นเป็นโลหะ อโลหะ หรือกึ่งโลหะ

อุปกรณ์การทดลอง

สารเคมี

- ธาตุตัวอย่าง 1-7 (Unknow1-7)
- $CuCl_2$, 0.1 M, 5 mL
- HCL, 1 M, 5 mL

อุปกรณ์

- ค้อน
- ตะปู
- ดินสอ
- ปากคีบ
- กระดาษสีขาว
- หลอดทดลอง ขนาดกลาง จำนวน 7 หลอด

วิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

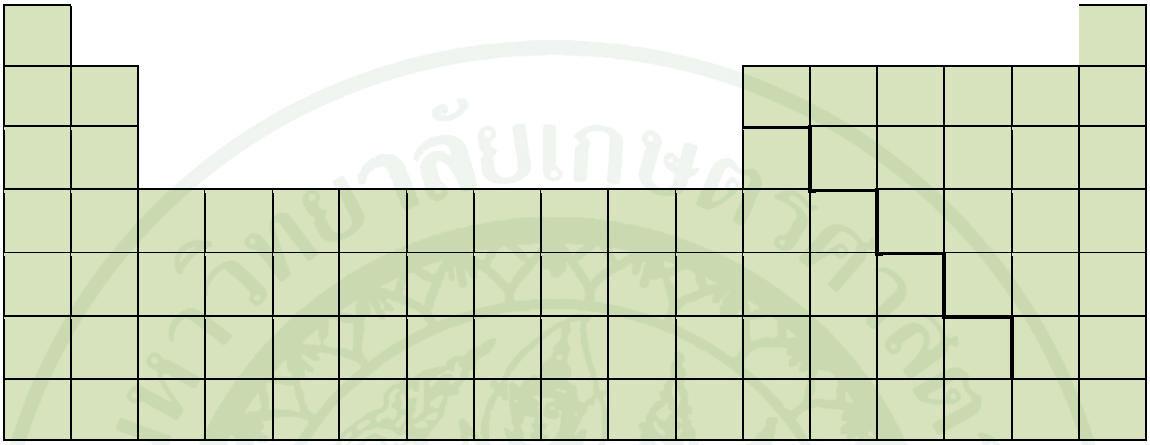
.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 ตำแหน่งบนตารางธาตุ

ให้นักเรียนวิเคราะห์ผลการตรวจสอบสมบัติของธาตุตัวอย่าง 1-7 จากตอนที่ 1 และทำนายตำแหน่งของธาตุเหล่านั้นในตารางธาตุด้านล่าง



ธาตุตัวอย่าง	ตำแหน่งบนตารางธาตุ	กลุ่มธาตุ(โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ)
Unknown1		
Unknown2		
Unknown3		
Unknown4		
Unknown5		
Unknown6		
Unknown7		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

1. นักเรียนสามารถจัดกลุ่มธาตุได้อย่างไรบ้าง ใช้คุณสมบัติใดในการจำแนก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนทำนายตำแหน่งขางธาตุทั้ง 7 ธาตุในตารางธาตุ โดยพิจารณาจากสมบัติความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. กำหนดให้

โบรอน เป็นธาตุหมู่ IIIA คาบ 2

ซีลีเนียม เป็นธาตุหมู่ VIA คาบ 4

แคลเซียม เป็นธาตุหมู่ IIA คาบ 4 และ

โคบอลต์ เป็นธาตุหมู่ VIIIB คาบ 4

จากตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุของธาตุดังกล่าว ให้นักเรียนทำนายสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของธาตุ

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบงานที่ 1.2 **ความรู้จากเรื่องสั้น**

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน อภิปรายความรู้ที่ได้จากการอ่านเรื่องสั้นประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ ในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความเป็นพลวัตรของความรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดสร้างสรรค์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การสังเกตและการตีความหมายข้อมูล

……

……

……

……

……

……

……

5. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้

……

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบงานที่ 1.3 **แผนผังความคิด (Mind Mapping) เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบงานที่ 1.4 **อนุทินบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้**

สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมในวันนี้สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านใดบ้าง อย่างไร (อธิบายพอสังเขป)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

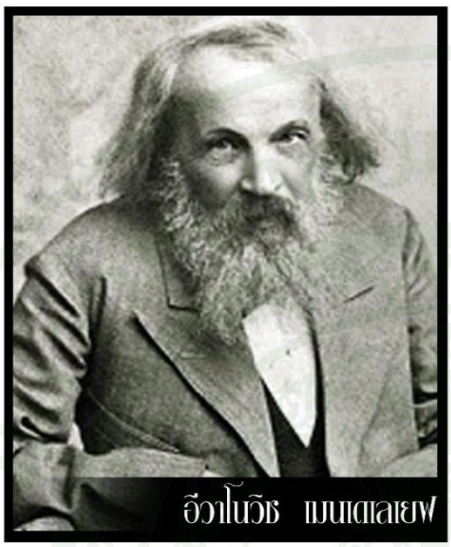
ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเรื่องสั้นอิงประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาตารางธาตุ

Development of the Periodic Table



เมื่อเราพูดถึงตารางธาตุ (Periodic Table) เรานั้นจะนึกถึงตารางที่มีการจัดเรียงธาตุออกเป็นหมู่และคาบตามคุณสมบัติของธาตุ และเรามักจะพบตารางธาตุตามปกหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ บนฝาผนังในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการทดลอง และในบางครั้งอาจพบบนของใช้ในกิจวัตรประจำวัน เช่น ปากกา ไม้บรรทัด แก้วน้ำ หรือของที่ระลึกต่างๆจึงแสดงให้เห็นว่าตารางธาตุนั้นได้กลายเป็นสัญลักษณ์ของวิชาเคมีไปแล้ว สำหรับในศตวรรษนี้ก็ได้มีการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาสารเคมี ทั้งคุณสมบัติรวมถึงการเกิดปฏิกิริยาของสารต่างๆเป็นไปอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธาตุในปัจจุบันนั้นเป็นผลมาจากการสร้างตารางธาตุขึ้นในยุคแรกๆ เมื่อประมาณ 150 ปีที่ผ่านมา

การพัฒนาตารางธาตุเริ่มขึ้นในช่วงต้นศตวรรษที่ 18 นักวิทยาศาสตร์เริ่มค้นพบธาตุมากขึ้นเรื่อยๆ และพบข้อสังเกตว่าธาตุบางธาตุมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงบ้างแต่ก็ยังสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เหมือนๆกัน แต่ก็ยังไม่มีใครเข้าใจว่าธาตุต่างๆสามารถจัดเรียงได้โดยพิจารณาจากความเชื่อมโยงกันโดยสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของธาตุ

เมนเดเลเยฟ เกิดในปี ค.ศ. 1834 ในเมืองโตโบลสก์ (Tobolsk) ในเขตไซบีเรีย ประเทศรัสเซีย บิดาของเขามีอาชีพเป็นครูโรงเรียนมัธยมในท้องถิ่น ส่วนมารดานั้นมาจากครอบครัวที่มีกิจการโรงงานทำแก้ว เมื่ออายุได้ 13 ปี บิดาของเขาได้เสียชีวิตด้วยวัณโรค ทำให้มารดาต้องเลี้ยงดูครอบครัวแต่เพียงลำพัง ในขณะนั้น เมนเดเลเยฟ ก็ได้เข้าเรียนในโรงเรียนมัธยมในท้องถิ่นที่พ่อของเขานั้นเคยทำงานอยู่ ส่วนมารดาก็ต้องกลับไปดูแลกิจการโรงงานแก้วของครอบครัว แต่เคราะห์ร้ายที่โรงงานของเธอถูกไฟไหม้ ทำให้หลังจากที่เมนเดเลเยฟจบการศึกษาระดับมัธยม และด้วยความช่วยเหลือจากเพื่อนของบิดาทำให้เมนเดเลเยฟได้เรียนในสถาบันการสอนวิชาชีพครู (St. Petersburg 's Chief Pedagogical Institute) เพื่อเป็นครูวิทยาศาสตร์ แต่หลังเขาสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีได้ล้มป่วยลงด้วยวัณโรค แพทย์ที่ทำการรักษานั้นคาดว่าเขาคงมีชีวิตได้อีกไม่นานถ้ายังอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดิมๆ เขาจึงได้ตัดสินใจสมัครไปเป็นครูโรงเรียนมัธยมในเมืองซัมเฟอโรโพล แหลมไครเมีย (ประเทศยูเครนในปัจจุบัน) เป็นเวลาสั้นๆ จนสุขภาพของเขาแข็งแรงเป็นปกติ ต่อมาใน ปี ค.ศ. 1859 เมนเดเลเยฟได้รับทุนการศึกษาจากรัฐบาลเพื่อศึกษาต่อในประเทศเยอรมนี

ในช่วงศตวรรษที่ 19 เยอรมนีถือว่าเป็นศูนย์กลางของเคมีของโลก เมนเดเลเยฟได้ศึกษาที่มหาวิทยาลัยไฮเดลเบิร์กในเยอรมนีและทำให้เขามีโอกาสได้เข้าร่วมการประชุมที่สำคัญๆของสมาคมเคมีนานาชาติที่เมืองคาร์ลสรูห์ (Karlsruhe)

ปี ค.ศ. 1860 มีการจัดการประชุมของสมาคมเคมีนานาชาติครั้งสำคัญ นักเคมีที่มีชื่อเสียงในยุโรปต่างมาประชุม เพื่อหารือถึงวิธีการคำนวณมวลอะตอมของธาตุ สืบเนื่องมาจากในช่วงก่อนศตวรรษที่19 ยังไม่มีระบบมาตรฐานการคำนวณมวลอะตอม

เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ใช้เพื่อการศึกษา หากต้องการใช้เพื่อการศึกษาวิจัย ให้ขออนุญาตผู้วิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรและอ้างอิงผู้วิจัยทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของธาตุที่ค้นพบ ทำให้เกิดความขัดแย้งในผลของการคำนวณมวลอะตอมของธาตุ เช่น นักเคมีบางท่านคิดว่าธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ 8 บางท่านคิดว่ามีค่าเท่ากับ 16 และก็ยังได้มีข้อโต้แย้งในลักษณะที่คล้ายๆกัน ทั้ง ไฮโดรเจน (Hydrogen,H) คาร์บอน (Carbon,C) และธาตุโลหะอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก ความขัดแย้งเหล่านี้ส่งผลต่อการกำหนดสูตรเคมีของสารประกอบต่างๆที่ยังสับสนกันอยู่ ในการประชุมครั้งนี้สตานิสลาฟ คันนิซซาโร (Stanislao Cannizzaro) นักเคมีชาวอิตาลีได้กล่าวถึงความเข้าใจเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุที่สับสนกันมากกว่า ครึ่งศตวรรษว่าเป็นเพราะไม่ได้มีการพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างโมเลกุลกับอะตอม ทั้งนี้คันนิซซาโรได้นำเสนอและแสดงการสนับสนุนทฤษฎีที่ อโวกาโดร (Amedeo Avogadro)ได้เสนอไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1811 แต่ในเวลานั้นแทบไม่มีผู้สนใจเลย คันนิซซาโรให้เหตุผลว่า ถ้านักเคมีเห็นด้วยกับสมมติฐานของอโวกาโดร และเห็นด้วยที่จะให้เป็นพื้นฐานในการคำนวณมวลอะตอมของธาตุ เราก็จะสามารถคำนวณมวลอะตอมโดยระบบมาตรฐานซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการสับสนอีกต่อไป ข้อเสนอแนะของคันนิซซาโรได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง เมนเดเลเยฟรู้สึกประทับใจกับการอภิปรายของคันนิซซาโรเป็นอย่างมากทำให้เขาเกิดแรงบันดาลใจในการพัฒนาวิชาเคมีในเวลาต่อมา

เมนเดเลเยฟกลับมาทำงานสอนและงานวิจัยที่เซนต์ปีเตอร์เบิร์ก เขารับผิดชอบการสอนพื้นฐานเคมีอนินทรีย์แต่ด้วยหนังสือเรียนในรัสเซียส่วนใหญ่มีการแปลมาจากหนังสือเรียนของเยอรมนี ซึ่งกว่าจะแปลจากต้นฉบับเสร็จก็ล้าสมัยและเขาคิดเสมอว่าเคมีเป็นวิชาที่มีการเปลี่ยนแปลงและก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จึงตัดสินใจเขียนหนังสือเรียนด้วยตนเองบนพื้นฐานความรู้ใหม่ๆขึ้น 2 เล่ม คือ หลักการทางเคมี (Principles of Chemistry) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานทางเคมีและแนวทางในการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการอย่างเหมาะสม เมนเดเลเยฟส่งหนังสือเล่มแรกไปตีพิมพ์ เพื่อทำการเผยแพร่ในเดือนมกราคมในปี ค.ศ. 1869 แต่ในหนังสือหลักการทางเคมีของเขากล่าวถึงธาตุ เพียง 9 ธาตุ เท่านั้น ได้แก่ ไฮโดรเจน (Hydrogen,H) ไนโตรเจน (Nitrogen,N) ออกซิเจน (Oxygen,O) โซเดียม (Sodium,Na) โบรมีน (Bromine,Br) ไอโอดีน (Iodine,I) ฟลูออรีน (Fluorine,F) และคลอรีน (Chlorine,Cl) แต่ในขณะนั้นมีการค้นพบธาตุแล้ว 63 ธาตุ ทำให้เขารู้สึกกังวลว่าจะทำอย่างไรให้สามารถกล่าวถึงอีก 54 ธาตุ ที่เหลือในหนังสือเล่มที่สองของเขา เพื่อให้งานเขานั้นเสร็จทันเวลา เขาจึงวางแผนการทำงานของเขาในเวลาที่จำกัด

เมนเดเลเยฟเริ่มพิจารณาวิธีการที่จะทำให้สามารถจัดกลุ่มธาตุต่างๆ เพื่อที่จะลงในหนังสือเล่มที่สอง โดยการเริ่มจัดกลุ่มธาตุที่มีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาคล้ายกัน โดยได้จัดธาตุออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มธาตุฮาโลเจน F=19 Cl=35 Br=80 I=127
กลุ่มธาตุออกซิเจน O=16 S=32 Se=79 Te=128
กลุ่มธาตุไนโตรเจน N=14 P=41 As=75 Sb=122

ปัญหาเกิดขึ้นเมื่อกลุ่มธาตุที่เขาจัดไว้ยังไม่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมวลอะตอม นี่เป็นความพยายามในการทำงานที่ไม่มีขั้นตอนที่ชัดเจน เขาใช้ความรู้สึกในการตัดสินความเหมือนหรือความต่างของธาตุแต่ละกลุ่ม แต่ก็มีข้อสังเกตว่าต้องจัดให้ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphorus,P)และธาตุเทลลูเรียม (Tellurium,Te) เป็นข้อยกเว้น เมื่อพิจารณาตามแนวโน้มของการลดลงของมวลอะตอม แม้ว่าจะพบอุปสรรคแต่เมนเดเลเยฟ ก็ได้ไม่รู้สึกถอดใจเขายังคงพยายามทำตามรูปแบบที่เขาคิดไว้ซึ่งเขาจะต้องพัฒนาต่อไป และในเดือนกุมภาพันธ์ ปี ค.ศ. 1869 เมนเดเลเยฟ ได้ตีพิมพ์และเผยแพร่ตารางธาตุของเขา ใช้ชื่อว่า “ความพยายามในการสร้างตารางธาตุ” ดังรูปที่ 1 สองสัปดาห์ถัดมาหลังจากตีพิมพ์ตารางธาตุครั้งแรก เมนเดเลเยฟ ได้เผยแพร่เอกสารเรื่อง “คำแนะนำในการจัดเรียงตารางธาตุ”ซึ่งประกอบไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วยตารางธาตุของเขา (ดังรูปที่ 2) ในตอนแรกเมนเดเลเยฟตั้งใจที่จะทำหนังสือเรียนนี้นั้นเพียงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนของเขา แต่เขาเองก็มีความมั่นใจว่าการจัดเรียงธาตุที่เขาคิดค้นและทำการตรวจสอบสมบัติของธาตุต่างๆในตารางธาตุของเขานั้นเป็นข้อเท็จจริงและเป็นกฎตามธรรมชาติ

รูปที่ 1 ความพยายามในการสร้างตารางธาตุ
ที่มา http://2009rt8scimobatal.wordpress.com /2010/03/07/elements-make-up-the-periodic-table/

จากตารางธาตุที่เมนเดเลเยฟพัฒนาขึ้น โดยการจัดเรียงตามมวลอะตอมของธาตุที่เพิ่มขึ้นตามแนวนอน ส่วนธาตุในแนวดิ่งก็จะมีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาคล้ายกัน แต่ก็จะมีบางธาตุที่สลับกัน บ้าง เช่น การเรียงธาตุเทลลูเรียม (Tellurium,Te) ที่มีมวลอะตอม 128 ไว้ก่อนธาตุไอโอดีน (I ซึ่งในภาพจะเป็นอักษร J) ซึ่งมีมวลอะตอม 127 เพราะคุณสมบัติของไอโอดีนมีความคล้ายคลึงกับฟลูออรีน (F) คลอรีน (Cl) และโบรมีน (Br)มากกว่า ส่วนเทลลูเรียมเองก็มีสมบัติคล้ายกับออกซิเจน(Oxygen,O) (Sulphur,S) และซีลีเนียม (Selenium,Se) มากกว่าด้วย ดังภาพที่ 2 นอกจากนี้เขายังได้ทำนายล่วงหน้าว่าอาจจะมีธาตุใหม่ชนิดอื่นที่ยังไม่ถูกค้นพบในเวลานั้น และได้เว้นช่องว่างในตารางธาตุไว้สำหรับธาตุนั้นๆ ซึ่งต่อมาก็มีผู้ค้นพบจริงๆ

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182.	
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.	
		Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.	
		Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.	
H = 1		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.	
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,6	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

รูปที่ 2 ตารางธาตุของเมนเดเลเยฟที่ตีพิมพ์เป็นครั้งแรก
ที่มา http://en.wikipedia.org/wiki/File: Mendeleev's_ 1869_periodic_table.png

ในปี ค.ศ. 1870 เมนเดเลเยฟได้ให้คำนิยามของกฎนี้ไว้ว่า“การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของธาตุมีความสัมพันธ์กับมวลอะตอม”และได้เขียนบทความตีพิมพ์ในประเทศรัสเซียและเยอรมนี ทำให้การจัดเรียงธาตุเป็นตารางธาตุของเขาเป็นทั้งเครื่องมือในการสอนที่มีประโยชน์ และเป็นกฎที่สำคัญทางเคมี แต่ก่อนที่จะมีการประกาศของเมนเดเลเยฟ นักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆก็มีความพยายามในการทำความเข้าใจธาตุต่างๆที่รู้จัก แต่ความสำเร็จในการจัดเรียงธาตุทำให้เมนเดเลเยฟมีความโดดเด่นมากกว่านักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น อย่างไรก็ตามเมนเดเลเยฟยอมรับว่ายังมีอีกหลายจุดที่ดูผิดปกติในการจัดเรียงธาตุของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขา ในบางกรณีธาตุบางธาตุก็ไม่เหมาะที่จะจัดเรียงตามค่ามวลอะตอมจากน้อยไปหามาก เมนเดเลเยฟเพียงแค่ตรวจสอบค่าของมวลอะตอมและพยายามจัดเรียงธาตุ สำหรับธาตุที่เขาได้ทำนายไว้แต่ยังไม่มีการค้นพบก็ได้เว้นช่องว่างไว้ เพื่อวันหนึ่งในอนาคตที่มีการค้นพบธาตุที่เหมาะสมกับช่องนั้นก็จะได้ใส่ในตำแหน่งที่เว้นว่างไว้ในตารางธาตุของเขา จุดนี้เป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมนี ที่ชื่อ จูเลียส โลธาร์ เมเยอร์ เขาได้จัดเรียงธาตุเหมือนกับที่เมนเดเลเยฟจัดเรียง แต่เมเยอรนั้นไม่สามารถตอบคำถามหรือเสนอแนะในจุดที่ผิดปกติ สำหรับการจัดเรียงของเมนเดเลเยฟได้

เมนเดเลเยฟอ้างว่าการแบ่งธาตุตามคุณสมบัติออกเป็นกลุ่มๆนั้นเป็นกฎตามธรรมชาติ แต่นักวิจารณ์ก็ยังมีข้อสงสัยเกี่ยวกับตารางธาตุของเขา แต่เขาก็มีคำตอบสำหรับกรณีนี้อยู่แล้ว ในปี ค.ศ. 1871 เมนเดเลเยฟได้ทำนายว่ามีธาตุ 3 ธาตุที่ยังไม่รู้จักในเวลานั้นและทำนายค่ามวลอะตอมไว้ ได้แก่ เอคา-โบรอน (eka-boron) มีมวลอะตอมเท่ากับ 44 เอคา-อะลูมิเนียม (eka-aluminum) มีมวลอะตอมเท่ากับ 68 และเอคา-ซิลิกอน (eka-silicon) มีมวลอะตอมเท่ากับ 73 ซึ่งในเวลาต่อมาได้มีการค้นพบธาตุเหล่านี้โดย Paul Émile Lecoq de Boisbaudran ที่ได้ค้นพบธาตุ “แกลเลียม” ที่มีมวลอะตอมเท่ากับ 68 เมื่อเขาวิเคราะห์โลหะจากเหมืองในฝรั่งเศส โดยได้สังเกตเห็นเส้นสเปกตรัมที่เป็นเอกลักษณ์ และไม่เหมือนกับสเปคตรัมของธาตุที่เคยค้นพบมาก่อน และในปีค.ศ. 1879 L.F.Nilson นักเคมีชาวสวีเดน ได้ทำการแยกโลหะที่อยู่ในดินซึ่งพบได้ยาก และมันก็ไม่เหมือนกับธาตุอื่นๆที่รู้จักแล้ว และได้ตั้งชื่อว่า สแคลเดียม (Scandium,Sc) ซึ่งมีมวลอะตอมเท่ากับ 45 และมันมีหลายคุณสมบัติในทางเคมีตรงตามที่เมนเดเลเยฟได้ทำนายไว้สำหรับ Eka-boron และในปี ค.ศ.1886 Clemems Winkler นักเคมีชาวเยอรมันได้ค้นพบธาตุเจอร์เมเนียมซึ่งมีมวลอะตอมเท่ากับ 73 ตรงกับ Eka-silicon ที่เมนเดเลเยฟทำนายไว้พอดีน่าประหลาดใจที่ทั้งสามไม่มีใครทราบถึงการทำนายของเมนเดเลเยฟเลย แต่ด้วยการติดต่อกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ที่มีการเขียนจดหมายแจ้งข่าวถึงการทำนายของเมนเดเลเยฟได้ร้องขอให้นักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ตรวจสอบข้อมูลโดยการทดลองซ้ำเพื่อเป็นหลักฐานสนับสนุนให้กับคำทำนายของเมนเดเลเยฟ

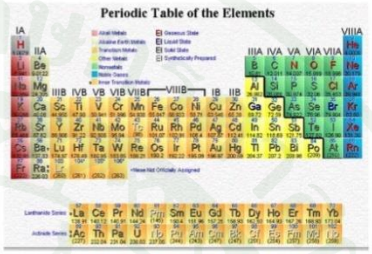
ราวปี ในปี 1894 ได้มีการค้นพบธาตุอาร์กอน (Argon,Ar) ของ William Ramsay นักเคมีชาวอังกฤษว่าอาร์กอนเป็นก๊าซที่มีมวลอะตอมเท่ากับ 40 และถ้านำธาตุนี้ไปจัดเรียงในตารางธาตุของเมนเดเลเยฟก็ต้องนำไปไว้ระหว่างคลอรีนและโพแทสเซียม สิ่งนี้ทำให้เมนเดเลเยฟรู้สึกตื่นเต้นอีกครั้งเพราะเขาไม่ได้คาดการณ์ทำนายไว้ ว่าจะมีธาตุที่อยู่ระหว่างคลอรีนกับโพแทสเซียม แต่ Ramsay เองกลับยังรู้สึกกังวล เกี่ยวกับตำแหน่งบนตารางธาตุของอาร์กอน เพราะอาร์กอนเป็นก๊าซเฉื่อยที่ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมี (ไม่เหมาะสมที่จะวางธาตุนี้ไว้ในตำแหน่งระหว่างคลอรีนและโพแทสเซียม) ในปี ค.ศ.1895 Ramsay ค้นพบก๊าซเฉื่อยอีกคือ ฮีเลียม (Helium, He) ซึ่งมีมวลอะตอมเท่ากับ 4 ในขณะที่เมนเดเลเยฟได้ศึกษาความหนาแน่นและสเปกตรัมของก๊าซที่ Ramsay ค้นพบใหม่ทำให้เขาเชื่อว่า Ramsay พูดถูกต้อง เมนเดเลเยฟรู้สึกยกย่องในการทำงานของ Ramsay เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยทางเคมีที่สำคัญที่สุด ในช่วงเวลาที่ผ่านมา และได้สร้างพื้นที่ใหม่บนตารางธาตุของเขาเป็น“กลุ่มอาร์กอน”ซึ่งเป็นกลุ่มของก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล (Inert gas)”

เมนเดเลเยฟสามารถที่จะเพิ่มพื้นที่บนตารางธาตุของเขาสำหรับก๊าซเฉื่อยที่ค้นพบใหม่ได้แล้ว แต่เขายังไม่สามารถที่จะกำหนดพื้นที่สำหรับธาตุกัมมันตภาพรังสีซึ่งเป็นธาตุที่สามารถเปลงพลังงานออกมาได้และประเด็นเรื่องธาตุกัมมันตรังสีก็ยังเป็นข้อถกเถียงกันของนักวิทยาศาสตร์ว่ากัมมันตภาพรังสีที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการแตกตัวของธาตุก็เป็นได้ทำให้เขาเกิดความไม่มั่นใจในการจัดเรียงธาตุของเขา

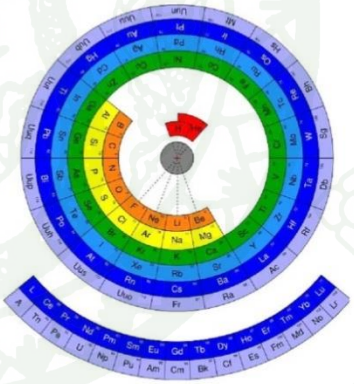
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่ทฤษฎีเหล่านี้ไม่ได้มีผลทำให้เขาละทิ้งตารางธาตุของเขา และแม้ว่าเมนเดเลเยฟจะเสียชีวิตไปแล้วก็ยังมีการพัฒนาตารางธาตุโดยรวบรวมทฤษฎีต่างๆ และแก้ไขในจุดที่สำคัญ ทำให้ได้กฎพิริออดิกของเมนเดเลเยฟขึ้นมา นั่นคือการจัดเรียงธาตุตามคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับเลขตอมที่เพิ่มขึ้น (จำนวนโปรตอนในนิวเคลียส) ไม่มีมวลอะตอม และในปี ค.ศ.1911 มีการนำทฤษฎีอนุภาคมาใช้ในการจัดอันดับในตารางธาตุใหม่ที่กำหนดโดยเลขอะตอมของแต่ละธาตุมากกว่าการจัดเรียงโดยมวลอะตอม

นอกจากนี้การพัฒนาความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอมและคุณสมบัติทางเคมี เช่น การค้นพบโปรตอนและนิวตรอน ทำให้เราสามารถจัดเรียงธาตุในรูปแบบตารางได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงการศึกษาสเปกตรัมของธาตุซึ่งอธิบายลักษณะโครงสร้างของอะตอมก็ทำให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้นว่า ทำไมธาตุในคอลัมน์เดียวกันจึงมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน ธาตุเหล่านั้นมีจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากัน) สิ่งนี้อาจจะทำให้เมนเดเลเยฟรู้สึกประหลาดใจถ้าได้มานั่งเรียนวิชาเคมีเบื้องต้นในวันนี้ และได้ฟังเรื่องการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุนี้สามารถอธิบายสมบัติของอนุภาคที่ในขณะนั้น เขาก็ยังไม่สามารถอธิบายได้ ตารางธาตุของเมนเดเลเยฟ (รูปที่ 2) ดูแล้วยังไม่เหมือนกับตารางธาตุสมัยใหม่ (รูปที่ 3) แต่มันก็ใช้รูปแบบที่เหมือนกัน ธาตุแต่ละธาตุถูกจัดกลุ่มเป็นลำดับตามมวลอะตอมที่เพิ่มขึ้น (เราใช้เลขอะตอมในปัจจุบัน) โดยให้ธาตุที่มีคุณสมบัติเหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน คุณก็จะเห็นแผนภาพแบบนี้ในหนังสือเรียนและในโรงเรียนทั่วโลก แต่มันก็ไม่ได้เป็นเพียงวิธีเดียวที่สามารถจัดกลุ่มของธาตุ แต่เราอาจจะจัดเรียงธาตุเป็นตารางรูปวงกลม (รูปที่ 4) ตารางรูปเกลียว (รูปที่ 5) เป็นตารางสามมิติหรือวิธีอื่นๆอีกมากมาย และสังเกตว่าแต่ละตารางนั้นก็ยังเป็นคาบอยู่ ธาตุที่ถูกจำแนกตามแนวโน้มของคุณสมบัติของธาตุ แสดงให้เห็นว่าในขณะที่หลายๆวิธีได้รับการพัฒนาให้เป็นตัวแทนในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุที่จริงเป็นการพัฒนากฎของเมนเดเลเยฟมาจนทุกวันนี้

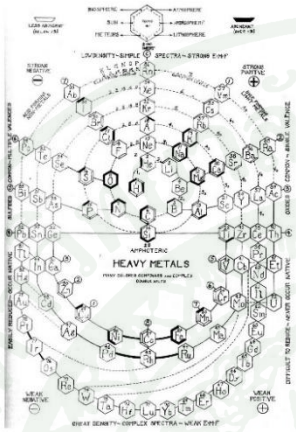


รูปที่ 3 ตารางธาตุสมัยใหม่ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน
ที่มา http://www.storybehindthescience.org/pdf/periodic.pdf



รูปที่ 4 ตารางธาตุแบบวงกลม
ที่มา http://www.storybehindthescience.org/pdf/periodic.pdf

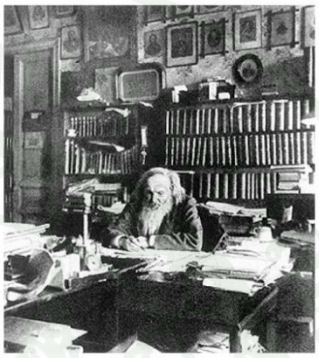
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



รูปที่ 5 ตารางธาตุแบบเกลียว
ที่มา http://www.storybehindthescience.org/pdf/periodic.pdf

ด้านชีวิตส่วนตัวของเขา ชีวิตสมรสของเมนเดเลเยฟไม่ราบรื่นนัก เมื่อเขาหลงรักหลานสาวของเพื่อนสนิททั้งที่ยังไม่หย่าขาดจากภรรยา ทำให้ภรรยาตัดสินใจขอหย่า หลังจากเวลาผ่านไปเพียง 1 เดือน เมนเดเลเยฟก็เข้าพิธีสมรสใหม่ถือเป็นเรื่องที่ผิดกฎหมาย เพราะกฎหมายรัสเซียกำหนดว่าห้ามสมรสใหม่จนกว่าจะครบ 1 ปี หลังจากหย่าร้างกลายเป็นความมัวหมองที่ทำให้เขาถูกปฏิเสธในการเป็นสมาชิกของสถาบัน Russian Academy of Science เนื่องจากเป็นเรื่องที่ผิดจริยธรรม

เวลาอยู่บ้านเมนเดเลเยฟจะแต่งตัวมอซอ ไว้ผมยาว หนวดเครารุงรังเพราะเชื่อว่ารูปลักษณ์ภายนอกไม่ใช่สิ่งสำคัญ ดังนั้นจึงได้ตัดผมและโกนหนวดเพียงปีละ 1 ครั้งเท่านั้น ชอบอ่านหนังสือผจญภัย รวมถึงวรรณกรรม ชอบฟังดนตรี และมีความสนใจงานศิลปะโดยเฉพาะภาพวาดในห้องทำงานของเขา จึงมีภาพสเกตช์ของลาวัวซีเย นิวตัน กาลิเลโอ และฟาราเดย์ ติดประดับผนัง



รูปที่ 6 ภาพเมนเดเลเยฟขณะทำงานในห้องทำงานของเขา
ที่มา http://www.aadip9.net/

นอกจากเมนเดเลเยฟจะเป็นนักเคมีที่อุทิศเวลาส่วนใหญ่ให้กับการสอนและการศึกษาทดลองในเวลาว่างแล้ว เขายังเป็นนักปฏิรูปสังคมที่ต่อต้านการปกครองของกษัตริย์ซาร์แห่งรัสเซียผู้โหดร้าย เขารับรู้ถึงความยากลำบากของประชาชนที่ถูกกดขี่ เมื่อชาวโปแลนด์ออกมาต่อต้านการปกครองของรัสเซีย เมนเดเลเยฟก็ออกมาเข้าร่วมด้วยจนถูกทหารจับ ทำให้เกิดความกดดัน จนกระทั่งเขาตัดสินใจลาออก จากการเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยเซนต์ปีเตอร์เบิร์ก แต่ทางรัฐบาลรัสเซียแต่งตั้งให้เขาดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการสำนักงานน้ำหนักและมาตรฐานการวัด (Bureau of Weights and Measures) ในเซนต์ปีเตอร์เบิร์ก จนกระทั่งในปี ค.ศ.1907 เขาเสียชีวิตด้วยโรคปอดอักเสบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

บอลคิน, จอน . 2549 . สุดยอดอัจฉริยะ:100 นักวิทยาศาสตร์ ผู้เปลี่ยนโลก. แปลโดย จารนัย พานิชกุล กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ปาเจรา.

สุทัศน์ ยกส้าน.2554. เมนเดเลเยฟ. สุดยอดนักเคมีโลก. กรุงเทพฯ : สารคดี.

อรวรรณ สัมฤทธิ์เดชจร. 2550. ชีวิตดั่งนิยายของชายผู้จัดระเบียบธาตุ. วารสารเทคโนโลยีวัสดุ, ฉบับที่ 46. หน้า 42-46

Concise Dictionary of Scientific Biography. Second edition [edited under the auspices of the American Council of Learned Societies] , 2000. New York : Charles Scribners & Sons.

Melinda Baldwin, et al.,2011. A Puzzle With Many Pieces: Development of the Periodic Table. Storybehindthescience Project [Online]. Available at : <URL: http://www.storybehindthescience.org/pdf/periodic.pdf>

The World Book Encyclopedia of Science Volume 8 :Men and Women of Science. Index , 1997. Chicago:World Book Inc.

World of Scientific Discovery. Second edition, 1999 . Farmington : Gale Research

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

เครื่องมืออื่นๆที่ใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การพัฒนาตารางธาตุ

ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลของการจัดกิจกรรมสืบสวนสอบสวน

.....

.....

.....

.....

.....

เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ใช้เพื่อการศึกษา หากต้องการใช้เพื่อการศึกษาวิจัย ให้ขออนุญาตผู้วิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรและอ้างอิงผู้วิจัยทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการพัฒนากิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้สอน

(นางสาวเพ็ญประภา เอี่ยมเพชร)

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสังเกตการสอนสำหรับผู้สังเกตการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 **เรื่อง** การพัฒนาตารางธาตุ(Development of the Periodic Table)

วันที่ .....

ผู้สังเกตการสอน .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สังเกตการสอนทำการบันทึกผลจากการสังเกตการสอนลงในแบบสังเกตการสอนนี้ โดยทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน ความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนในด้านต่างๆ เพื่อนำผลการสังเกตนี้ไปปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป

1. ด้านการจัดการเรียนการสอน

รายการ	พฤติกรรมที่พบ	
	ครู	นักเรียน
ขั้นนำ	....	....
ขั้นสอน	....	....

เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ใช้เพื่อการศึกษา หากต้องการใช้เพื่อการศึกษาวิจัย ให้ขออนุญาตผู้วิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรและอ้างอิงผู้วิจัยทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายการ	พฤติกรรมที่พบ	
	ครู	นักเรียน
ขั้นสรุป	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
การสะท้อนมุมมองธรรม-ชาติของวิทยาศาสตร์จากเรื่องสั้นอิงประวัติ-ศาสตร์วิทยาศาสตร์	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
การจัดกิจกรรมแบบสืบสวนสอบสวนประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
อื่นๆ	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ด้านเนื้อหา

……

……

……

……

3. ด้านสื่อการสอน

……

……

……

……

4. ด้านเวลาในการจัดกิจกรรม

……

……

……

……

5. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

……

……

……

……

ลงชื่อ ..... ผู้สังเกตการสอน

(.....)

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวเพ็ญประภา เอี่ยมเพชร
วัน เดือน ปีเกิด	5 กรกฎาคม 2529
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์