ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน)

ปริญญา

การสอนวิทยาศาสตร์ | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี

Pre-service Science Teachers' Understanding of the Nature of Science in Five-year Teacher Education Program

นามผู้วิจัย นายสุรยศ ทรัพย์ประกอบ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ สุนันท์ สังข์อ่อง , ค.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ พจนารถ สุวรรณรุจิ , Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ ชาตรี ฝ่ายคำตา, ปร.ด.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุดารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี

Pre-service Science Teachers' Understanding of the Nature of Science in Five-year Teacher Education Program

โดย

นายสุรยศ ทรัพย์ประกอบ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ 2553: ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุนันท์ สังข์อ่อง, ค.ด. 259 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี กลุ่มที่ศึกษาคือ นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ภาคต้น ปีการศึกษา 2552 จำนวน 22 , 14 , 17 , 15 และ 21 คน ตามลำดับ รวม 89 คน ในสถาบันผลิตครูแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยสุ่มกลุ่มที่ศึกษาแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยมีการเขียนแสดงเหตุผลประกอบและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มนิสิตนักศึกษาครูเป็น 3 กลุ่ม คือ ความเข้าใจแบบดั้งเดิม ความเข้าใจแบบผสมผสาน และความเข้าใจแบบร่วมสมัย

ผลการวิจัยพบว่า นิสิตนักศึกษาครูไม่ได้มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมหรือแบบร่วมสมัยแต่ยังมีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบผสมผสานในด้านความหมายของวิทยาศาสตร์ และนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจทั้ง 3 แบบในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกได้ดังนี้ ในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 4.7 และมีความเข้าใจแบบผสมผสานจำนวนร้อยละ 93.4 ในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมจำนวนร้อยละ 31.0 และมีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 27.2 ในด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 16.9 และมีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 16.6 ในด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 7.4 และมีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 15.3 และในด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 6.3 และนิสิตมีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 9.4 โดยภาพรวมนิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมคิดเป็นร้อยละ 13.3 และความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 32.4 ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัยคิดเป็นร้อยละ 45.7

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Surayot Supprakob 2010: Pre-service Science Teachers' Understanding of the Nature of Science in Five-year Teacher Education Program. Master of Arts in Teaching, Major Field: Teaching Science, Department of Education. Thesis Advisor: Associate Professor Sunan Sung-Ong, Ph.D. 259 pages

This research aims to study understanding the nature of the students among pre-service science teachers in five-year teacher education program. The subjects consisted of 22 (1st year),14 (2nd year), 17 (3rd year),15 (4th year) and 21 (5th year) pre-service science teachers from one university in Bangkok who enrolled in the first semester of academic year 2552. The subjects were selected by purposive sampling. The research tools were questionnaire of the nature of science which comprised both optional and written types of response, semi-structured interviews covering five aspects of the nature of science, including definitions of science, scientific knowledge, scientific inquiry, characteristics of scientists, and scientific enterprise. The qualitative data were analyzed by categorization analysis and constant comparison. The quantitative data were analyzed in percentage.

The results indicated that pre-service science teachers' understanding are neither clearly traditional views nor clearly constructivist views. They held mixed views about the nature of science. Most of pre-service science teachers held mixed views which were related to the definitions of science and held traditional, mixed and constructivist views which related to the scientific knowledge and held constructivist views which related to the scientific inquiry , characteristics of scientists , and scientific enterprise. Pre-service science teachers held 4.7 and 93.4 percent of traditional and mixed views in definitions of science, respectively. For scientific knowledge, the teachers held 31.0 and 27.2 percent of traditional and mixed views. For scientific inquiry the teachers held 16.9 and 16.6 percent of traditional and mixed views. For characteristics of scientists the teachers held 7.4 and 15.3 percent of traditional and mixed views. For scientific enterprise the teachers held 6.3 and 9.4 percent of traditional and mixed views. It could be concluded that pre-service science teachers held traditional and mixed views 13.3 and 32.4 percent. The result showed that 45.7 percents of pre-service science teacher had alternative conception.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรศ.ดร. สุนันท์ สังข์อ่อง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร. ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ดร. พจนารถ สุวรรณรุจิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้แนวคิด ให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.เอกรัตน์ ศรีตัญญู ที่ได้กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และ ดร.สาวิตรี โรจนะสมิต อาร์โนลด์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก พร้อมให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะดร.เอกรัตน์ ศรีตัญญู ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา และดร.สิทธิกร สุมาลี อาจารย์สาขาหลักสูตรและการสอน ผศ.อัญชัน เกียรติบุตร อาจารย์สาขาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว ที่กรุณาในด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนิสิตและให้ และขอกราบขอบพระคุณ ดร.เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว ผศ.มาลิน ศักดิยากร ดร.สาวิตรี โรจนะสมิต อาร์โนลด์ และ ดร.เยาวเรศ ใจเย็นที่กรุณาตรวจ ให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และเพื่อนๆปริญญาโทสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย และให้ความสะดวกแก่ผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับคุณพ่อ คุณแม่ คุณน้า และบูรพคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ

มีนาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (8)

บทที่ 1 บทนำ

ความสำคัญของปัญหา 1

คำถามของการวิจัย 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับ 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 6

วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย 9

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ 13

ความเชื่อของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
กับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 16

การเรียนรู้และการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ 17

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 18

ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 20

คุณค่าของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 22

ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 23

มุมมองปรัชญาในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 40

การวัด การประเมินและการวิเคราะห์ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 46

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 52

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 55

วิธีดำเนินการ 55

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 57
การสร้างและการหาประสิทธิภาพเครื่องมือในการวิจัย 58
การเก็บรวบรวมข้อมูล 61
การวิเคราะห์ข้อมูล 62
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 63
ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มที่ศึกษา 63
ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 65
ข้อวิจารณ์ 219
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 228
สรุป 228
ข้อเสนอแนะ 231
เอกสารและสิ่งอ้างอิง 233

ภาคผนวก 244
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย 245
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 247

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 259

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบสถานภาพวิทยาศาสตร์ศึกษาของต่างประเทศกับประเทศไทย	11
2	ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการสำรวจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	33
3	ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการสำรวจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	36
4	กรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์	39
5	ตัวอย่างความเข้าใจแบบร่วมสมัยและความเข้าใจแบบดั้งเดิม	41
6	กรอบแนวคิดความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยในงานวิจัย	43
7	ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัด ประเมินและการวิเคราะห์ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	47
8	ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มที่ศึกษา	63
9	ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน	65
10	จำนวน ค่าร้อยละของนิสิตนักศึกษาครูที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	66
11	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 1	72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 1	72
13	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 2	79
14	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 2	80
15	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 9	84
16	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 9	85
17	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 10	90
18	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 10	91
19	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 3	97
20	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 3	97
21	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 5	103
22	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 5	103
23	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 4	109
24	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 4	109
25	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 11	115

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 11	115
27	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 6	121
28	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 6	121
29	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 7	126
30	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 7	127
31	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 8	131
32	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 8	132
33	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 12	137
34	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 12	138
35	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 13	143
36	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 13	144
37	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 14	149
38	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 14	149
39	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 15	154

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
40	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 15	154
41	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 16	160
42	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 16	160
43	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 18	165
44	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 18	165
45	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 19	170
46	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 19	170
47	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 20	175
48	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 20	175
49	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 17	180
50	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 17	180
51	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 21	186
52	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 21	187
53	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 22	192

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
54	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 22	192
55	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 23	197
56	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 23	197
57	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 24	202
58	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 24	202
59	ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 25	207
60	ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 25	208
61	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม	215
62	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน	216
63	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัยของนิสิตนักศึกษาครูเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำถึงสูงมาก	218

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 1	78
2	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 2	84
3	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 9	90
4	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 10	96
5	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 3	102
6	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 5	108
7	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 4	114
8	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 11	120
9	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 6	126
10	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 7	131
11	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 8	136
12	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 12	143
13	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 13	148
14	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 14	153

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 15	159
16	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 16	164
17	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 18	169
18	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 19	174
19	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 20	179
20	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 17	185
21	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 21	191
22	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 22	196
23	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 23	201
24	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 24	207
25	แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 25	212
26	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูรายข้อ	213
27	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาแต่ละชั้นปี	214

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นเครื่องตัดสินความได้เปรียบในการแข่งขันและความสามารถที่จะดำรงอยู่ของประเทศอย่างมีเสถียรภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ [สกศ.], 2544) วิทยาศาสตร์ทำให้คนมีการพัฒนากระบวนการคิด การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ และยังจะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น และเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy For All) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2544; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งจะเห็นได้ว่ารัฐธรรมนูญ ฉบับ พ.ศ. 2550 (ราชกิจจานุเบกษา, 2550) ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยระบุว่า “. . .รัฐต้องส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านต่าง ๆ. . .” นอกจากนี้พระราชบัญญัติการศึกษาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ราชกิจจานุเบกษา, 2542) ในหมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตราที่ 23 ระบุว่า “. . .ต้องพัฒนาความรู้และทักษะของประชาชนชาวไทยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และยังต้องเร่งรัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ. . .” ในหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีพื้นฐาน ขอบเขตธรรมชาติ ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนากระบวนการคิด จินตนาการ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ตระหนักถึงความสำคัญระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมที่ผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (สสวท., 2544) สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการจัดทำโครงการพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (The National Science Education Standards [NSES.]) ขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนทุกคนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (National Research Council [NRC.], 1996) และยังได้มีการจัดทำเอกสารที่ใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือ Science for All American และ Benchmarks for Science Literacy เพื่อให้เป็นแนวทางไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะเห็นได้ว่าทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความสำคัญกับการรู้วิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science [AAAS.], 2008; AAAS., 1990; Darlene, 2001; Ministry of Education, 1993; สสวท., 2544) ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์นั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1. ด้านความรู้ (Knowledge) หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการมีความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2. ด้านการมีส่วนร่วม (Engagement) หมายถึง การอธิบาย ยกตัวอย่าง เชื่อมโยงและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. ด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Nature of Science and Technology) หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่าโลกเป็นเรื่องที่สามารถทำความเข้าใจได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ซับซ้อนทางสังคม (AAAS., 1990; NRC., 1996; Hodson, 2000; NRC., 2008; สสวท., 2545)

จากเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบคือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือสสวท. ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จัดทำหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองต่อนโยบายที่ใช้ในการพัฒนาประเทศของรัฐธรรมนูญฉบับ พ.ศ.2550 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 และมีการกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่ามีการให้ความสำคัญกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) และได้กำหนดธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 โดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ว่า

> . . .มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลา นั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน. . .

มาตรฐานดังกล่าวนี้ไม่เคยปรากฏในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอดีตที่ผ่านมา เช่น ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (กรมวิชาการ, 2520) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 (กรมวิชาการ, 2535ก) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (กรมวิชาการ, 2523) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2533 (กรมวิชาการ, 2535ข) และมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระที่ 8 นี้จะต้องบูรณาการกับสาระที่ 1-7 (สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อวกาศ) (สสวท., 2544) การบูรณาการสาระดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาสังคม เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนอยู่ในสังคมได้อย่างรู้เท่าทัน ช่วยให้ตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นของการศึกษาวิทยาศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น (Driver *et al*., 1996; Hand *et al*., 1999)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้อื่นๆ กับสาระการเรียนรู้ที่ 8 จะประสบความสำเร็จและเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หรือไม่นั้น ครูถือว่าเป็นบุคคลที่สำคัญมากต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยสสวท. (2545)ได้กำหนดในมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ". . .ครูควรเข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน. . ." ซึ่งมีความสอดคล้องกับมาตรฐานครูในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ส่งเสริมให้ครูต้องสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนด้วยเช่นกัน (National Science Teachers Association [NSTA.], 2003) จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่าการที่ครูมีแนวคิดที่ถูกต้องต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในกระบวนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (McComas, Clough, Almazroa, 1998; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง, และ สมาน แก้วไวยุทธ, 2550) และการที่นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้นถือเป็นการประสบความสำเร็จขั้นหนึ่งของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาซึ่งเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2552; Promkatkeaw, 2007)

งานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่าครูวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992; Pomeroy, 1993; Blanco and Naiz, 1997; Mellado, 1997; Bell *et al*., 2001; Akerson, Morrison, and McDuffie, 2006; Clough, 2006; Mellado *et al*., 2006; Naiz , 2007; Buraphan, 2009; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547; วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2552) และนิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ (Haidar, 1999; Murcia and Schibeci, 1999; Tairab, 2000; Black, 2006; วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2552; Buraphan, 2009) ยังขาดความเข้าใจใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอจึงส่งผลทำให้ไม่สามารถนำมาใช้บูรณาการในการสอนวิทยาศาสตร์ได้และนอกจากนั้นมีผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์เช่นกัน (Clough, 1995; Lederman, 1992; Meyling, 1997; Rowell and Cawthron, 1982; Rubba, Horner and Smith, 1981; Khishfe, 2008; Moss, 2001; สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม, และ อรุณี อิงคากุล, 2548) แต่จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจของครูและนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังคงมีจำนวนน้อย และยังพบว่าเป็นงานวิจัยที่ศึกษากับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์หรือนิสิตครูวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการผลิตครู 4 ปี (สารัช บุญเมืองแสน, 2540; ชัยวัฒน์ พลธรรม, 2540; ดารุณี งอสอน, 2542; รติรัตน์ คำมูล, 2542; สุริพล คันธา, 2541; ไพวัล ไชยทองศรี, 2541; ประไพ การชัญกาศ, 2542; ชำนาญ บุญวงศ์, 2542; ธนพล อินทุยศ, 2542; อุไรลักษณ์ ยศพล, 2540; สุภารัตน์ พรหมบุรมย์, 2542; สุระพงษ์ ศรีธรรม, 2541; ดารารัตน์ ศรีอุดร, 2541; วิระวรรณ เจริญศักดิ์, 2540) จากการสังเคราะห์งานวิจัยดังกล่าวพบว่าครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระดับมาก ในกระบวนการวิจัยใช้การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยการส่งแบบสอบถามไปแล้วให้ตอบกลับคืนมา และสัมภาษณ์เพิ่มเติมเล็กน้อย ผลที่ได้นั้นอาจจะมีข้อคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากรูปแบบของวิธีการดำเนินการวิจัยนอกจากนี้งานวิจัยดังกล่าวได้ศึกษากับนิสิตครูวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการผลิตครู 4 ปี ซึ่งเป็นหลักสูตรการผลิตครูแบบเดิม

กระทรวงศึกษาธิการได้มีการปฏิรูปหลักสูตรการผลิตครูทั้งระบบโดยสืบเนื่องมาจากปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นกับครูทั้งในด้านการผลิต การปฏิบัติงาน และด้านการพัฒนา (วิลาวัณย์ จารุอริยานนท์, 2549) และเพื่อเป็นไปตามความต้องการของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ได้มีการที่จะยกระดับมาตรฐานวิชาชีพครูให้เป็นวิชาชีพชั้นสูงจึงจัดให้มีโครงการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี (หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี) หรือครูพันธุ์ใหม่ เพื่อแก้ไขและตอบสนองปัญหาและความต้องการต่างๆในการผลิตครู โดยเฉพาะปัญหาการขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านของปริมาณและคุณภาพของประเทศไทย (รัชนี ศิลปะบรรเลง และคณะ, 2549) ซึ่งในหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ 5 ปี ได้มีการปรับปรุงรายวิชาและเพิ่มรายวิชาใหม่ในหลักสูตรให้มีคุณภาพมากขึ้น (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552)

จากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจของครูเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงรายวิชาในสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และนำผลการวิจัยไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัฒนานิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ให้สามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เน้นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ต่อไป

คำถามของการวิจัย

นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาของสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปในวิชาที่สอน

2. อาจารย์นิเทศก์ อาจารย์พี่เลี้ยงใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนิเทศและติดตามดูแลเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์

3. สถาบันผลิตครูใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาต่างๆ ในสาขาการสอนวิทยาศาสตร์

4. นิสิตนักศึกษาครูสามารถใช้ข้อความรู้ที่ค้นพบเพื่อเป็นการตรวจสอบและพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของตนเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้คือ นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ภาคต้น ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันผลิตครูแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 22 , 14 , 17 , 15 และ 21 คนตามลำดับ รวม 89 คน

2. เนื้อหาเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ครอบคลุม 5 ด้าน คือ ความหมายของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

3. ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 – 5

นิยามศัพท์เฉพาะ

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดไว้ 5 ด้านได้แก่

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   - 2.1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   - 2.2 ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   - 2.3 ลักษณะขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
     - 2.3.1 มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้
     - 2.3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้
     - 2.3.3 สามารถใช้อธิบายและทำนายได้
     - 2.3.4 ต้องการหลักฐาน
     - 2.3.5 มีข้อจำกัด
3. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   - 3.1 วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอน

3.3 การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

3.4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

4.1 คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์

4.2 บทบาทของนักวิทยาศาสตร์

4.3 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์

4.5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. กิจการทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม

5.1.1 ความหมายของเทคโนโลยี

5.1.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

5.2.1 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง

5.2.2 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการในสถาบันต่างๆ

5.2.3 วิทยาศาสตร์กับจริยธรรม

นิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี หมายถึง นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี สาขาวิชาเอก ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ สถาบันผลิตครูแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ภาคต้น ปีการศึกษา 2552

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย การตอบคำถาม และการแสดงเหตุผลและความคิดเห็นที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากการทำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย คือ ความเข้าใจที่สอดคล้องกับแนวคิดในปัจจุบันที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษายอมรับ โดยวัดจากการที่นิสิตนักศึกษาครูเลือกตอบได้ถูกต้อง และแสดงเหตุผลที่สอดคล้องกับการตอบจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน คือ ความเข้าใจที่ผสมผสานระหว่างแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษายอมรับและไม่ยอมรับ โดยวัดจากการที่นิสิตนักศึกษาครูเลือกตอบไม่แน่ใจและแสดงเหตุผลที่สอดคล้องกับการตอบจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม คือ ความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษายอมรับ โดยวัดจากการที่นิสิตนักศึกษาครูเลือกตอบไม่ถูกต้องและแสดงเหตุผลที่สอดคล้องกับการตอบจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน คือ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แก่ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมและความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน โดยวัดจากการที่นิสิตนักศึกษาครูตอบจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การศึกษาเรื่อง ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย
ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
ความเชื่อของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับธรรมชาติวิทยาศาสตร์
การเรียนรู้และการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์
คุณค่าของธรรมชาติวิทยาศาสตร์
ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์
มุมมองปรัชญาในธรรมชาติวิทยาศาสตร์
การวัด การประเมินและการวิเคราะห์ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มีการบัญญัติมาตราที่มีความชัดเจนและแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้มีความเป็นรูปธรรมซึ่งเห็นได้จาก มาตรา 81 ที่บัญญัติไว้ว่า “. . .รัฐต้องจัดการศึกษาอบรม สนับสนุนการค้นคว้าวิจัยในศิลปะวิทยาการต่างๆ เร่งรัดพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศ. . .” แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีการให้ความสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและนอกจากนี้ยังปรากฏอยู่ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ซึ่งได้กำหนดแนวการจัดการศึกษา ถือได้ว่าเป็นการปฏิรูปที่เน้นกระบวนการเรียนรู้และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้มีนโยบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในทุกฉบับจนถึงฉบับที่ 10 โดยมีวิสัยทัศน์ว่า “ พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และสิ่งแวดล้อม ” โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศในทุกๆด้าน (สกศ. 2544) จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีการให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งปรากฏในรัฐธรรมนูญ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ซึ่งได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีแนวทางในการพัฒนาที่มีส่วนสัมพันธ์กับการศึกษา คือ การพัฒนาพื้นฐานความคิดและการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยมีการปฏิรูประบบการศึกษาและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ พัฒนาครู พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สกศ., 2544) จากการให้ความสำคัญดังกล่าวทำให้ต้องพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง (สสวท., 2544) ทำให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อตอบสนองกับนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ผลการศึกษาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในการวิจัยระหว่างประเทศว่าด้วยการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 3 (TIMSS) และผลการจัดลำดับความสามารถในการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศต่างๆพบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ต่ำ และผลจากการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ ปี พ.ศ. 2539-2543 ซึ่งจัดขึ้นโดยองค์การศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ซึ่งประเทศไทยเข้าร่วมแข่งขันพบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับต่ำเมื่อเทียบกับประเทศในแถบเอเชีย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยยังขาดประสิทธิภาพ (สกศ., 2544; นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส, 2550; สสวท., 2552)

จากปัญหาดังกล่าวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จึงได้จัดทำหลักสูตรที่เน้นเรื่องการลงมือปฏิบัติ การทดลอง เน้นให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเองและรู้จักนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้เพื่อบรรลุไปสู่เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ สร้างคนที่มีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literacy) เข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ให้ได้มาซึ่งความรู้ รู้จักใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ เพื่อการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน มีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์คืออย่างเป็นเหตุเป็นผลและไม่หลงเชื่ออะไรง่ายๆ (สกศ., 2544; สสวท., 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติได้จัดทำรายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทยซึ่งเป็นการสังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากประเทศต่างๆที่ประสบความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบสถานภาพวิทยาศาสตร์ศึกษาของต่างประเทศกับประเทศไทย

ประเด็น	อังกฤษ	ญี่ปุ่น	สหรัฐอเมริกา	เยอรมนี	สิงคโปร์	เวียดนาม	ไทย
1. หลักสูตร							
1.1 การบังคับใช้หลักสูตร	//	//	/	/	///	///	///
1.2 การบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น	//	//	///	///	/	///	//
2. วิธีการจัดการเรียนการสอน							
2.1 รูปแบบวิธีการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติ	///	//	///	-	-	/	/
2.2 ตำราเรียน	///	///	///	-	-	/	/
3. ครูและนักศึกษาครู							
3.1 การผลิตครูและการเข้าสู่วิชาชีพครู	///	///	//	///	//	//	/
3.2 ระบบการนิเทศครู	///	///	//	-	-	-	/
3.3 การพัฒนาครูประจำการ	///	///	//	//	//	/	//
3.4 ระบบสวัสดิการของครู	///	///	///	///	///	/	/
3.5 สถานภาพทางสังคมของครู	///	///	//	-	///	///	//
4. การวัดและประเมินผล							
4.1 การสอบเพื่อสำเร็จการศึกษาในขั้นประโยค	///	/	//	-	///	///	/
4.2 การประเมินผลโดยใช้ข้อสอบกลางหรือข้อสอบมาตรฐาน	///	//	//	//	///	///	/
4.3 การวัดผลเชิงปฏิบัติ	///	///	//	-	-	//	/

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประเด็น	อังกฤษ	ญี่ปุ่น	สหรัฐอเมริกา	เยอรมนี	สิงคโปร์	เวียดนาม	ไทย
5. บริบทนอกโรงเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์							
5.1 แหล่งการเรียนรู้นอกโรงเรียน	///	///	///	///	///	/	/
5.2 ระบบสารสนเทศ	///	///	///	///	///	/	/
5.3 กิจกรรมส่งเสริม	///	///	///	-	///	//	/
5.4 การสนับสนุนจากสื่อมวลชน	///	///	///	-	///	//	/
6. ผู้มีความสามารถพิเศษ							
6.1 ระบบการคัดเลือก	//	/	///	///	-	///	/
6.2 ระบบส่งเสริม	//	/	///	///	///	///	/

หมายเหตุ: /// คือ มาก // คือ ปานกลาง / คือ น้อย - คือ ไม่มีข้อมูลปรากฏ

ที่มา: สกศ. (2544)

จากการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติได้จัดทำรายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยโดยเปรียบเทียบกับต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จในการปฏิรูปการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย และจากการเปรียบเทียบสถานภาพวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทยพบว่าในด้านของการบังคับใช้หลักสูตรอยู่ในระดับมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่น และในด้านการพัฒนาครูประจำการและสถานภาพทางสังคมของครูอยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อมองโดยภาพรวมพบว่ามีการพัฒนาที่น้อยมากในเกือบทุกด้านเมื่อเทียบกับต่างประเทศ

กล่าวโดยสรุปจะเห็นว่าในขณะที่นโยบายของรัฐมุ่งส่งเสริมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเห็นได้จากรัฐธรรมนูญ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แต่ผลการศึกษาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในการวิจัยระหว่างประเทศว่าด้วยการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 3 (TIMSS) และโอลิมปิกวิชาการพบว่ายังอยู่ในอันดับที่ต่ำทำให้ต้องมีการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยโดยมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยงาน คือสสวท.เป็นผู้จัดทำหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยให้เป็นไปตามเป้าหมายที่รัฐได้ตั้งไว้

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget และ Vygotsgy เป็นทฤษฎีที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเอง ผู้เรียนนั้นมีความรู้เดิมมาก่อนที่จะเรียน และผู้เรียนได้ใช้ความรู้เดิมของตนในการอธิบายสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัวของผู้เรียน ซึ่งอธิบายว่า โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) ของบุคคลมีการพัฒนาผ่านการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) เพื่อให้บุคคลอยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) ซึ่ง Piaget เชื่อว่าทุกคนจะมีพัฒนาไปตามลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมและสังคม ส่วน Vygotsgy ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและภาษา (สุนีย์ คล้ายนิล, 2546; สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์, 2547; ปรียา บุญญสิริ, 2545; สกศ., 2540; ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2545; ทิศนา แขมมณี, 2547; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2545;วรัญญา จีระวิพูลวรรณ, 2546; บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์, 2546; สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2552)

สุรางค์ โค้วตระกูล (2545) ได้แบ่งทฤษฎีพื้นฐานของ Constructivism ออกเป็น 2 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีพัฒนาการเชาวน์ปัญญาของ Piaget (Cognitive Constructivism) หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจาก Piaget ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำและเป็นผู้สร้างความรู้ในใจขึ้นเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการทำให้เกิดความไม่สมดุล (disequilibrium) และทำให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับสิ่งใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลหรือเกิดความรู้ใหม่ มาจากลักษณะพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ลักษณะ คือ

1.1 การจัดและรวบรวม (Organization) คือ ความสามารถในการจัดระบบความคิดของตนอย่างต่อเนื่องเป็นขั้นตอน

1.2 การปรับตัว (Adaptation) คือ การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมนั้น กระบวนการในการปรับตัวนี้มี 2 กระบวนการ คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.1 การดูดซึม (Assimilation) เมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ถ้าสิ่งแวดล้อมสอดคล้องกับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของบุคคลนั้น บุคคลจะดูดซึมภาพหรือเหตุการณ์นั้นเข้าไปสร้างเป็นความรู้ของตน

1.2.2 การปรับเปลี่ยน (Accommodation) เป็นความสามารถของบุคคลที่จะปรับความเข้าใจเดิมของตนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ที่ขัดแย้งกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ เรียกสภาวะของความสอดคล้องนี้ว่า ความสมดุล

Piaget แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์เป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) อายุตั้งแต่แรกเกิดถึงประมาณ 2 ปี เป็นขั้นที่เด็กรับรู้และปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยประสาทสัมผัสและใช้กล้ามเนื้อเคลื่อนไหว ในตอนปลายของขั้นนี้ เด็กจะเริ่มมีความจำเกี่ยวกับบุคคล สัตว์ สิ่งของและการกระทำต่างๆได้ ในด้านการรับรู้เกี่ยวกับเวลา เด็กจะรับรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เป็นปัจจุบันมากกว่าอดีตและอนาคต เด็กในวัยนี้แสดงออกด้วยการกระทำและสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถอธิบายได้

2. ขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) อายุประมาณ 2-7 ปี ในขั้นนี้ เด็กจะรับรู้โลกภายนอกตามความเข้าใจและความคิดของตนเอง สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งของหรือบุคคลที่ไม่มีปรากฏอยู่ในขณะนั้น แต่ยังไม่สามารถถ่ายโยงความคิดหรือคิดย้อนกลับได้ เด็กจะเริ่มมีพัฒนาการในการใช้ภาษาในการสื่อสารได้เป็นประโยคสั้นๆ เด็กเริ่มรับรู้เกี่ยวกับอดีต ปัจจุบันและอนาคตในช่วงเวลาสั้นๆได้ เด็กในวัยนี้จะยึดถือตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentrism) ยังไม่สามารถเปรียบเทียบสิ่งของที่มากและน้อย ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ขั้นคิดและปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อายุประมาณ 7-11 ปี เด็กวัยนี้จะสามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์และตั้งกฎเกณฑ์ในการแบ่งเป็นหมวดหมู่ได้ สามารถสร้างภาพในใจได้ เปรียบเทียบได้ เรียงลำดับได้ คิดย้อนกลับได้ สามารถคิดแก้ปัญหาต่างๆที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมและไม่ซับซ้อนได้ เริ่มมีแนวคิดเกี่ยวกับมิติและเวลา

4. ขั้นคิดและปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) อายุประมาณ 12 ปีขึ้นไป เด็กในวัยนี้สามารถคิดและเข้าใจเกี่ยวกับนามธรรม สามารถแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมและปัญหาที่ซับซ้อนได้ สามารถคิดย้อนกับได้ สามารถประเมินความคิดและการกระทำของตนเอง เด็กสามารถคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ด้วยตนเองโดยไม่จำเป็นต้องมีสิ่งเร้าจากภายนอก สามารถคิดอย่างสร้างสรรค์ สามารถคิดอย่างเป็นกระบวนการ สามารถกำหนดปัญหา กำหนดตัวแปร สามารถตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดสอบสมมติฐานและลงข้อสรุปได้

ซึ่งหากผู้เรียนแต่ละคน เป็นผู้จัดกระทำกับสิ่งเร้า หรือความรู้นั้นด้วยตนเองแล้ว แต่ละคนจะสร้างความหมายความเข้าใจของตนเองขึ้นมา ซึ่งจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปหลากหลายรูปแบบ ดังนั้นการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำต่อสิ่งเร้าและต้องสร้างความหมายของสิ่งเร้าหรือสิ่งที่รับเข้ามาด้วยตนเอง (สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์, 2547; ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2545; สุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2544)

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Vygotsgy (Social Constructivism) เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมากจากทฤษฎีพัฒนาการของ Vygotsgy ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้และจะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการปรับเปลี่ยนความเข้าใจเดิมให้ถูกต้อง

Vygotsgy ได้แบ่งระดับของเชาว์ปัญญาออกเป็น 2 ขั้น คือ

1. ระดับเชาวน์ปัญญาขั้นเบื้องต้น (Elementary mental processes) หมายถึง เชาวน์ปัญญาที่มีอยู่ตามธรรมชาติโดยไม่ต้องเรียนรู้ เช่น เด็กสามารถดูดนมได้ สามารถใช้ส่วนต่างๆของร่างกายจับต้องสัมผัสได้ เป็นต้น

2. ระดับเชาวน์ปัญญาขั้นสูง (Higher mental processes) หมายถึง เชาวน์ปัญญาที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใหญ่ที่ให้การเลี้ยงดูโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ต่างๆ

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2546) ได้ให้หลักการพื้นฐาน 4 ประการที่อยู่ภายใต้ขอบข่ายตามแนวคิดของ Vygotsgy มีดังนี้

1. เด็กเป็นผู้สร้างความรู้เอง
2. พัฒนาการของเด็กแยกออกจากบริบททางสังคมไม่ได้
3. การเรียนรู้ทำให้พัฒนาการเกิดได้
4. ภาษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการทางปัญญา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้ความสำคัญของการสอนหรือช่วยเหลือเด็กให้พัฒนาเชาวน์ปัญญาอย่างเต็มที่ตามศักยภาพของแต่ละคนก็มีความสำคัญมาก เด็กที่สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง แต่เด็กบางคนไม่สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยตนเองได้ Vygotsgy ได้อธิบายว่าเด็กแต่ละคนที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมีบริเวณของความใกล้เคียงพัฒนาเชาวน์ปัญญาที่แตกต่างกัน บางคนอยู่เหนือ บางคนอยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal Development ซึ่งก็ควรที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน (ทิศนา แขมมณี, 2547; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2545)

กล่าวโดยสรุปแม้ว่าทั้งสองทฤษฎีนี้จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของการอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้ได้อย่างไร แต่ทั้งสอง ทฤษฎีนี้ก็มีลักษณะที่ร่วมกันคือ ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ความเชื่อของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

วรัญญา จีระวิพูลวรรณ (2546 อ้างถึง Hashweh, 1996) ได้ใช้คะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อของครูเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งครูออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ครูที่เชื่อในการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ (Learning Constructivist, LC) ครูที่เชื่อในความรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ (Knowledge Constructivist, KC) ครูที่เชื่อในการเรียนรู้ตามแนวประจักษ์นิยม (Learning Empiricists, LE) และครูที่เชื่อในความรู้ตามแนวประจักษ์นิยม (Knowledge Empiricist, KE) โดยที่ครูที่มีความเชื่อที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ครูที่มีความเชื่อในการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนเรียนรู้โดยการสร้างความรู้อย่างมีส่วนร่วมเพื่อให้เกิดความเข้าใจโลกธรรมชาติ และเชื่อว่าผู้เรียนพัฒนาแนวคิดที่หลากหลายของตนเองซึ่งแนวคิดดังกล่าวอาจสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับแนวคิดของวิทยาศาสตร์ต้นแบบ (Orthodox Science) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการเปลี่ยนแนวคิดและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การค้นหาความหลากหลายในแนวคิดของผู้เรียน และกลุ่มครูที่มีความเชื่อในความรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ คือ ครูเชื่อว่าเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาทฤษฎีเพื่อให้เข้าใจโลก การสังเกตขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐาน การสังเกต การทดสอบทฤษฎีโดยใช้ประสบการณ์สำคัญมากกว่าจุดกำเนิดทฤษฎี ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นและเปลี่ยนแปลงได้ การปฏิบัติวิทยาศาสตร์และการเปลี่ยนแปลงแนวคิดสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้ความเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการสร้างความรู้เป็นความเชื่อที่สอดคล้องคู่ขนานและสะท้อนความเชื่อในธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเป็นการเรียนรู้ทฤษฎีวิทยาศาสตร์อย่างลุ่มลึกโดยครูช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้อย่างมีความหมาย (วรัญญา จีระวิพูลวรรณ, 2546)

การเรียนรู้และการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ซึ่งผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวและแสวงหาเพื่อที่จะอธิบายสิ่งแวดล้อมต่างๆเหล่านั้น ซึ่งในการหาคำอธิบาย จะมีการสร้างรูปแบบหรือตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่ได้เกิดขึ้น โดยที่รูปแบบที่สร้างขึ้นอาจเหมือนหรือแตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญ โดยที่การสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เขาเรียนรู้ อาจได้รับการแนะนำจากบุคคลอื่นๆรอบตัว หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ และต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองโดยที่ครูหรือผู้สอนเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2541; สุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2544)

กล่าวโดยสรุปการสอนวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ควรจะมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียน สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้สึกของตนกับผู้อื่น และมีส่วนร่วมในการประเมินผลการพัฒนาการเรียนรู้ ตัวผู้เรียนต้องรับผิดชอบในการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดนี้ถือว่านักเรียนจะนำเอาประสบการณ์ต่างๆและทักษะที่นักเรียนมีอยู่เข้ามาในห้องเรียนซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะมีผลต่อแนวคิดของนักเรียนในการเรียนรู้ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เน้นว่าความรู้มีอยู่แล้วในตัวนักเรียน และความรู้นี้จะพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน ครู และกับสภาพแวดล้อม นักเรียนจะเป็นคนสร้างความรู้หรือสร้างความหมายโดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ต่างๆที่ตัวเองมีอยู่ นักเรียนจะสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อทำให้ตัวเองเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งคำอธิบายเหล่านี้อาจแตกต่างจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูไม่สามารถที่จะส่งผ่านความรู้ไปยังตัวนักเรียนได้แต่นักเรียนจะเป็นผู้สร้างคำอธิบายมาได้ด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ครูเป็นเพียงผู้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน และเป็นผู้พัฒนาเทคนิคการเรียนการสอน และนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนโดยที่ครูต้องไม่ให้คำตอบแก่นักเรียน การเรียนรู้ต้องขึ้นอยู่กับการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของนักเรียนกับเพื่อนและครู การเรียนแบบร่วมมือจึงมีความสำคัญและเป็นวิธีสอนหลักที่ใช้ในห้องเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งทั้งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกันและมีการให้เหตุผลกับแต่ละแนวคิด ก็จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่ความหมายกับตัวเขาเองได้ด้วยเช่นกัน (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2541; สุนีย์ คล้ายนิล, 2546; ปรียา นพคุณ , 2545)

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งในสามของการรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ (AAAS., 1990; สสวท., 2545) ซึ่งในประเทศไทยได้จัดทำมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในมาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดว่า ครูวิทยาศาสตร์จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Education Standards) ที่กำหนดมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ทุกคนควรที่จะมีความเชื่อที่ชัดเจนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอน (วรัญญา จีระวิพูลวรรณ, 2546; สสวท., 2545; NRC., 1996)

หน่วยงานสสวท.ได้จัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2544 กลุ่มเพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ซึ่งหลักสูตรที่สสวท.ได้จัดทำขึ้นเป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และเจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 8 สาระการเรียนรู้

นอกจากนี้สสวท.ยังได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ได้กำหนดธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสาระที่ 8 และกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระที่ 8 ไว้ดังนี้

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศหลักสูตรใหม่ที่เรียกว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ปรับปรุงมาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีการปรับปรุงในส่วนมาตรฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้และกำหนดตัวชี้วัดแทนมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น โดยที่ตัวชี้วัดจะระบุสิ่งผู้เรียนต้องรู้และต้องปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งทำให้ครูผู้สอนสามารถกำหนดเนื้อหา จัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผลได้ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; จารุวรรณ แสงทอง, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลายความหมาย ซึ่งยังไม่มีความหมายที่ชัดเจนและสมบูรณ์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักปรัชญา นักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ก็ไม่ได้มีการให้ความหมายที่ตรงกัน (Lederman Wade and Bell, 1998; Meesee, 2007; Promkatkeaw, 2007; Irez, 2006) แต่ก็มีผู้ที่ให้ความหมายไว้ดังนี้

McComas (2000) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้านทั้งทางด้านประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานแบบเป็นกลุ่มสังคมอย่างไร และสังคมปฏิสัมพันธ์อย่างไรต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ”

Lederman *et al*. (2002) ได้เสนอความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ McComas ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการอ้างถึงญาณวิทยาและสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์หนทางแห่งความรู้ หรือค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาการขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Lonsbury and Ellis (2002) ได้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ที่ใช้ในการอธิบายธรรมชาติ การได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ที่มาและการเปลี่ยนแปลงของความรู้นั้น จะช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ การอ้างอิงถึง 1. ญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ 2. สังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือการทำงานแบบกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์และความเกี่ยวของระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม 3. ค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่งการศึกษาและอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต้องมีการผสมผสานระหว่างประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การศึกษาธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ในด้านการช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการพิจารณาว่านักเรียนควรเรียนสิ่งใดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

สสวท. (2545) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (scientific inquiry) การแก้ปัญหาโดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้กระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

Promkatkeaw (2007) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คุณค่าและข้อตกลงเบื้องต้นที่มีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแทนของลักษณะเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีการอธิบายและบรรยายว่าวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไรและแตกต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร อะไรที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำในสังคมในอดีตและวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม

Meesee (2007) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คุณค่าและข้อตกลงเบื้องต้นในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ที่จะอธิบายและบรรยายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ทำงานอย่างไร และแตกต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำอะไรให้กับสังคม และวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร

NSTA (2003) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คือ คุณค่าและข้อตกลงเบื้องต้นในการพัฒนาและการตีความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ศุภกาญจน์ รัตนกร (2552) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีการอธิบายและบรรยายว่าวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไรและแตกต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร อะไรที่นักวิทยาสาสตร์ได้ทำในสังคมในอดีตและนักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสังคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นฤมล ยุตาคม (2546) ได้ให้ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติว่าเกิดขึ้นอย่างไรและทำไมจึงเป็นเช่นนั้น โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายรวมถึงการตั้งคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆในธรรมชาติ และวิธีการค้นหาคำตอบของคำถามที่ตั้งขึ้น โดยอาศัยการสังเกต การทดลอง การอธิบายและการทำนาย นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีจรรยาบรรณในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลงานที่ได้รับการยอมรับเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องได้รับการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์คนอื่นด้วยโดยผ่านการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการและการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ กิจการทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิด

กล่าวโดยสรุปธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านของความหมายของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร แตกต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมไปถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกับสังคม

คุณค่าของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ในหลายประเทศโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปยุโรป (Lederman, 1992; AAAS, 1990; McComas *et al.*, 1998; Hand *et al.*, 1999) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ศึกษา และองค์กรต่างๆทั่วโลกได้ให้การยอมรับกับบทบาทของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากการที่ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีอยู่ในหลักสูตรในหลายประเทศ (AAAS, 1990; Daren, 2000; Haidar, 1999; สสวท., 2544; Promkatkeaw, 2007)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้ตระหนักถึงความสำคัญของการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้ที่จะเข้าใจธรรมชาติและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นการสืบเสาะหาความรู้และเทคโนโลยีในฐานะที่เป็นการออกแบบ และควรที่จะรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน สังคม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน เช่น สามารถโต้แย้งและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถนำเอาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ (Hand *et al.*, 1999; สิรินภา กิจเกื้อกูล และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณะ, 2550) และการที่นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์สามารถทำให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น มีความตระหนักในคุณธรรมและจริยธรรมและสามารถคิดตัดสินใจ (Driver *et al*.,1996 ; McComas *et al*., 1998) นอกจากนี้ McComas (2008) กล่าวว่าการที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนและครูสามารถจำแนกสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์และสิ่งที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ และยังสามารถทำให้ครูผู้สอนเปลี่ยนมุมมองในการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งหากครูมีมุมมองที่ถูกต้องก็จะใช้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้หรือการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Lederman, 1998; McComas *et al*., 1998)

ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และงานวิจัยได้ให้ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

AAAS. (1990); สสวท. (2544); ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2549); และ นฤมล ยุตาคม (2546) ได้อธิบายขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือทรรศนะโดยทั่วไปเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) หมายถึง การที่นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อและทัศนคติเกี่ยวกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของโลกและวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปของธรรมชาติ ซึ่งได้แก่

1.1 โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ (The World is Understandable) หมายถึง การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้สติปัญญา เครื่องมือ และการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้

1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Scientific Ideas are Subject to Change) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้เพราะเราอาจอธิบายความรู้นั้นได้ ชัดเจนขึ้น หรือปรับเปลี่ยนความรู้นั้นจากที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องหรืออาจเลิกล้มความรู้นั้นไป ทั้งนี้เป็นผลมาจากประสาทสัมผัสที่ขยายขอบเขตในการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ได้มากขึ้นตามพยานหลักฐาน เครื่องมือ และสถานการณ์ที่ปรากฏใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (Scientific Knowledge is Durable) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ตรงกัน และมีการค้นคว้าทดลองพิสูจน์ต่อเนื่องกันมาทำให้มีการขยายขอบเขตของความรู้เพิ่มขึ้น

1.4 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม (Science cannot Provide Complete Answers to All Questions) หมายถึง วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายเหตุการณ์ปรากฏการณ์ ความเชื่อ หรือ สิ่งเหนือธรรมชาติได้ทั้งหมด

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)หมายถึง การอธิบายสิ่งต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน สมมติฐาน ทฤษฎีและเหตุผล การสืบเสาะหาข้อมูล เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นวิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่ได้มาโดยวิธีการทดลองมีทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ นอกจากนี้การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการแลกเปลี่ยนเทคนิควิธีการข้อมูล แนวคิดของบรรดานักวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความเข้าใจระหว่างกันและกัน ในการแสวงหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Scientifically Valid) ลักษณะประเด็นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Science Demands Evidence) หมายถึง ในการทำงานทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ประสาทสัมผัส หลักฐานที่ต้องใช้ในการสังเกต โดยอาศัยอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็น และเป็นสิ่งที่เพิ่มคุณค่าในงานทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้สนใจสามารถตรวจสอบ หรือค้นคว้าขยายขอบเขตขององค์ความรู้ต่อไปได้

2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลและจินตนาการ (Science is a Blend of Logic and Imagination) เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมมติฐาน และทฤษฎีเป็นความรู้ที่อาศัยหลักของเหตุผล หรือตรรกะเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความคิดจินตนาการ ประกอบเหตุและผลนั้น และมีการทดสอบความรู้วิทยาศาสตร์ดังกล่าวเพื่อนำไปสู่การค้นคว้าและเป็นแนวทางในการได้ความรู้ที่เป็นที่ยอมรับ

2.3 วิทยาศาสตร์สามารถที่จะอธิบายและทำนาย (Science Explains and Predicts) หมายถึง วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบาย โดยอาศัยวิธีการ หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายเป็นผลให้วิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ ได้รับการยอมรับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามจะระบุและหลีกเลี่ยงอคติในการทำงานของเขาเองและของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น (Scientists Try to Identity and Avoid Bias) นักวิทยาศาสตร์พยายามระบุความหมายของสิ่งต่าง ๆ ให้ชัดเจนโดยปราศจากอคติหรือความลำเอียง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงทำงานเป็นกลุ่ม เป็นทีม หาคำตอบในเรื่องเดียวกันหลาย ๆ องค์การ เพื่อยืนยันคำตอบนั้น ความลำเอียงอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น จากเครื่องมือ จากการสรุปข้อมูล การจดบันทึก

2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ใช่การเชื่อฟังผู้มีอำนาจ (Science is not Authoritarian) นักวิทยาศาสตร์มีความคิดของตนเอง และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบจึงไม่ใช่การเชื่อจากผู้มีอำนาจหรือจากคำบอกเล่า

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprise) หมายถึง กิจกรรมและลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่

3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่มีความซับซ้อน (Science is Complex Social Activity) จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์มีข้อตกลงเกี่ยวกับ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการทดลองที่ต้องมีหลักฐาน นอกจากนี้ยังเกี่ยวกับจรรยาบรรณทางวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ยังต้องเผยแพร่ผลงานกับกลุ่มหรือที่ประชุมตามสถาบันต่าง ๆ

3.2 วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับวิชาการ และสถาบันอื่น ๆ เพราะการเชื่อมโยงเป็นการเรียนรู้ตามธรรมชาติ หรือจากธรรมชาติแบบหนึ่ง (Science is Organized into Content Disciplines and is Conducted in Various Institutions) เช่น ในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.3 การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ (There are Generally Accepted Ethical Principles in the Conduct of Science) จริยธรรมที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือเพราะแต่ละขั้นตอนต้องถูกต้องแม่นยำ เช่น การเก็บข้อมูล การจดบันทึก

3.4 นักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาทในสังคม (Scientists Participate in Public Affairs Both as Specialists and as Citizens) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักวิทยาศาสตร์ต้อง การเสนอแนวคิด ผลงานนวัตกรรม และหรือเป็นความคาดหวังของมวลชน ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงต้องมีความรับผิดชอบต่อผลงานของเขากับมวลชนที่เขาอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lederman *et al.* (2002) ได้อธิบายขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. หลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Empirical Nature of Scientific Knowledge) หมายถึง วิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสามารถขยายขอบเขตของการสังเกตโดยการสร้างเครื่องมือขึ้นเพื่อช่วยขยายของเขตในการสังเกตได้โดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

2. การสังเกต การลงข้อสรุป และการประกอบกันเป็นทฤษฎีในวิทยาศาสตร์ (Observation, Inference, and Theoretical Entities in Science) หมายถึง การสังเกตและการลงข้อสรุปมีความแตกต่างกัน การสังเกตคือการบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น การปล่อยวัตถุตกลงสู่พื้น แต่การลงข้อสรุปไม่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น การที่วัตถุตกลงสู่พื้นเป็นเพราะแรงโน้มถ่วงของโลก การที่เข้าใจความแตกต่างของทั้งสองสิ่งจะทำให้เข้าใจ ข้อสรุปต่างๆ ทฤษฎีต่างๆที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์

3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Theories and Laws)

4. ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge)

5. ทฤษฎีที่มีอยู่ในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge Knowledge)

6. การมีอยู่ของสังคมและวัฒนธรรมของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge)

7. ประวัติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Myth of the Scientific Method)

8. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว (The Tentative Nature of Scientific Knowledge)

สสวท. (2544) ได้กล่าวถึงขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledge) ครอบคลุมถึงความเชื่อและเจตคติที่นักวิทยาศาสตร์มีต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ ความรู้เป็นความจริงที่มีความคงทนแต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะความจริงที่มีอยู่แล้วอาจไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ๆได้

2. กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ครอบคลุมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการเข้าใจถึงความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่จะหาหลักฐานโดยใช้เหตุผลและจินตนาการ ทำการทดลอง อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มาสนับสนุนแนวคิดของตนเองโดยพยายามหลีกเลี่ยงอคติและเป็นอิสระจากผู้มีอำนาจ

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับพัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งดำเนินไปภายใต้สภาพสังคมที่ซับซ้อนทั้งในอดีตและปัจจุบัน เช่น การใช้ความรู้จากหลายสาขาวิชามาพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง การร่วมมือกันระหว่าง บุคคล องค์กร และสถาบัน เพื่อพัฒนา

McComas *et al.* (2000) ได้สรุปขอบข่ายจากการสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ก็มีความคงทน

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของการสังเกต การทดลอง หลักฐาน การโต้แย้งความสงสัย

3. ไม่มีวิธีที่แน่นอนในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน

4. วิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

5. กฎและทฤษฎีมีบทบาทต่างกันในวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีจะไม่กลายไปเป็นกฎแม้ว่าจะมีหลักฐานที่มาสนับสนุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ประชาชนทุกคนจากหลายๆวัฒนธรรมมีส่วนในการสร้างวิทยาศาสตร์

7. ความรู้ใหม่จำเป็นต้องมีการรายงานที่ชัดเจนและเปิดเผย

8. นักวิทยาศาสตร์มีการเก็บข้อมูลที่แม่นยำ มีการตรวจสอบระหว่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันสามารถตรวจสอบได้

9. การสังเกตจะมีทฤษฎีที่ซ่อนอยู่เบื้องหลัง

10. ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงการวิวัฒนาการและการปฏิวัติ

11. วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม

12. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อสิ่งอื่นๆ

13. ความคิดทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อสังคมและประวัติศาสตร์

McComas (2004) และ McComas (2008) ได้ให้ขอบข่ายซึ่งได้จากการวิเคราะห์จากหลักสูตรระดับอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาไว้ดังนี้

1. การสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์

2. การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีปัจจัยร่วมกันและมีจิตวิทยาศาสตร์ มาตรฐาน การคิดเชิงเหตุผล กระบวนการ เช่น การสังเกต การบันทึกข้อมูล ความน่าเชื่อถือในการรายงาน โดยมีหลักการดังนี้

2.1 วิธีการทดลองไม่ใช่เป็นเพียงหนทางเดียวที่จะนำไปสู่ความรู้

2.2 วิทยาศาสตร์มีการใช้ทั้งเหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยในการตรวจสอบ

2.3 วิทยาศาสตร์มีการพัฒนามาจากวิทยาศาสตร์ปกติ (Normal Science) และ การปฏิวัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว มีความมั่นคงในตัวเอง

4. กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกันในชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมมติฐานมีความพิเศษ แต่ก็เป็นชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน

5. วิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบ

6. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีองค์ประกอบอยู่ในตัวมันเอง ความคิด และ การสังเกตในทางวิทยาศาสตร์จะมีทฤษฎีอยู่เบื้องหลัง ซึ่งอาจทำให้เกิดอคติในตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

7. ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม สังคมมีผลต่อการทำงานโดยตรงของวิทยาศาสตร์

8. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลซึ่งกันและกันแต่ทั้งสองสิ่งนี้ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน

9. วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม

NSTA (2000) ได้กล่าวถึงในขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนและเป็นจริงชั่วคราว

2. ไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพียงวิธีการเดียวแต่มีลักษณะร่วมกันในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบาย

3. คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้รับการสนับสนุนโดยหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถทดสอบได้

4. ความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. มีความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี

6. มีความสัมพันธ์ระหว่างการสังเกตและการลงความคิดเห็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. บริบททางสังคมและวัฒนธรรมแสดงบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Carrier (2001) ได้ให้ขอบข่ายจากการสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาไว้ 7 ด้านดังนี้

1. องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Science is a Tentative Enterprise)

2. วิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐานในเชิงประจักษ์ (Science is an Empirical “Faith”)

3. วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีวิธีการเดียว (Science is not a single method)

4. การทดลองต้องมีเป้าหมายและถือเป็นส่วนหนึ่งของการสังเกตทางวิทยาศาสตร์ (Experiments are a Goal-Oriented form of scientific observation)

5. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์คือการอธิบายข้อเท็จจริงในทางวิทยาศาสตร์ (Science Theories are Explanation of Science Facts)

6. กฎทางวิทยาศาสตร์ คือการบรรยายพฤติกรรมทางธรรมชาติ (Scientific Laws are description of Nature‘s behavior)

7. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ (Science is a creative enterprise)

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ (2550) ได้สรุปขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนควรจะรู้ไว้ดังนี้

1. ความเข้าใจต่อความของวิทยาศาสตร์ เช่น รู้ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีความเป็นมาอย่างไร และแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆอย่างไร

2. ความเข้าใจต่อกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น รู้ว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะและขั้นตอนอย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เข้ามามีอิทธิพลต่อกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ความเข้าใจต่อลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น รู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์คืออะไร ได้มาอย่างไรและมีลักษณะอย่างไร

4. ความเข้าใจต่อลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ เช่น รู้ว่านักวิทยาศาสตร์มีอุปนิสัยอย่างไรในการทำงานจนบรรลุผลสำเร็จ

5. ความเข้าใจต่อความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เช่น รู้ว่าทั้งสามสิ่งนี้มีอิทธิพลต่อกันอย่างไร

สุธาวัลย์ มีศรี (2550) ได้สรุปประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยการสังเกตและการลงความเห็น

2. ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้

3. ความรู้วิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงได้

4. นักวิทยาศาสตร์อาจแปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกันได้

5. ความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่มีอยู่

6. จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีส่วนในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

7. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในขอบเขตคุณธรรม จริยธรรมและเป็นที่ยอมรับของสังคม

8. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนมีส่วนร่วมได้

9. มีความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

10. ความรู้วิทยาศาสตร์ส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนในต่างประเทศนั้น ซึ่งผู้วิจัยหลายท่านได้กำหนดขอบข่ายของธรรมชาติทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการสำรวจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ขอบข่ายธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ผู้วิจัย							
	Haidar (1999)	Palmquist and Finley (1997)	Ryan and Aikenhead (1992)	Lederman (1999)	Lederman et al. (2002)	Bell et al. (1997)	Khishfe (2007)	Tairab (2001)
-วิทยาศาสตร์เป็นจริง ณ เวลาหนึ่งและเปลี่ยนแปลงได้	*	*		*	*	*	*	
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการสังเกตโลกธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้าง	*	*		*				
-ความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่ใช้ในการลงความเห็น (Theory laden)	*	*		*	*			
-วิทยาศาสตร์เป็นการลงความเห็น (inference) จากการสังเกต จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์	*		*	*	*	*	*	
-วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม และสังคมวัฒนธรรมเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์				*	*		*	
-วิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี	*	*	*		*	*		
-วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ต้องเรียงตามลำดับขั้นตอน	*	*		*	*			
-กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	*	*				*		
-นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกับผู้อื่นมีการตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของความรู้วิทยาศาสตร์โดยประชาคมนักวิทยาศาสตร์	*	*	*					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขอบข่ายธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ผู้วิจัย							
	Haidar (1999)	**Palmquist and Finley (1997)**	**Ryan and Aikenhead (1992)**	**Lederman (1999)**	**Lederman et al. (2002)**	**Bell et al. (1997)**	**Khishfe (2008)**	**Tairab (2001)**
-มีความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับสังคม			*					*
-ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	*	*						
-วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์	*		*		*		*	
-แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	*							

หมายเหตุ * หมายถึง ลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยดังกล่าว

ที่มา: ปรับปรุงจาก วรัญญา จีระพูลวรรณ (2546)

(1) Haidar (1999) ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์และนิสิตครูวิทยาศาสตร์ (2) Palmquist and Finley (1997) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ (3) Ryan and Aikenhead (1992) พัฒนาเครื่องมือ Views on Science-Technology-Society (VOSTS) (4) Lederman (1999) สำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจของครูเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน (5) Lederman *et al*. (2002) พัฒนาแบบสอบถาม Views of Nature of Science Questionnaire (6) Bell *et al*. (1997) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนของครู (7) Khishfe (2008) ศึกษาการพัฒนาของนักเรียนเกรด 7 ต่อความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (8) Tairab (2001) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางพบว่า ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยมากที่สุด 6 เรื่องได้แก่ วิทยาศาสตร์เป็นจริง ณ เวลาหนึ่งและเปลี่ยนแปลงได้ กับ วิทยาศาสตร์เป็นการลงความเห็น (inference) จากการสังเกต จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ ส่วนขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบมากรองลงมา คือ พบในงานวิจัย 5 เรื่องได้แก่ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยมากเป็นลำดับที่สาม คือ วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ วิธีการในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี และความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่ใช้ในการลงความเห็น (Theory laden)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการสำรวจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ขอบข่ายธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ผู้วิจัย							
	วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552)	Buaraphan (2009)	ประสาท เนืองเฉลิม (2551)	เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2550)	สิรินภากิจ เกื้อกูลและคณะ (2548)	สุธาวัลย์ มีศรี (2550)	สุทธิดา จำรัสและคณะ (2552)	Promkatkeaw (2007)
-การสังเกตได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ (theory laden)	*	*				*		*
-นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์								*
-แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	*	*						*
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เก่าหรือไม่เป็นจริงอีกต่อไปแต่ยังคงมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์	*							
-นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกับประชาคม					*			*
นักวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำอธิบายที่ดีที่สุดและตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์	*							*
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราวและสามารถเปลี่ยนแปลงได้	*	*	*		*	*	*	*
-วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี		*	*	*			*	*
-วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน ทำข้ามขั้นกลับไปกลับมาได้		*						
-กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	*	*		*			*	*
-ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์		*					*	*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขอบข่ายธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ผู้วิจัย							
	วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552)	Buaraphan (2009)	ประสาท เนืองเฉลิม (2551)	เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2550)	สิรินภากิจ เกื้อกูลและคณะ (2548)	สุธาวัลย์ มีศรี (2550)	สุทธิดา จำรัสและคณะ (2552)	Promkatkeaw (2007)
-การสังเกตและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์	*	*	*		*	*	*	*
-ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม		*	*	*		*	*	*
-ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีส่วนในการสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์	*	*	*		*	*	*	*
-ความหมายของวิทยาศาสตร์		*	*	*				*
-ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์		*						*
-คุณธรรมและจริยธรรมในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์		*	*			*		
-วิทยาศาสตร์เป็นกิจการทางสังคมที่สลับซับซ้อน			*		*	*		*
-วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน			*		*	*	*	
-ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์				*				

หมายเหตุ: * หมายถึง ลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) ศึกษาทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยง (2) Buaraphan (2009) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการแสดงเหตุผลของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์(3) ประสาท เนืองเฉลิม (2551) ศึกษาการรับรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ (4) เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ (2550) พัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง (5) สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า (6) สุธาวัลย์ มีศรี (2550) ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอนเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (7) สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ (8) Promkatkeaw (2007) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษา

จากตารางที่ 3 พบว่า ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยมากที่สุด 7 เรื่อง ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราวและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและลงข้อสรุป ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีส่วนในการสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ ส่วนขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบมากรองลงมา คือ พบในงานวิจัย 6 เรื่องได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พบในงานวิจัยมากเป็นลำดับที่สาม คือ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี

กล่าวโดยสรุปจากการศึกษาขอบข่ายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 5 ด้านได้แก่ 1. ด้านความหมายของวิทยาศาสตร์ 2. ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4. ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ 5. ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์แสดงในตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 กรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์
1. ความหมายของวิทยาศาสตร์ (ความหมายของวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างของวิทยาศาสตร์กับสาขาอื่น)
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2.1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์)
2.2 ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (กฎ หลักการ ทฤษฎี ความจริง แนวคิด)
2.3 ลักษณะขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2.3.1 มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้)
2.3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน)
2.3.3 สามารถใช้อธิบายและทำนายได้ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้ในการอธิบายและทำนาย)
2.3.4 ต้องการหลักฐาน (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการพยานและหลักฐาน)
2.3.5 มีข้อจำกัด (วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบได้กับทุกเรื่อง)
3. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3.1 วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความบังเอิญ การต่อยอดความรู้)
3.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอน (กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถข้ามขั้นตอนและทำกลับไปกลับมาได้)
3.3 การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบ)
3.4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
4. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์
4.1 คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น ความอดทน ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ ความรอบคอบและการมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น)
4.2 บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ (นักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาทในสังคม)
4.3 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกับผู้อื่น)
4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ (การยึดถือทฤษฎีในการลงความเห็น)
4.5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

กรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์
5. กิจการทางวิทยาศาสตร์
5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม
5.1.1 ความหมายของเทคโนโลยี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกัน)
5.1.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน)
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม
5.2.1 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมวัฒนธรรมและการเมือง(สังคมวัฒนธรรมและการเมืองเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์)
5.2.2 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการในสถาบันต่างๆ (ทุกองค์กรมีการเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้)
5.2.3 วิทยาศาสตร์กับจริยธรรม (จริยธรรม ความถูกต้องในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์)

มุมมองปรัชญาในธรรมชาติวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาสนับสนุนการส่งเสริมการสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปีพ.ศ.2503 (Lederman, 1992; McComas *et al*., 1998; Hand *et al.,* 1999) ซึ่งมีการสนับสนุนความเข้าใจแบบร่วมสมัย (Contemporary Views) ซึ่งมีมุมมองที่คล้ายกับความเข้าใจแบบร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Views) ที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์(Promkatkeaw, 2007) ซึ่งมีนักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะว่าควรที่จะนำเสนอทั้งความเข้าใจแบบร่วมสมัยและความเข้าใจแบบดั้งเดิม (Traditional Views) ที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพื่อให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ ซึ่งครูและนักเรียนควรที่จะสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยซึ่งควบคู่ไปกับความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งมักจะกลายเป็นความเข้าใจที่ผิด (Misconceptions) (Meesee, 2007; Promkatkeaw, 2007; Haidar, 1999) ตัวอย่างของความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยแสดงดังตารางที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ตัวอย่างความเข้าใจแบบร่วมสมัยและความเข้าใจแบบดั้งเดิม

ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
-นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีเพราะทฤษฎีมีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เพียงแต่ค้นพบเท่านั้น	ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	-นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีต่างๆขึ้น เพราะการสร้างทฤษฎีมาจากกระบวนการคิด
-ทฤษฎีเก่าซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่เป็นจริงจะไม่มีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์อีกต่อไป		-ทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นหากทฤษฎีนั้นเก่าหรือไม่เป็นจริงอีกต่อไป ทฤษฎีเหล่านั้นก็ยังเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์
-ทฤษฎีคือสมมติฐานซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากว่าสมมติฐานต้องใช้ในการทดสอบเชิงประจักษ์ และเมื่อได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นจริง สมมติฐานก็จะเปลี่ยนไปเป็นทฤษฎี		-ทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อได้รับการเชื่อมโยงกับทฤษฎีอื่นๆที่ได้รับการยอมรับแล้วภายในชุมชนนักวิทยาศาสตร์
-แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอม เป็นการลอกเลียนแบบของจริง เพราะแบบจำลองบรรยายถึงความจริงของสิ่งเหล่านั้น	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้บรรยายถึงความจริงของสิ่งนั้นอย่างที่เป็นอยู่ แต่แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดหรือการเดาอย่างมีเหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถมองเห็นของจริงของสิ่งนั้นได้ เช่น ไม่สามารถมองเห็นอะตอมได้
-กฎทางวิทยาศาสตร์สามารถได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์		-กฎทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่ความพยายามที่ดีที่สุดของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายบางส่วนของธรรมชาติ
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องตรงกับความจริง		-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความเข้าใจของเราที่มีต่อความจริงแต่ไม่ใช่ความจริงอย่างที่มันเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นโดยผ่านวิธีทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นโดยผ่านทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิธีทางวิทยาศาสตร์
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกโดยอาศัยการสังเกต		-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจถูกสร้างขึ้นโดยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
-นักวิทยาศาสตร์ประเมินสรุปทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยพยานหลักฐานเชิงประจักษ์	การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องใช้พยานหลักฐานเชิงประจักษ์ เขาอาจใช้จินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์
-มีวิธีเดียวในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์		-ไม่มีวิธีการเดียวในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์แต่มีหลายวิธี เช่น การใช้ความคิดสร้างสรรค์ การจินตนาการและการใช้ความคิดริเริ่ม
-การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาค้นคว้าและในการตรวจสอบความตรงของทฤษฎี		-นักวิทยาศาสตร์ใช้หลายวิธีการตามสภาพเหตุการณ์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีหนึ่งในวิธีการที่หลากหลายนั้น
-นักวิทยาศาสตร์ค้นพบกฎทางวิทยาศาสตร์เพราะกฎมีอยู่แล้วในธรรมชาติ เพียงแต่นักวิทยาศาสตร์ต้องค้นหากฎที่มีอยู่นั้น		-นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างในสิ่งที่ธรรมชาติสร้างขึ้น แต่เขาสร้างกฎที่บรรยายถึงสิ่งที่ธรรมชาติสร้างขึ้น
-นักวิทยาศาสตร์รายงานข้อมูลตรงกับที่ประสาทสัมผัสของเขารับรู้	ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	-มีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูล เช่น ความรู้เดิม
-นักวิทยาศาสตร์พยายามต่อสู้เพื่อค้นหาความจริงที่สมบูรณ์		-นักวิทยาศาสตร์ทำงานภายในชุมชนวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาวิธีที่ดีที่สุดเพื่ออธิบายบางส่วนของธรรมชาติ

ที่มา: ปรับปรุงจากวรรณทิพา รอดแรงค้า (2552)

จากตารางจะเห็นได้ว่าความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยมีความแตกต่างกันในลักษณะที่ตรงข้ามกันโดยที่วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) กล่าวว่าความเข้าใจแบบดั้งเดิมถือว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวในการเปิดเผยถึงกฎทางธรรมชาติของพระเจ้า ซึ่งกฎนี้แสดงถึงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำงานของจักรวาล วิธีเดียวที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการนำวิธีอุปนัยไปใช้ นักวิทยาศาสตร์จะเป็นอิสระจากภาพลวงตาและเรื่องราวต่างๆในอดีตและความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่สมบูรณ์และเป็นอิสระจากความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของมนุษย์ แต่ความเข้าใจแบบร่วมสมัย ถือว่าวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับจักรวาลที่เป็นข้อตกลงร่วมกันทางสังคม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะถูกยอมรับโดยผ่านชุมชนวิทยาศาสตร์ นอกจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วยังมีอีกหลายวิธีที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เดิม ปัจจัยทางสังคมและอิทธิพลอื่นๆจะมีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว ซึ่งครูวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมจะทำให้บทบาทของครูเป็นผู้รวบรวมและถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนแต่ครูวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยจะทำให้บทบาทของครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในแนวคิดต่างๆโดยการตระหนักถึงกระบวนการและการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Promkatkeaw, 2007; Meesee, 2007)

กล่าวโดยสรุปจากความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดความเข้าใจแบบดั้งเดิมและความเข้าใจแบบร่วมสมัยในงานวิจัยนี้ได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 กรอบแนวคิดความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยในงานวิจัย

ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	**ธรรมชาติวิทยาศาสตร์**	**ความเข้าใจแบบร่วมสมัย**
-วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว	ความหมายของวิทยาศาสตร์	-วิทยาศาสตร์ ไม่ใช่แค่เพียงความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติแต่ต้องรวมไปถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ -ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มีความรู้เดิมนั้นจะถูกยกเลิก -แบบจำลองอะตอมของดอลตันไม่สามารถอธิบายอะตอมได้อีกแล้ว -กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาธรรมชาติ -ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจะเป็นการเพิ่มเติมหรือต่อยอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของเดิมมากกว่าการแทนที่หรือการยกเลิก -แบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้ -กฎทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
-นักวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องแม่นยำภายใต้หลักฐาน	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่
-ความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีพยานและหลักฐาน		-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะน่าเชื่อถือได้ต้องมีพยานและหลักฐานมาสนับสนุน
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง		-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายและตอบคำถามได้ทุกเรื่อง
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว		-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากหลากหลายวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
-กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี		-กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีเหมือนกันแต่ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่นำไปใช้
-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเชื่อถือได้โดยไม่จำเป็นต้องผ่านการรับรองจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์		-เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์
-การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย
-วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัวเสมอ ทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วไม่ได้		-วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัว สามารถทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำได้
-การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วย		-การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
-นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้ -การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ -วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัวเสมอ ทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วไม่ได้ -การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วย -นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้	การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-นักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลอง -การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย -วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัว สามารถทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำได้ -การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบ -นักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลอง
-นักวิทยาศาสตร์ค้นหาคำอธิบายเพื่อความมีชื่อเสียง ความน่านับถือ -นักวิทยาศาสตร์สามารถหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้ -นักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคม คือ ผู้เชี่ยวชาญ -นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียวเพื่อที่จะหาคำอธิบายที่ดีที่สุดในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ -นักวิทยาศาสตร์ต้องตีความได้เหมือนกันเพราะอยู่ในสถานการณ์เดียวกันและมีหลักฐานที่เหมือนกัน	ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	-นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด -นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้ -นักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาทในสังคม อาจเป็นผู้เชี่ยวชาญ ครู อาจารย์ หรือพลเมืองทั่วไป -นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกับเพื่อนนักวิทยาศาสตร์และประชาคมนักวิทยาศาสตร์ในการหาคำอธิบายที่ดีที่สุด -ในสถานการณ์เดียวกัน นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีมุมมองที่ต่างกันขึ้นกับความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
-วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน -วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่มีความสัมพันธ์กัน -วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและการเมือง -องค์กรที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะไม่มีการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ -การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ต้องคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้อง	กิจการทางวิทยาศาสตร์	-วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกัน -วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน -วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง -ทุกสถาบันมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ -การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงทั้งจริยธรรม ความถูกต้องและประโยชน์ควบคู่กันไป

การวัด การประเมินและการวิเคราะห์ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและครูวิทยาศาสตร์เป็นที่ตระหนักของนักวิทยาศาสตร์ศึกษามาเป็นนาน ซึ่งมีเครื่องมือที่มีการวัดเกี่ยวกับด้านเฉพาะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพียงด้านเดียว เช่น Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS) ของ Rubba (1976) ซึ่งวัดเกี่ยวกับลักษณะองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ Conceptions of Scientific Theroies Test (COST) ของ Cotham and Smith (1981) ซึ่งวัดเกี่ยวกับลักษณะของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือ Nature of Science Survey ของ Lederman and O'Malley (1990) วัดเกี่ยวกับความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือที่ใช้วัดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลายด้าน เช่น Test on Understanding Science (TOUS) ของ Cooley and Klofer (1961) ซึ่งวัดเกี่ยวกับความเข้าใจในกิจการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ กระบวนการและเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ เป็นต้น หรือ Nature of Science Test (NOST) ของ Billeh and Hasan (1975) ซึ่งวัดเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และ Views on Science-Technology-Society (VOSTS) ของ Aikenhead Fleming and Ryan (1989) ซึ่งวัดเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม เป็นต้น หรือ Nature of Science Scale (NOSS) ของ Kimball (1968) ซึ่งวัดเกี่ยวกับรูปแบบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 แบบ ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้วัดเพียงแค่ให้ผู้ทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลือกตอบเพียงอย่างเดียว (paper and pencil instruments) ซึ่งไม่สามารถที่จะบอกได้ทุกอย่างในสิ่งที่ผู้วัดต้องการอยากจะรู้ ซึ่งการที่จะวัดความเชื่อในธรรมชาติวิทยาศาสตร์หรือเหตุผลของความเชื่อนั้นควรที่จะใช้มากกว่าเครื่องมือที่เพียงแค่ให้เลือกตอบ (Promkatkeaw, 2007; Lederman *et al*., 1998)

จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีทั้งการใช้แบบสอบถาม การใช้แบบสัมภาษณ์ และการใช้แบบสังเกตซึ่งแสดงให้เห็นในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัด ประเมินและการวิเคราะห์ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
The Myths of Science Questionnaire (MOSQ)	เป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย และมีการเขียนแสดงเหตุผลประกอบ จำนวน 14 ข้อ ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 113 คน และครูวิทยาศาสตร์จำนวน 101 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มคำตอบเป็นเป็น 3 กลุ่มได้แก่ informed , uncertain และ uninformed โดยใช้ร้อยละ	Buaraphan (2009)
แบบสอบถามทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนามาจาก Abdullateef H. Haidar (1999)และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถาม	เป็นแบบสอบถามประกอบด้วยข้อความที่แสดงทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ทรรศนะ อยู่เป็นคู่ๆ คือตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconain View) และตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science) จำนวน 22 ข้อความ โดยแบ่งเป็น 7 ระดับตั้งแต่ เห็นด้วยมาก ปานกลางและน้อยตามแนวคิดดั้งเดิมของ Bacon ผ่านทรรศนะของการไม่มีความคิดเห็นหรือไม่แน่ใจ ไปยังความคิดเห็นที่เห็นด้วยมาก ปานกลางและน้อยกับแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ออกฝึกสอน 33 คน และอาจารย์พี่เลี้ยงจำนวน 27 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยกำหนด	วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
	รหัสคำตอบและลงรหัสข้อมูล วิเคราะห์ความถี่และร้อยละในแต่ละคำตอบ	
แบบทดสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนามาจาก View of nature of science questionnaire (VNOS) ของ Lederman et al. 2002และสัมภาษณ์ความเข้าใจด้านการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	แบบทดสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ โดยที่กลุ่มตัวอย่างคือครูวิทยาศาสตร์จำนวน 4 คนซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดและสามารถใช้คำพูดของตนเอง โดยปราศจากการชี้นำ และใช้การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (semi-structured interviews) เพื่อให้เกิดความถูกต้องในการตีความคำตอบจากแบบทดสอบ วิเคราะห์ข้อมูลจากการทำการสรุปเป็นข้อมูลบุคคล (Summary profile) ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลด้านความเข้าใจเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นทั้งก่อนและภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพของครูแต่ละคน	สุธาวัลย์ มีศรี (2550)
แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง	เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างประกอบด้วยข้อความถามต่อไปนี้ 1. ตามความเข้าใจของท่านวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติหรือคุณลักษณะอย่างไรในประเด็นต่างๆต่อไปนี้ 1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ 1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะอย่างไร 1.4 ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 1.5 นักวิทยาศาสตร์ควรมีคุณลักษณะอะไรบ้าง 1.6 วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคมอย่างไร 2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเช่นใด จึงจะสอดคล้องกันและสะท้อนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์ 3 คน โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการถอดแถวเสียงบันทึกการสัมภาษณ์แล้ววิเคราะห์ส่วนประกอบ (Componetial analysis) เพื่อจำแนกเปรียบเทียบ โดยนำข้อมูลและคำตอบของครูแต่ละคนมาจัดกลุ่มตามแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 5 หัวข้อหลัก และนำมาเปรียบเทียบหาประเด็นที่สอดคล้องตรงกันหรือแตกต่างกันแล้วสร้างข้อสรุป	เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
	เปรียบเทียบที่ได้และตีความหมายของข้อมูล	
แบบสังเกตการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	กลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 5 คน เก็บข้อมูลโดยการสังเกตการจัดการเรียนการสอน การศึกษาเอกสาร และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลจากการสังเกตและสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์มาจัดกลุ่มข้อมูลตามกรอบการศึกษาธรรมชาติวิทยาศาสตร์และสรุปผลการวิเคราะห์ในรูปของความเรียง	ปริณดา ลิมปานนท์ (2547)
แบบสอบถามซึ่งปรับปรุงจาก Variety of nature of science instruments (VOSTS) ของ Aikenhead et al. (1989)	เป็นแบบสอบถามประกอบด้วยข้อความที่แสดงทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ทรรศนะ อยู่เป็นคู่ๆ คือตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconain View) และตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science) จำนวน 22 ข้อความ โดยแบ่งเป็น 7 ระดับตั้งแต่ เห็นด้วยมาก ปานกลางและน้อยตามแนวคิดดั้งเดิมของ Bacon ผ่านทรรศนะของการไม่มีความคิดเห็นหรือไม่แน่ใจ ไปยังความคิดเห็นที่เห็นด้วยมาก ปานกลางและน้อยกับแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 31 คน และครูวิทยาศาสตร์จำนวน 224 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายใช้ความถี่และร้อยละ	Abdullateef H. Haidar (1999)
แบบสอบถามปลายเปิด และแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อตกลงเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ	กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตครูจำนวน 73 คน โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดจากงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์เรื่อง Healthy Tipple โดยมีการตั้งคำถามจำนวน 7 ข้อ ซึ่งเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบถูกผิดจำนวน 15 ข้อจาก the Test of Basic Scientific Literacy ซึ่งสร้างโดย Laugksch และ Spargo (1996) ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์	Karen Mucia และ Renato Schibeci (1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
Bloom (1989)	แบบ Analytic induction ของ Abell และ Smith (1994) และนำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่ม	
The Nature of Science and Technology Questionnaire (NSTQ)	เป็นแบบสอบถามประกอบด้วย 26 ข้อความ ซึ่งครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยแต่ละข้อความมี 7 ตัวเลือกโดยเลือกได้ 1 ตัวเลือก ข้อความในแบบสอบถามพัฒนามาจาก the View On Science-Technology-Society (VOSTS) ของ Aikenhead และ Ryan (1992) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตครูจำนวน 41 คน และครูวิทยาศาสตร์จำนวน 54 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้ความถี่ในการเลือกตอบและร้อยละ	Hassn H. Tairab (2001)
แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งปรับปรุงมาจาก ปรับปรุงมาจาก Nature of Science Scale (NOSS) ของ Kimball (1968) , The Nature of Scientific Knowledge (NSKS) ของ Rubba และ Anderson (1978) , The Teacher'Beliefs about Science-Technology-Society (TBA-STS) ของ Rubba และ Harkness (1993) และ The Nature of Langauage of Science ของ Ogunniyi (1982) ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความถี่ร้อยละ และไปหาค่าเฉลี่ยโดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย	ชัยวัฒน์ พลธรรม (2540)
แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์	ปรับปรุงมาจาก Lederman (1992) ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนิสิตชั้นปีที่ 3 จำนวน 101 คนซึ่งข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างมาจัดเป็นกลุ่มข้อมูลตามกรอบที่ศึกษา และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างกลุ่มข้อมูล และสรุปผลการวิเคราะห์การรับรู้ในลักษณะการบรรยายเป็นความเรียง	ประสาท เนืองเฉลิม (2551)
แบบสอบถามธรรมชาติวิทยาศาสตร์	เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 8 ข้อ สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็น ได้แก่ มุมมองต่อวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎี การเปลี่ยนแปลงความรู้ทาง	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย	ผู้วิจัย
(Nature of Science Questionnaire , NOSQ)	วิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม และบทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 135 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การลงรหัส จัดกลุ่มและสถิติบรรยาย	
แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์	ปรับปรุงมาจาก Lederman (1992) ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนิสิตชั้นปีที่ 3 จำนวน 101 คนซึ่งข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างมาจัดเป็นกลุ่มข้อมูลตามกรอบที่ศึกษา และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างกลุ่มข้อมูล และสรุปผลการวิเคราะห์การรับรู้ในลักษณะการบรรยายเป็นความเรียง	ประสาท เนืองเฉลิม (2551)
แบบสอบถามธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Nature of Science Questionnaire , NOSQ)	เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 8 ข้อ สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็น ได้แก่ มุมมองต่อวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎี การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม และบทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 135 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การลงรหัส จัดกลุ่มและสถิติบรรยาย	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552)
การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างประกอบสถานการณ์	คัดเลือกเหตุการณ์ ทั้งหมดมี 3 สถานการณ์เกี่ยวกับการค้นพบความรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักวิทยาศาสตร์จากบทความของ Benson (2002) ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานวิทยาศาสตร์เป็นกิจการทางสังคมที่สลับซับซ้อน โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยถอดเทปบันทึกเสียงแบบคำต่อคำ อ่านคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน ตีความหมาย จำแนกและสรุปแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละสถานการณ์ และคณะผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการตีความ	สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีการใช้แบบสอบถามความเข้าใจซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบให้เลือกตอบและแสดงเหตุผล หรือแบบให้เลือกตอบเพียงอย่างเดียว โดยอาจมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายในลักษณะของความเรียง หรือการใช้สถิติบรรยาย จำแนกและจัดกลุ่มแนวคิด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) ได้ทำการศึกษาทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยง มีวัตถุประสงค์เพื่อบ่งชี้ทรรศนะของนิสิตครูวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรการผลิตครู 5 ปี และอาจารย์พี่เลี้ยงที่มีต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เครื่องมือได้แก่แบบสอบถามซึ่งปรับปรุงมาจากแบบสอบถามของ Haidar (1999) โดยกลุ่มที่ศึกษาคือนิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 33 คนและอาจารย์พี่เลี้ยงจำนวน 27 คน และการสัมภาษณ์ครอบคลุมแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน คือ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงไม่ได้มีทรรศนะต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมหรือตามแนวคิดร่วมสมัย แต่มีทั้งสองแนวคิดผสมกัน

Buaraphan (2009) ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (The Myths of Science Questionnaire (MOSQ)) ซึ่งมีทั้งส่วนที่แสดงความคิดเห็นและส่วนที่เลือกตอบประกอบด้วย 14 ข้อความ โดยกลุ่มที่ศึกษาคือ นิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 113 คน และครูวิทยาศาสตร์จำนวน 101 คน ครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่าครูวิทยาศาสตร์และนิสิตครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างกฎกับทฤษฎี ความคงทนของวิทยาศาสตร์คือการมีหลักฐานมาสะสมที่มากขึ้น

ประสาท เนืองเฉลิม (2551) ทำการศึกษาการรับรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งปรับปรุงมาจากงานวิจัยของ Lederman (1992) และการสัมภาษณ์โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนิสิตครูวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 101 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นิสิตมีการรับรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเด็น คือ วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์หรือสาขาวิชาที่พยายามศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆที่อยู่รอบตัวมนุษย์ วิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งกระบวนการคิด และวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยคุณธรรม จริยธรรมด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ด้วยการสังเกต การพิสูจน์ทดลองเสมอ การพิสูจน์ทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ต้องมีคู่กับการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในฐานะที่วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาและดำรงอยู่ของสังคมมนุษย์ นิสิตบางคนมองว่า ผลพวงทางวิทยาศาสตร์ส่งผลทำให้เกิดภาพลบและความเสียหายต่อสังคมวัฒนธรรมท้องถิ่น วิถีชีวิตแบบเดิม

Haidar, H. A. (1999) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรทโดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ครอบคลุม 5 ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มที่ศึกษาคือนิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 31 คนและครูเคมีจำนวน 224 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมหรือร่วมสมัยเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีความเข้าใจแบบผสมผสาน

Palmquist and Finley (1997) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์โดยมีจุดประสงค์คือเพื่อศึกษาและบรรยายถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจก่อนและหลังจากการเข้าร่วมการอบรม โดยกลุ่มที่ศึกษาคือนิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 15 คน ซึ่งใช้เครื่องมือคือแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์ก่อนและหลังการเรียนจบ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าก่อนการเรียนนิสิตครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ และบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจแบบดั้งเดิมเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็ยังพบความเข้าใจแบบผสมผสาน ความเข้าใจแบบร่วมสมัยและดั้งเดิมใกล้เคียงกัน และหลังจากจบการอบรมพบว่าความเข้าใจแบบร่วมสมัยเพิ่มมากขึ้นและความเข้าใจแบบผสมผสานได้ลดน้อยลง

Tairab, H.H. (2001) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนิสิตก่อนและหลังการเข้ารับการเรียนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือคือ แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Nature of Science and Technology Questionnaire

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(NSTQ)) เป็นแบบสอบถามประกอบด้วย 26 ข้อความ ซึ่งครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยแต่ละข้อความมี 7 ตัวเลือกโดยเลือกได้ 1 ตัวเลือก ข้อความในแบบสอบถามพัฒนามาจาก the View On Science-Technology-Society (VOSTS) ของ Aikenhead และ Ryan (1992) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตครูจำนวน 41 คน และครูวิทยาศาสตร์จำนวน 54 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้ความถี่ในการเลือกตอบและร้อยละ ซึ่งผลการวิจัยพบว่านิสิตครูมีความเข้าใจที่มากขึ้นหลังจากการเรียนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ซึ่งมีการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และสำรวจข้อมูลเชิงลึกโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) ทั้งนี้ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. วิธีดำเนินการ
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. พัฒนากรอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การพัฒนากรอบแนวคิดดังกล่าวโดยการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากหนังสือ บทความและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศเพื่อสรุปเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย
   2.1 แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
   2.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5. ติดต่อขออนุญาตทำการวิจัยกับประธานสาขาการสอนวิทยาศาสตร์โดยทำหนังสือจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

6. รวบรวมข้อมูลโดยให้นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ทำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิต

7. ทำการสุ่มสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

8. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และการสัมภาษณ์จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ที่เรียนในมหาวิทยาลัยที่มีการเปิดสอนหลักสูตรการผลิตครู 5 ปี

กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1	จำนวน 22 คน
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2	จำนวน 14 คน
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3	จำนวน 17 คน
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4	จำนวน 15 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 จำนวน 21 คน
รวมนิสิตนักศึกษาครูทุกชั้นปี จำนวน 89 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี แบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 25 ข้อ ครอบคลุม 5 ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 1
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   2.1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 2, 9
   2.2 ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎี) ได้แก่ ข้อความที่ 10
   2.3 ลักษณะขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
      2.3.1 มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้ ได้แก่ ข้อความที่ 3, 5
      2.3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ ได้แก่ ข้อความที่ 4, 11
      2.3.3 สามารถใช้อธิบายและทำนายได้ ได้แก่ ข้อความที่ 6
      2.3.4 ต้องการหลักฐาน ได้แก่ ข้อความที่ 7
      2.3.5 มีข้อจำกัด ได้แก่ ข้อความที่ 8
3. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   3.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
      3.1.1 วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 12
      3.1.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอน ได้แก่ ข้อความที่ 13
      3.1.3 การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ได้แก่ ข้อความที่ 14
      3.1.4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 15
4. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์
   4.1 คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 16
   4.2 บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 18
   4.3 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 20

4.5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อความที่ 17

5. กิจการทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม

5.1.1 ความหมายของเทคโนโลยี ได้แก่ ข้อความที่ 21

5.1.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ ข้อความที่ 22

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

5.2.1 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง ได้แก่ ข้อความที่ 23

5.2.2 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการในสถาบันต่างๆ ได้แก่ ข้อความที่ 24

5.2.3 วิทยาศาสตร์กับจริยธรรม ได้แก่ ข้อความที่ 25

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ทั้งหมด 9 ข้อ ครอบคลุม 5 ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ 1. ความหมายของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ 2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ 3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ 4. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ 5. กิจการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ

การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและรูปแบบในการสร้างแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.2 กำหนดกรอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น ด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 4 นักวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 สร้างแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ลักษณะแบบประเมินค่า 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย และเหตุผลประกอบการตอบคำถาม โดยศึกษาและปรับปรุงจาก Promkatkeaw (2007); AAAS. (1990); Haidar (1999); นฤมล ยุตาคม (2546) จำนวน 35 ข้อ

1.4 นำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สร้างในข้อ 1.3 ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ซึ่งได้มีการตัดข้อคำถามบางข้อที่ไม่เหมาะสมและไม่สามารถวัดได้ตรงตามประเด็น โดยเหลือจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 25 ข้อ

1.5 นำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่กำหนด รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ซึ่งได้มีการปรับปรุงด้านความเหมาะสมของประเด็นที่ต้องการวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ผลจากการตรวจสอบเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่านเสนอแนะให้ปรับปรุงกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิเห็นด้วยข้อคำถามทั้งหมด 9 ข้อคำถาม และปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้นอีก 16 ข้อคำถาม

1.6 นำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงจากผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์กับมหาวิทยาลัยอื่นจำนวน 15 คน

1.7 นำคำตอบที่ได้จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์และจัดกลุ่มร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และทำการปรับปรุงทางด้านภาษาและความสอดคล้อง

1.8 นำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงกับนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและรูปแบบในการสร้างแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 กำหนดกรอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น ด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 4 นักวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ โดยปรับปรุงมาจากเทพกัญญา พรหมขัติแก้วและคณะ (2550) ซึ่งครอบคลุมกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

2.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สร้างไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ซึ่งได้มีการตัดข้อคำถามในบางข้อที่ยังไม่เหมาะสมและไม่สามารถวัดได้ตรงตามประเด็น โดยเหลือจำนวนข้อคำถามสัมภาษณ์ทั้งหมด 9 ข้อ

2.5 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่กำหนด รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ซึ่งได้มีการปรับปรุงด้านความเหมาะสมของประเด็นที่ต้องการวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ และผลจากการตรวจสอบคุณภาพแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิเห็นด้วยข้อคำถามทั้งหมด 2 ข้อคำถาม และปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้นอีก 7 ข้อคำถาม

2.6 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงจากผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์กับมหาวิทยาลัยอื่นจำนวน 5 คน

2.7 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และทำการปรับปรุงทางด้านภาษาและความสอดคล้อง

2.8 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปใช้จริงกับนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์โดยบันทึกเทปขณะสัมภาษณ์ ชั้นปีที่ 1-5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จากการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulation) คือ แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสัมภาษณ์เพิ่มเติม และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยวางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ และประธานสาขาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อขออนุญาตทำการวิจัย

2. ติดต่ออาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาต่างๆของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ชั้นปีเพื่อจะขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูล

3. ทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยให้นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

4. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม คือ ความเข้าใจแบบดั้งเดิม (Traditional Views) ความเข้าใจแบบผสมผสาน (Mix Views) และความเข้าใจแบบร่วมสมัย (Constructivist Views)

5. สุ่มสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่มตั้งแต่ชั้นปีที่ 1-5 ชั้นปีละ 5 คน รวม 25 คนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเพิ่มเติมของแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สุ่มสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่มตั้งแต่ชั้นปีที่ 1-5 ชั้นปีละ 5 คน รวม 25 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

7. ถอดเทปสัมภาษณ์ทันทีหลังการสัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยใช้ร้อยละ และการจัดกลุ่มของเหตุผล แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์โดยนำคำอธิบายของนิสิตนักศึกษาครูมาจัดกลุ่มของเหตุผล โดยที่แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจัดกลุ่มโดยแบ่งเป็นความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ซึ่งปรับปรุงมาจาก Haidar (1999) และ Promkatkeaw (2007) คือ

ความเข้าใจแบบร่วมสมัย (Constructivist Views) คือ ความเข้าใจที่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษายอมรับ โดยวัดจากการที่นิสิตเลือกตอบได้ถูกต้องจากแบบสอบถามและสามารถอธิบายเหตุผลได้สอดคล้องกับสิ่งที่ตอบหรือไม่แสดงเหตุผลประกอบการตอบ

ความเข้าใจแบบผสมผสาน (Mix Views) คือ ความเข้าใจที่ผสมผสานระหว่างความเข้าใจที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษายอมรับและไม่ยอมรับ โดยวัดจากการที่นิสิตเลือกตอบไม่แน่ใจจากแบบสอบถามและอธิบายเหตุผลประกอบเพิ่มเติมหรือไม่แสดงเหตุผล หรือนิสิตแสดงเหตุผลไม่สอดคล้องกับการเลือกตอบของนิสิต

ความเข้าใจแบบดั้งเดิม (Traditional Views) คือ ความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษายอมรับ โดยวัดจากการที่นิสิตเลือกตอบได้ไม่ถูกต้องจากแบบสอบถามและแสดงเหตุผลหรือไม่แสดงเหตุผลประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การวิจัย เรื่อง ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี เป็นงานวิจัยประเภทสำรวจ (Survey Research) มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-5 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลและนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามการวิจัยเป็นลำดับดังนี้

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ซึ่งเก็บข้อมูลในปีการศึกษา 2552 กับนิสิตนักศึกษาครูสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 89 คน

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มที่ศึกษา

จำนวนและลักษณะของกลุ่มที่ศึกษา คือ นิสิตนักศึกษาครูสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี จำนวน 89 คน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มที่ศึกษา

รายการ	ชั้นปี	1 (คน)	2 (คน)	3 (คน)	4 (คน)	5 (คน)
เพศ	ชาย	7	2	1	2	3
	หญิง	15	12	16	13	18
	รวม	22	14	17	15	21
อายุ	17-19 ปี	22	7	0	1	0
	20-22 ปี	0	7	17	14	13
	23-25 ปี	0	0	0	0	8
	26-28 ปี	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการ	ชั้นปี	1 (คน)	2 (คน)	3 (คน)	4 (คน)	5 (คน)
	รวม	22	14	17	15	21
สาขา	ฟิสิกส์	4	3	3	1	4
	เคมี	8	7	5	4	7
	ชีววิทยา	7	4	9	10	8
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป	3	0	0	0	2
	รวม	22	14	17	15	21
เกรดเฉลี่ย	ต่ำกว่า 2.00	0	0	0	0	0
	2.01-2.50	0	3	1	5	2
	2.51-3.00	0	6	7	6	8
	3.01-3.50	0	5	9	4	9
	3.51-4.00	0	0	0	0	2
	รวม	0*	14	17	15	21

หมายเหตุ: เนื่องจากสำรวจจากนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ภาคต้น เกรดจึงยังไม่แสดง

จากตารางที่ 8 นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 เป็นเพศหญิงจำนวน 15 คน และเพศชาย 7 คน อายุระหว่าง 17-19 ปี สาขาวิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 4 คน เคมี จำนวน 8 คน ชีววิทยา จำนวน 7 คน และวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 3 คน นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เป็นเพศหญิงจำนวน 12 คน และเพศชาย 2 คน อายุระหว่าง 17-19 ปี จำนวน 7 คนและ 20-22 ปี จำนวน 7 คน สาขาวิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 3 คน เคมี จำนวน 7 คน และชีววิทยา จำนวน 4 คน มีเกรดเฉลี่ย 2.01-2.50 จำนวน 3 คน 2.51-3.00 จำนวน 6 คน และ 3.01-3.50 จำนวน 5 คน นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เป็นเพศหญิงจำนวน 16 คน และเพศชาย 1 คน อายุระหว่าง 20-22 ปี จำนวน 17 คน สาขาวิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 3 คน เคมี จำนวน 5 คน และชีววิทยา จำนวน 9 คน โดยมีเกรดเฉลี่ย 2.01-2.50 จำนวน 1 คน 2.51-3.00 จำนวน 7 คน และ 3.01-3.50 จำนวน 9 คน นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 เป็นเพศหญิงจำนวน 13 คน และเพศชาย 2 คน อายุระหว่าง 17-19 ปี จำนวน 1 คน 20-22 ปี จำนวน 14 คน สาขาวิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 1 คน เคมี จำนวน 4 คน และชีววิทยา จำนวน 10 คน มีเกรดเฉลี่ย 2.01-2.50 จำนวน 5 คน 2.51-3.00 จำนวน 6 คน และ 3.01-3.50 จำนวน 4 คน นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 เป็นเพศหญิงจำนวน 18 คน และเพศชาย 3 คน อายุระหว่าง 20-22 ปี จำนวน 13 คน 23-25 ปี จำนวน 8 คน สาขาวิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 4 คน เคมี จำนวน 7 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชีววิทยา จำนวน 8 คนและวิทยาศาสตร์ทั่วไปจำนวน 2 คน โดยมีเกรดเฉลี่ย 2.01-2.50 จำนวน 2 คน 2.51-3.00 จำนวน 8 คน และ 3.01-3.50 จำนวน 9 คน และ 3.51-4.00 จำนวน 2 คน

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้มาจากการตอบแบบสอบถามของนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ประกอบด้วยข้อความจำนวน 25 ข้อความ แบ่งเป็น 5 ด้าน การสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งผลจากวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูแต่ละด้านแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน

ด้าน	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
ด้านความหมายของวิทยาศาสตร์	4.7	93.4	1.9
ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์	31.0	27.2	41.8
ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	16.9	16.6	66.5
ด้านลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	7.4	15.3	77.3
ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์	6.3	9.4	84.3
รวม	13.3	32.4	54.4

จากตารางที่ 9 พบว่าโดยภาพรวมนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีแนวโน้มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย (ร้อยละ 54.4) ซึ่งมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยมากที่สุดคือในด้านของกิจการทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 84.3) และนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 32.4 ซึ่งด้านที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานมากที่สุดคือในด้านความหมายของวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

93.4) และนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 13.3 ซึ่งด้านที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมมากที่สุดคือในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 31.0)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้มาจากการตอบแบบสอบถามของนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ประกอบด้วยข้อความจำนวน 25 ข้อความ แบ่งเป็น 5 ด้าน การสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งผลจากการตอบแบบสอบถามของนิสิตนักศึกษาครูแต่ละข้อแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวน ค่าร้อยละ ของนิสิตนักศึกษาครู ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ด้านที่	ข้อคำถาม	คำตอบของนิสิตนักศึกษาครู คน(ร้อยละ)			
		ปี	ดั้งเดิม	ผสมผสาน	ร่วมสมัย
1. ความหมายของวิทยาศาสตร์	1. วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว	1	0(0)	22(100.0)	0(0)
		2	1(7.1)	13(92.9)	0(0)
		3	2(11.8)	15(88.2)	0(0)
		4	0(0)	15(100.0)	0(0)
		5	1(4.8)	18(85.7)	2(9.5)
		รวม	4(4.7)	83(93.4)	2(1.9)
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ	1	11(50.0)	9(40.9)	2(9.1)
		2	10(71.4)	2(14.3)	2(14.3)
		3	14(82.4)	3(17.6)	0(0)
		4	12(80)	3(20.0)	0(0)
		5	17(81)	3(14.3)	1(4.8)
		รวม	64(71.9)	20(22.5)	5(5.6)
	9. สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	0(0)	11(50)	11(50)
		2	1(7.1)	2(14.3)	11(78.6)
		3	3(17.6)	3(17.6)	11(64.7)
		4	5(33.3)	4(26.7)	6(40.0)
		5	5(23.8)	5(23.8)	11(52.4)
		รวม	14(15.7)	25(28.1)	50(56.2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ด้านที่	ข้อคำถาม	คำตอบของนิสิตนักศึกษาครู คน(ร้อยละ)			
		ปี	ดั้งเดิม	ผสมผสาน	ร่วมสมัย
2.2 ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อเท็จจริง เนวคิดหลักการ กฎ ทฤษฎี)	10. กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี	1	10(45.5)	8(36.4)	4(18.2)
		2	3(21.4)	7(50.0)	4(28.6)
		3	5(29.4)	3(17.6)	9(52.9)
		4	8(53.3)	4(26.7)	3(20)
		5	7(33.3)	13(61.9)	1(4.8)
		รวม	33(37.1)	35(39.3)	21(23.6)
	5. กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	1	11(50)	2(9.1)	9(40.9)
		2	4(28.6)	2(14.3)	8(57.1)
		3	2(11.8)	1(5.9)	14(82.4)
		4	8(53.3)	2(13.3)	5(33.3)
		5	10(47.6)	2(9.5)	9(42.9)
		รวม	35(39.3)	9(10.1)	45(50.6)
	4. ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น	1	13(59.1)	7(31.8)	2(9.1)
		2	7(50)	2(14.3)	5(35.7)
		3	6(35.3)	9(52.9)	2(11.8)
		4	6(40)	5(33.3)	4(26.7)
		5	7(33.3)	10(47.6)	4(19)
		รวม	39(43.8)	33(37.1)	17(19.1)
	11. เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์	1	3(13.6)	8(36.4)	11(50)
		2	5(35.7)	7(50)	2(14.3)
		3	8(47.1)	3(17.6)	6(35.3)
		4	2(13.3)	3(20)	10(66.7)
		5	3(14.3)	4(19)	14(66.7)
		รวม	21(23.6)	25(28.1)	43(48.3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ด้านที่	ข้อคำถาม	คำตอบของนิสิตนักศึกษาครู คน(ร้อยละ)			
		ปี	ดั้งเดิม	ผสมผสาน	ร่วมสมัย
2.3.3 สามารถใช้อธิบายและทำนายได้	6. นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	1	0(0)	11(50)	11(50)
		2	3(21.4)	8(57.1)	3(21.4)
		3	4(23.5)	4(23.5)	9(52.9)
		4	2(13.3)	5(33.3)	8(53.3)
		5	2(9.5)	5(23.8)	14(66.7)
		รวม	11(12.4)	33(37.1)	45(50.6)
2.3.4 ต้องการหลักฐาน	7. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้เมื่อมีพยานและหลักฐานมาสนับสนุนที่เพียงพอ	1	0(0)	4(18.2)	18(81.8)
		2	2(14.3)	2(14.3)	10(71.4)
		3	0(0)	0(0)	17(100)
		4	0(0)	1(6.7)	14(93.3)
		5	0(0)	0(0)	21(100)
		รวม	2(2.2)	7(7.9)	80(89.9)
2.3.5 มีข้อจำกัด	8.ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง	1	4(18.2)	14(63.6)	4(18.2)
		2	3(21.4)	5(35.7)	6(42.9)
		3	2(11.8)	5(29.4)	10(58.8)
		4	2(13.3)	3(20)	10(66.7)
		5	3(14.3)	6(28.6)	12(57.1)
		รวม	14(15.7)	33(37.1)	42(47.2)
3. การสืบเสาะหาความรู้ 3.1 กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ 3.1.1 วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	12. การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	12(54.5)	7(31.8)	3(13.6)
		2	7(50)	2(14.3)	5(35.7)
		3	6(35.3)	3(17.6)	8(47.1)
		4	5(33.3)	2(13.3)	8(53.3)
		5	8(38.1)	10(47.6)	3(14.3)
		รวม	38(42.7)	24(27)	27(30.3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ด้านที่	ข้อคำถาม	คำตอบของนิสิตนักศึกษาครู คน(ร้อยละ)			
		ปี	ดั้งเดิม	ผสมผสาน	ร่วมสมัย
3.1.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอน	13. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัวเสมอ ทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วไม่ได้	1	5(22.7)	9(40.9)	8(36.4)
		2	3(21.4)	0(0)	11(78.6)
		3	0(0)	1(5.9)	16(94.1)
		4	1(6.7)	1(6.7)	13(86.7)
		5	1(4.8)	1(4.8)	19(90.5)
		รวม	10(11.2)	12(13.5)	67(75.3)
3.1.3 การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	14. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วย	1	0(0)	0(0)	22(100)
		2	2(14.3)	2(14.3)	10(71.4)
		3	1(5.9)	0(0)	16(94.1)
		4	0(0)	0(0)	15(100)
		5	0(0)	1(4.8)	20(95.2)
		รวม	3(3.4)	3(3.4)	83(93.3)
3.1.4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	15. นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้	1	3(13.6)	9(40.9)	10(45.5)
		2	2(14.3)	2(14.3)	10(71.4)
		3	4(23.5)	2(11.8)	11(64.7)
		4	0(0)	1(6.7)	14(93.3)
		5	0(0)	6(28.6)	15(71.4)
		รวม	9(10.1)	20(22.5)	60(67.4)
4. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ 4.1 คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์	16. นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด	1	0(0)	1(4.5)	21(95.5)
		2	0(0)	1(7.1)	13(92.9)
		3	0(0)	0(0)	17(100)
		4	0(0)	1(6.7)	14(93.3)
		5	0(0)	1(4.8)	20(95.2)
		รวม	0(0)	4(4.5)	85(95.5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ด้านที่	ข้อคำถาม	คำตอบของนิสิตนักศึกษาครู คน(ร้อยละ)			
		ปี	ดั้งเดิม	ผสมผสาน	ร่วมสมัย
4.2 บทบาทของนักวิทยาศาสตร์	18. นักวิทยาศาสตร์มีเพียงพบบาทเดียวในสังคม คือ ผู้เชี่ยวชาญ	1	1(4.5)	6(27.3)	15(68.2)
		2	1(7.1)	0(0)	13(92.9)
		3	1(5.9)	0(0)	16(94.1)
		4	0(0)	1(6.7)	14(93.3)
		5	1(4.8)	1(4.8)	19(90.5)
		รวม	4(4.5)	8(9)	77(86.5)
4.3 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์	19. นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียวเพื่อที่จะหาคำอธิบายที่ดีที่สุดในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ	1	0(0)	4(18.2)	18(81.8)
		2	0(0)	1(7.1)	13(92.9)
		3	0(0)	0(0)	17(100)
		4	0(0)	1(6.7)	14(93.3)
		5	0(0)	2(9.5)	19(90.5)
		รวม	0(0)	8(9)	81(91)
4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์	20.ในสถานการณ์เดียวกันนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีมุมมองที่ต่างกันขึ้นกับความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน	1	0(0)	0(0)	22(100)
		2	0(0)	2(14.3)	12(85.7)
		3	1(5.9)	1(5.9)	15(88.2)
		4	0(0)	4(26.7)	11(73.3)
		5	3(14.3)	5(23.8)	13(61.9)
		รวม	4(4.5)	12(13.5)	73(82)
4.5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์	17. นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้	1	1(4.5)	10(45.5)	11(50)
		2	7(50)	4(28.6)	3(21.4)
		3	5(29.4)	9(52.9)	6(17.6)
		4	7(46.7)	2(13.3)	6(40)
		5	5(23.8)	11(52.4)	5(23.8)
		รวม	25(28.1)	36(40.4)	28(31.5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ด้านที่	ข้อคำถาม	คำตอบของนิสิตนักศึกษาครู คน(ร้อยละ)			
		ปี	ดั้งเดิม	ผสมผสาน	ร่วมสมัย
5. กิจการทางวิทยาศาสตร์	21.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน	1	9(40.9)	9(40.9)	4(18.2)
		2	6(42.9)	3(21.4)	5(35.7)
5.1 ความสัมพันธ์วิทยาศาสตร์		3	2(11.8)	0(0)	15(88.2)
		4	0(0)	0(0)	15(100)
5.1.1 ความหมายของเทคโนโลยี		5	0(0)	3(14.3)	18(85.7)
		รวม	17(19.1)	15(16.9)	57(64.0)
5.1.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	22. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่มีความสัมพันธ์กัน	1	0(0)	2(9.1)	20(90.9)
		2	0(0)	1(7.1)	13(92.9)
		3	0(0)	0(0)	17(100)
		4	0(0)	0(0)	15(100)
		5	0(0)	0(0)	21(100)
		รวม	0(0)	3(3.4)	86(96.6)
	24. ทุกสถาบันมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ	1	2(9.1)	1(4.5)	19(86.4)
		2	0(0)	3(21.4)	11(78.6)
		3	0(0)	1(5.9)	16(94.1)
		4	0(0)	1(6.7)	14(93.3)
		5	1(4.8)	2(9.5)	18(85.7)
		รวม	3(3.4)	8(9.0)	78(87.6)
5.2.3 วิทยาศาสตร์กับจริยธรรม	25. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงสิ่งที่จะเกิดประโยชน์มากกว่าจริยธรรมและความถูกต้อง	1	4(18.2)	2(9.1)	16(72.7)
		2	1(7.1)	0(0)	13(92.9)
		3	0(0)	2(11.8)	15(88.2)
		4	0(0)	3(20)	12(80)
		5	3(14.3)	3(14.3)	15(71.4)
		รวม	8(9.0)	10(11.2)	71(79.8)

จากตารางที่ 10 พบว่า นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ทั้งความเข้าใจแบบร่วมสมัย ความเข้าใจแบบผสมผสาน และความเข้าใจแบบดั้งเดิมเกือบทุกด้าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูนักศึกษาครูสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์แสดงได้ดังนี้

ด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 1 ซึ่งถามเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 1 วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว

ตารางที่ 11 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 1

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	1(7.1)	2(11.8)	0(0)	1(4.8)	4(4.5)
แบบผสมผสาน	22(100.0)	13(92.9)	15(88.2)	15(100.0)	18(88.7)	83(93.3)
แบบร่วมสมัย	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(9.5)	2(2.2)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 12 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 1

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว	วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่ได้จากการศึกษาธรรมชาติ	ไม่น่าจะใช่แค่ความรู้ น่าจะมีกระบวนการอื่นมาเกี่ยวข้องด้วย	วิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้และรวมไปถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการศึกษาหาความรู้อย่างเป็นระบบ

จากตารางที่ 11 และ 12 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่ (ร้อยละ 93.3) มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่า วิทยาศาสตร์อาจจะเป็นแค่เพียงความรู้ที่ได้จากการศึกษาธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ หรืออาจจำเป็นต้องมีกระบวนการด้วย และถ้านึกถึงวิทยาศาสตร์ก็มักจะต้องมีทักษะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเกี่ยวข้องด้วย เพราะบางครั้งวิทยาศาสตร์ก็ไม่สามารถที่จะอธิบายธรรมชาติได้ทุกอย่าง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ไม่ใช่แค่ความรู้น่าจะมีกระบวนการอื่นมาเกี่ยวข้องด้วย ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ4.5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่องค์ความรู้ (Body of Knowledge) เพียงอย่างเดียว โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลประกอบว่า “วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ2.2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยโดยเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นเพียงแค่ความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติเพียงอย่างเดียว วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์มาเกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลประกอบว่า “ วิทยาศาสตร์ต้องรวมไปถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย ” ซึ่งสามารถจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีได้ ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ทั้งหมดมีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์ คือความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัวหรือไม่ เพราะบางครั้งวิทยาศาสตร์ทำให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ต่างๆและสามารถที่จะอธิบายได้แต่บางครั้งก็นึกถึงเพียงแค่เนื้อหาในรายวิชาต่างๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลประกอบว่า “ วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่เราสามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ ” และจากการเรียกสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 1 พบว่านิสิตนักศึกษาครูทั้ง 5 คนมีความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์ คือความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัวหรือไม่ มีการยกตัวอย่างให้เหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว ทำให้เข้าใจสิ่งต่างๆรอบตัวสามารถอธิบายได้ด้วยวิทยาศาสตร์ มีแบบแผนและที่มาในการเกิด” และจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ พบว่า นิสิตนักศึกษาครูทั้งหมด มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล เราสามารถศึกษาทดลองวิเคราะห์ ประมาณนี้ครับแล้วก็นำความรู้มาประยุกต์ในชีวิตมาใช้ได้จริง ก็ศึกษาทุกๆเรื่องอย่างตอนแรกเป็นเรื่องฟ้าฝน. . .มันไม่เหมือนเพราะว่ามันเป็นวิชาที่ท่อง ดูข่าว เหมือนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องเข้าใจ ถึงจะรู้ถึงจะทำได้ถ้าไม่เข้าใจมันก็ล้มเหลว. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เป็นศาสตร์ที่ทุกคนเรียนมาแต่เด็ก แต่ว่ามันเป็นหลักการที่เราใช้ในการค้นคว้าอะไรบางอย่างซึ่งมีขั้นตอน ตั้งสมมติฐานตามขั้นตอนเพื่อที่จะค้นหาพิสูจน์ว่าสิ่งนี้มันจริงหรือเปล่า. . .มีทั้งในส่วนที่เหมือนกันแล้วก็ต่างกันอย่างเช่นการเรียนในวิชาสังคมและวิทยาศาสตร์ วิชาสังคมมีเนื้อหาแต่ไม่มีกระบวนการในการทำการทดลอง แต่วิทยาศาสตร์มีทั้งที่อ่านแล้วก็มีการทดลอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์จะเห็นได้ว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้การศึกษาค้นคว้าทดลองเพื่ออธิบายสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว มีการพิสูจน์และค้นหาทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บนโลก ซึ่งมีทั้งส่วนที่เหมือนกับวิชาอื่นคือเป็นเนื้อหาเหมือนกันแต่ส่วนที่ไม่เหมือนคือกระบวนการที่ใช้ในการทำการทดลอง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 92.9) ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือไม่ จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลประกอบว่า “วิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหาในวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา แต่บางครั้งก็นึกถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ” และ นิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 7.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ในเนื้อหาวิชาต่างๆเท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลประกอบว่า “ วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ในเนื้อหาวิชาต่างในวิชาวิทยาศาสตร์ ” จากการเรียกนิสิตนักศึกษาครูสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 1 พบว่า นิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คือความรู้ที่ใช้อธิบายสิ่งต่างๆ และอาจมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเกี่ยวข้องด้วย สอดคล้องกับข้อมูลจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่ได้จากการศึกษาธรรมชาติ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว แต่จากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในประเด็นที่เกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตมีความเข้าใจแบบร่วมสมัย พิจารณาจากรายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .วิทยาศาสตร์ คือการศึกษาสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา ซึ่งเราสามารถอธิบายได้ด้วยวิทยาศาสตร์ เช่น ฝนฟ้า โดยที่มีการศึกษาโดยการสังเกต สงสัยอยากรู้อยากเห็น มันก็นำไปสู่คำตอบก็ทำให้เราได้คิด. . . มันต่างกับวิชาอื่นอย่างเช่นสังคมก็เหมือนเรียนเกี่ยวกับประวัติศาสตร์แต่วิทยาศาสตร์ต้องทดลองเอง สำรวจเอง ว่ามันเป็นจริงเปล่า อย่างสังคมก็เรียนมาเลยมันเป็นไงก็เรียนไปแบบนั้น ส่วนวิชาศิลปะมันก็ไม่มีถูกผิด แต่ของเรามันมีข้อเท็จจริงต่างๆ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวเราซึ่งเป็นวิชาที่บอกถึงความเป็นมาสามารถบอกหรืออธิบายสิ่งต่างๆได้ เช่นปรากฏการณ์ธรรมชาติ แบ่งได้หลายแขนง มีทั้งบริสุทธิ์ และประยุกต์ เช่น ธรณีวิทยา. . .อย่างวิชาอื่นมันจะมีหลักตายตัว แต่ถ้าเป็นวิทยาศาสตร์แม้จะเป็นความรู้เดิมแต่ก็จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอ(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

จากการสัมภาษณ์จะเห็นได้ว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาธรรมชาติเพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ปรากฏการณ์ฝนตก และแตกต่างจากศาสตร์อื่นคือวิทยาศาสตร์จะต้องมีการศึกษาหาข้อมูลและการทดลองและไม่มีหลักการที่ตายตัวซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 88.2 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่ความรู้ที่ใช้ในการอธิบายสิ่งต่างๆเพียงอย่างเดียวหรือไม่ เพราะในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ก็ต้องมีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่แค่ความรู้ แต่ควรที่จะมีกระบวนการที่ใช้ในการค้นหาความรู้ด้วย ” และ นิสิตนักศึกษาครูร้อยละ11.8 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่ความรู้อย่างเดียว โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว ” ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจดั้งเดิมจากการเรียกสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่า นิสิตนักศึกษาครูทั้ง 5 คนต่างมีความเข้าใจที่ตรงกันและไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์คือความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัวซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิมและจากการสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในข้อความที่ 3 พบว่า วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ ทำให้เรารู้ถึงแบบแผนการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตรอบๆตัวเรา มันคือทุกอย่างเลย มันเอาไปใช้ได้ ใช้ตัดสินใจ คือมันจะมีเหตุผลคือจะไม่เชื่อจริงๆ เราได้มาแล้วเราต้องตัดสินใจตรวจสอบก่อน. . .มีการตรวจสอบหาข้อเท็จจริงอย่างศิลปะมันจะไม่มีกระบวนการ ไม่มีขั้นตอนซึ่งแตกต่างจากวิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เป็นการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติเพราะวิทยาศาสตร์จะเน้นศึกษาธรรมชาติ เช่น ฟิสิกส์ก็ศึกษาเกี่ยวกับงานและพลังงาน. . .มันก็ไม่ได้แตกต่างจากวิชาอื่นนะคะ ก็คือการศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่งเหมือนกันแต่อาจจะเป็นคนละอย่างกัน เช่นสังคม เน้นการศึกษามนุษย์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คือการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ มีการตรวจสอบหาข้อเท็จจริง เช่น ในเนื้อหาวิชาต่างๆก็จะมีการทดลองซึ่งอาจจะเหมือนกับวิชาอื่นคือตรงที่วิทยาศาสตร์จะศึกษาธรรมชาติแต่วิชาอื่นก็ศึกษาในส่วนของวิชานั้นแต่อาจจะแตกต่างตรงที่วิชาวิทยาศาสตร์มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบ

นิสิตนักศึกษาครูปีที่ 4 ร้อยละ 100 มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้เป็นการศึกษาสิ่งที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ ซึ่งนิสิตนักศึกษาครูเห็นด้วยกับข้อความที่ 1 โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน เพราะนิสิตให้เหตุผลกับการเลือกตอบที่ไม่สอดคล้องกันและจากการเรียกสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่า นิสิตนักศึกษาครูทั้ง 5 คนที่เรียกสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่า นิสิตมีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว ทำให้เข้าใจสิ่งต่างๆรอบตัวสามารถอธิบายได้ด้วยวิทยาศาสตร์ มีแบบแผนและที่มาในการเกิด ” และจากการใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในข้อคำถามที่ 3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ นิสิตนักศึกษาครูทั้ง 5 คนก็ได้ให้ความเห็นที่สอดคล้องและตรงกันว่า “วิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว มีแบบแผนที่แน่นอน ทำให้มนุษย์มีความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆได้ดีขึ้น ไม่งมงาย ” โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่เอามาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ฝนตกฟ้าร้อง เหมือนศึกษาหาความรู้เพื่อมาอธิบายปรากฏการณ์. . .เป็นความรู้เหมือนกัน แต่อยู่กับวิธีการที่ใช้มากกว่า ศิลปะภาษาไทยใช้การฝึกฝน ทำซ้ำ แล้วจะดีขึ้น วิทยาศาสตร์เหมือนเป็นการทดลอง อาจจะเกิดสิ่งใหม่ก็ได้ ศิลปะ เหมือนไม่มีโอกาสเกิดสิ่งใหม่ วิทยาศาสตร์อาจทดลองแล้วผิดพลาดแล้วมีสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่เรื่อยๆ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เป็นวิชาที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติเหตุการณ์อื่นๆ เอามาใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีเหตุมีผลเชื่อมโยงชีวิตจริง มันเหมือนกัน มันใช้เหตุและใช้ผล. . .อย่างวิชาคณิตศาสตร์ มีการใช้เหตุผล แต่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงไม่ได้ แต่วิทยาศาสตร์มานสามารถเอามาเชื่อมโยงได้ แล้วนำมาอธิบายได้ ทำให้คนไม่งมงาย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 จำนวนเกือบทั้งหมด(ร้อยละ 85.7) มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพราะนิสิตนักศึกษาครูเลือกตอบและให้เหตุผลที่ไม่สอดคล้องกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ปรากฏการณ์ธรรมชาติสามารถเราสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้ มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 4.8 แต่ไม่แสดงเหตุผลประกอบ และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ในการศึกษาหาความรู้อย่างเป็นระบบ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า“วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงแค่เพียงความรู้ และรวมไปถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการศึกษาหาความรู้อย่างเป็นระบบ ” และจากการเรียกสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตมีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งนิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งได้จากการศึกษาธรรมชาติ แต่จากการใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

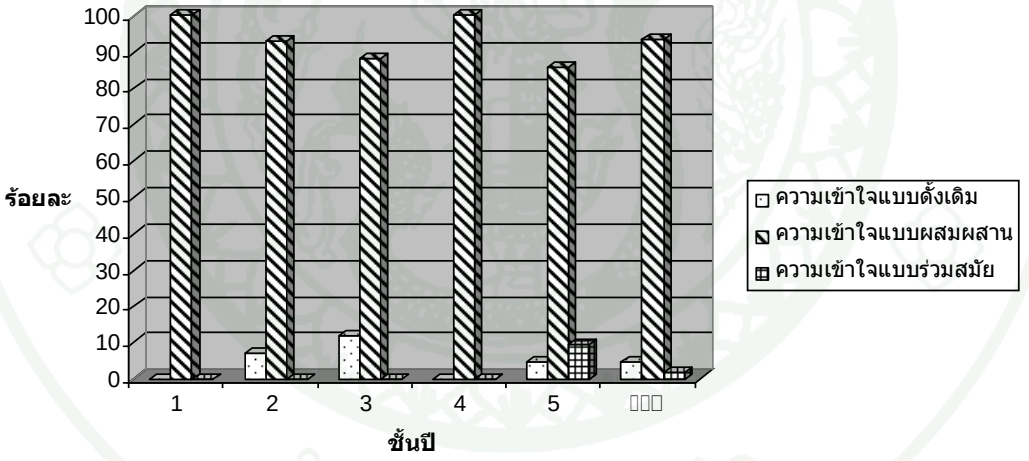
. . .มันคือเกี่ยวกับการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งรอบตัวมันเป็นการหาความรู้โดยมีกระบวนการมีขั้นตอน. . .ศาสตร์เรามีเหตุผลมีข้อมูลที่รองรับ ศิลปะเหมือนเป็นเรื่องของอารมณ์ความรู้สึก วิทยาศาสตร์ มันต้องมีอะไรที่เป็นระบบมีหลักฐาน คือฝึกให้กระบวนการต่างๆเป็นเหตุเป็นผลที่ยอมรับซึ่งกันและกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

. . .เหมือนกับมันเป็นการศึกษาธรรมชาติจริงๆ เหมือนเรื่องกับการสร้างกฎค่ะ เพราะยิ่งไปสอนยิ่งรู้ว่ามันธรรมชาติจริงๆ มันเป็นสิ่งที่มีในธรรมชาติและเราก็เข้าไปศึกษาธรรมชาติมาสร้างเป็นกฎทฤษฎีเพื่อศึกษาธรรมชาติ. . .มันแตกต่างจากวิชาอื่นแน่นอน ภาษาไทยจะเป็นหลักภาษามามีคนสร้างแต่อย่างวิทยาศาสตร์ไปศึกษาธรรมชาติ สิ่งที่อยู่ในธรรมชาติแล้วกลับมารวบรวมประมวล มีการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย แต่ของเรามันมีข้อเท็จจริงต้องมีหลักฐาน ตามยุคตามสมัย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 55)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คือการศึกษาธรรมชาติซึ่งมีกระบวนการและมีขั้นตอนและแตกต่างจากศาสตร์อื่นตรงที่วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ มีเหตุมีผลไม่มีหลักการตายตัว

จากผลการศึกษาในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 1 ซึ่งพบว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจในความหมายของวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกันคือมีความเข้าใจแบบผสมผสานมากที่สุด เพราะนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ยังคงเป็นเพียงแค่องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาจากธรรมชาติเท่านั้น นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นคือ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจ ในข้อความที่ 1

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูมีทั้งความเข้าใจแบบผสมผสาน นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจคือนิสิตนักศึกษาครูจำนวนมากยังคงเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ความรู้ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูประเมินด้วยข้อความที่ 2-11 โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้านย่อย ได้แก่ ด้านที่ 1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 2 และ 9 ด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 10 ด้านที่ 3 ลักษณะขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 และ 11 โดยแบ่งเป็น ด้านที่ 3.1 มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 3 และ 5 ด้านที่ 3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 4 และ 11 ด้านที่ 3.3 สามารถใช้อธิบายและทำนายได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 6 และด้านที่ 3.4 ต้องการหลักฐาน ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 7 และด้านที่ 3.5 มีข้อจำกัด ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 8 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ที่มาและความหมายของของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 2 และ 9 ดังตารางที่ 9 และ 11 โดยที่ข้อความที่ 2 ถามเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ และข้อความที่ 9 ถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ

ตารางที่ 13 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 2

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	11(50)	10(71.4)	14(82.4)	12(80)	17(81)	64(71.9)
แบบผสมผสาน	9(40.9)	2(14.3)	3(17.6)	3(20)	3(14.3)	20(22.5)
แบบร่วมสมัย	2(9.1)	2(14.3)	0(0)	0(0)	1(4.8)	5(5.6)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 2

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ	- เพราะสิ่งต่างๆเกิดขึ้นมีอยู่แล้วในธรรมชาติ แต่ต้องอาศัยการค้นพบจากนักวิทยาศาสตร์	- บางอย่างเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น ด้วยมนุษย์ เช่น แนวคิด กฎ ทฤษฎี ความรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติแล้วโดยมีนักวิทยาศาสตร์ค้นพบ	- นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้จากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ

จากตารางที่ 13 และ 14 พบว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่(ร้อยละ 71.9) มีความเข้าใจต่อที่มาและความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ซึ่งธรรมชาติเป็นผู้สร้างความรู้ โดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ ซึ่งเห็นได้จากการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อย่างเรื่องของแบบจำลองอะตอม นักวิทยาศาสตร์ก็เป็นผู้ศึกษาและในที่สุดก็ค้นพบว่าอะตอมเป็นอย่างไร ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 22.5 มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่าความรู้อาจจะมีอยู่แล้วในธรรมชาติ เพราะบางอย่างมนุษย์ก็เป็นผู้สร้างขึ้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางอย่างนักวิทยาศาสตร์ก็เป็นผู้ค้นพบโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ ” หรือ “ บางอย่างเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้นด้วยมนุษย์ เช่น แนวคิด กฎ ทฤษฎี ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 5.6 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นมาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ ซึ่งแยกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 50 ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติเพียงแต่รอให้นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ โดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ เช่น แบบจำลองอะตอม กฎของนิวตัน ” และมีความเข้าใจแบบผสมผสานจำนวน ร้อยละ 40.9 ซึ่งไม่แน่ใจว่าความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือไม่ เพราะบางอย่างมนุษย์ก็เป็นผู้สร้างขึ้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในธรรมชาติมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่แล้วซึ่งเพียงแค่รอให้นักวิทยาศาสตร์มาค้นพบ ” หรือ “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกค้นพบในห้องปฏิบัติการ การทดลองบางอย่างอาจไม่เกิดในธรรมชาติโดยตรงแต่อาจจะเกิดในธรรมชาติแต่มนุษย์นำมาเพิ่มเติมให้ได้อย่างที่มนุษย์ต้องการ” และมีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 9.1 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์นิสิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยนิสิตนักศึกษาครูที่เรียกสัมภาษณ์ทั้งหมด 5 คน เข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ซึ่งธรรมชาติเป็นผู้สร้าง และมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการให้เหตุผลของได้ดังนี้

. . .ความรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ธรรมชาติเป็นผู้สร้างค่ะนักวิทยาศาสตร์ก็แค่เป็นผู้ไปศึกษามาแล้วก็นำมาเผยแพร่กับประชาชนว่าสิ่งที่ค้นพบเป็นอย่างไร . . . (นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .นักวิทยาศาสตร์ไปค้นพบความรู้ในธรรมชาติแล้วเอามาเผยแพร่ค่ะ เช่น เรื่องวงจรชีวิตของผีเสื้อ นักวิทยาศาสตร์ก็ไปสังเกตแล้วก็บันทึกข้อมูล แล้วก็มาเผยแพร่ว่าวงจรของผีเสื้อเป็นอย่างไร . . . (นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยที่ธรรมชาติเป็นผู้สร้างและมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ไปค้นพบความรู้จากธรรมชาติแล้วนำมาเผยแพร่ต่อประชาชน

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 71.4) เข้าใจว่าธรรมชาติเป็นผู้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายความว่าความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่าความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือไม่ โดยไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้วิทยาศาสตร์จากการสังเกตและศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งไม่แสดงเหตุผลประกอบเช่นกัน และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยนิสิตนักศึกษาครูที่เรียกสัมภาษณ์ทั้งหมด 5 คน เข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและมีอยู่แล้วในธรรมชาติและรอให้นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบจัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการให้เหตุผลได้ดังนี้

. . .หนูคิดว่ามันน่าจะมีอยู่แล้วเพียงแต่รอให้นักวิทยาศาสตร์ไปค้นพบอย่างในเรื่องของแบบจำลองอะตอมนักวิทยาศาสตร์ก็เป็นผู้ค้นพบ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส25)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ธรรมชาติเป็นผู้สร้าง ทุกสิ่งทุกอย่างที่เป็นความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ. . . (นิสิตนักศึกษาครูรหัส22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ธรรมชาติเป็นผู้สร้างความรู้โดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ไปค้นพบ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เกือบทั้งหมด(ร้อยละ 82.4) เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ โดยรอให้นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาธรรมชาติ แสดงว่าในธรรมชาติต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์อยู่แล้ว ” ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และมีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 17.6 ไม่แน่ใจว่าธรรมชาติสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกอย่างเลยหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางอย่างก็เกิดขึ้นจากการที่มนุษย์สร้างขึ้น ด้วยมนุษย์ เช่น กฎ หลักการ ทฤษฎี ” และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คน ให้ผลที่สอดคล้องกับแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากคำตอบของนิสิตนักศึกษาครูได้ดังนี้

. . .ความรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการเกิดฝน แรงโน้มถ่วง แล้วนักวิทยาศาสตร์ก็เป็นผู้ค้นพบ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .นักวิทยาศาสตร์แค่ศึกษาและค้นพบและนำมาอธิบาย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 80 เข้าใจว่าความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีผู้ค้นพบคือนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นแนวคิดแบบดั้งเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นมีอยู่แล้วในธรรมชาติ เช่น การเกิดรุ้งกินน้ำ การเกิดสึนามิ แต่ต้องอาศัยการค้นพบจากนักวิทยาศาสตร์ ” หรือ “ เป็นการอธิบายโดยนักวิทยาศาสตร์มีการค้นคว้าทดลองหลายครั้งว่าเกิดเหตุการณ์ได้อย่างไร ซึ่งความรู้นั้นถูกสร้างขึ้นโดยธรรมชาติ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ20 ไม่แน่ใจว่าความรู้ถูกสร้างโดยธรรมชาติหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะปรากฏการณ์ธรรมชาติทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก ” หรือ “ บางทีความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบก็เป็นสิ่งใหม่ เช่น การนำพื้นฐานหลักการของคนอื่นมาคิดต่อยอดอีกที ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมให้ผลสอดคล้องกับแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากคำตอบได้ดังนี้

. . .ความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ และรอให้นักวิทยาศาสตร์ไปค้นพบ. . . (นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .ก็ทุกอย่างที่เรียนรู้ก็เกิดจากการที่นักวิทยาศาสตร์ไปศึกษาจากการสังเกตธรรมชาติ แสดงว่าธรรมชาติต้องมีความรู้อยู่แล้วเพียงแต่มีนักวิทยาศาสตร์ไปพบ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เพียงแค่ศึกษาสิ่งต่างๆในธรรมชาติและค้นพบความรู้นั้น

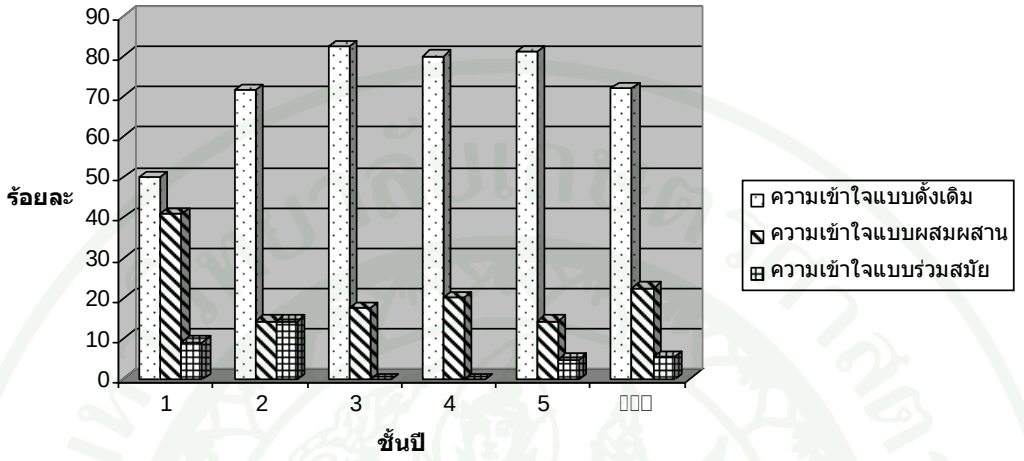
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 81) มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลประกอบว่า “ นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ศึกษาสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัวและค้นพบความทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 ซึ่งไม่แน่ใจว่าความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือไม่ จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลประกอบว่า “ นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบจากธรรมชาติโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.8 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจำนวน 5 คนเข้าใจตรงกันว่าความรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ธรรมชาติเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นมาและรอให้นักวิทยาศาสตร์ไปค้นพบซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .เห็นด้วยครับ นักวิทยาศาสตร์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาสิ่งต่างๆในธรรมชาติและก็ค้นพบสิ่งนั้นจากธรรมชาติ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

. . .ความรู้ทุกอย่างก็ได้จากการศึกษาธรรมชาติแล้วก็นำมาเผยแพร่และเอาไปใช้ประโยชน์ต่างๆโดยนักวิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าธรรมชาติเป็นผู้สร้างความรู้และมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบและนำไปเผยแพร่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจใน ข้อความที่ 2

จากผลการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจในที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกัน คือมีความเข้าแบบดั้งเดิมมากที่สุด ซึ่งนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยที่ธรรมชาติเป็นผู้สร้างความรู้และนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ ส่วนในกลุ่มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยมีน้อยมาก

ข้อความที่ 9 สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 15 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 9

ชั้นปี / ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	1(7.1)	3(17.6)	5(33.3)	5(23.8)	14(15.7)
แบบผสมผสาน	11(50)	2(14.3)	3(17.6)	4(26.7)	5(23.8)	25(28.1)
แบบร่วมสมัย	11(50)	11(78.6)	11(64.7)	6(40)	11(52.4)	50(56.2)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 9

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว	- ไม่แน่ใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวหรือไม่	- การทดลองเป็นวิธีหนึ่งในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 14 และ 15 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 56.2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า สิ่งที่ได้จากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ว่าผลการทดลองที่ได้นั้นจะเกิดความผิดพลาด เพราะสามารถพิสูจน์และทดลองได้ มีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการทดลองก็คือขั้นตอนหรือส่วนหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผลที่ได้ก็ต้องคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 28.1 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่า สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพราะถ้าหากพิสูจน์และทดลองได้ก็น่าจะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ถ้าสิ่งที่ค้นพบมีเหตุผลและหลักฐาน พยานที่สามารถพิสูจน์ได้ก็น่าจะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 15.7 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่า การทดลองบางครั้งอาจไม่ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะจากการทดลองอาจจะไม่ได้ความรู้มาก็ได้ เพราะจากการทดลองอาจจะไม่ได้ผลการทดลองที่สามารถยืนยันข้อสันนิษฐานหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ ” ซึ่งแยกได้แต่ละชั้นปี ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 50 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยโดยเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการทดลอง เพราะมีการพิสูจน์และตรวจสอบจากพยานหลักฐาน มีการทำซ้ำขั้นตอนถึงแม้ว่าการทดลองจะผิดพลาด แต่สิ่งที่เกิดขึ้นก็สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการทดลองก็คือขั้นตอนหรือส่วนหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผลที่ได้ก็ต้องคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” ส่วนกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 50 ไม่แน่ใจว่าสิ่งที่ได้จากการทดลองเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะบางสิ่งอาจเป็นความรู้จริงที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ” และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คน เข้าใจตรงกันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลอง การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมัย และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .คงเริ่มมาจากการสังเกตก่อน มานั่งดูจับตาดูคือสนใจแล้วก็เอามาลองทดลองลองผิดลองถูกจนได้ข้อสรุป แล้วก็มานั่งหาข้อโต้แย้ง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 13)

. . .จากการสังเกต การทดลอง ความอยากรู้ อยากรู้แล้วก็ทำจริง ศึกษาจริงๆ แล้วเอาความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 14)

จากการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการศึกษาหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ การสังเกต การหาข้อโต้แย้ง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เกือบทั้งหมด(ร้อยละ 78.6) เข้าใจว่าการที่นักวิทยาศาสตร์ทดลองและค้นพบสิ่งที่เกิดขึ้นจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ สิ่งที่ได้จากการทดลอง คือ สิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้ จึงเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่า บางสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองอาจจะไม่ใช่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะหากทำการทดลองผิดพลาดก็จะไม่เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่เสมอไปบางอย่างอาจไม่ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 7.1 ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ ซึ่งแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรได้มาจากการทดลองเท่านั้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่า นิสิตนักศึกษาครูทั้งหมดมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .น่าจะมาจากการทดลองเขาอยากรู้สิ่งนี้เขาก็มีการตั้งสมมติฐานศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มเติมแล้วก็มาสรุปอีกครั้งหนึ่ง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .น่าจะสังเกตแล้วเกิดความสงสัยอยากรู้อยากเห็น ก็เลยคิดที่จะหาคำตอบของสิ่งนั้นแล้วก็มีการทดลองแล้วได้เป็นความรู้ออกมา แล้วก็มีคนคิดค้นพัฒนาต่อยอดไปเรื่อยๆค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครู รหัส 22)

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เห็นด้วยกับข้อความนี้ร้อยละ 64.7 ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในหลายวิธีการที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 17.6 ไม่แน่ใจว่าทุกอย่างที่เกิดขึ้นจากการทดลองเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ทั้งหมดหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่แน่ใจว่าความรู้ที่ค้นพบเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมจำนวนร้อยละ 17.6 ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ล้วนมาจากการทดลองทั้งนั้น เช่น แบบจำลองอะตอม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับนิสิตนักศึกษาครูจำนวน 5 คน ซึ่งมีความเข้าใจตรงกันและสอดคล้องกับข้อมูลจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่า สิ่งที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การทดลองเป็นวิธีหนึ่งในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นสิ่งที่ค้นพบจากการทดลองก็ต้องเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .เริ่มแรกเขาก็ต้องมองรอบๆตัวก่อนแล้วผิดสังเกต เวลาคนเราทำอะไรก็เหมือนมองผ่านไปก็ต้องมีอะไร เริ่มจากการสังเกตก่อน รวบรวมข้อมูล ทำการทดลองแล้วก็เป็นขั้นตอนไป ก็ความรู้วิทยาศาสตร์เหมือนกับน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ มีคำอธิบายมารองรับ มันจะต้องมีเหตุมีผลสามารถใช้หลักการมาอธิบายได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .คือเขาก็ต้องสงสัยก่อนแล้วก็ค้นคว้า แล้วก็ทดลอง ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ ก็ต้องเริ่มสังเกตก่อน แล้วก็เขาอาจจะค้นคว้า ทดลองแล้วก็ลงข้อสรุป แต่ก็น่าจะมีวิธีอื่นในการหาความรู้นอกจากการทดลองด้วยนะคะอย่างเอาความรู้คนอื่นมาต่อยอด. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัย และแบบดั้งเดิม โดยแบบดั้งเดิมเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาคำอธิบายสิ่งต่างๆ โดยที่ไม่ได้กล่าวถึงวิธีการอื่นในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีนิสิตนักศึกษาครูได้กล่าวถึงวิธีการในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 40 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์หาได้จากหลายวิธีนอกจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นความรู้ที่เกิดขึ้นก็ต้องเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่น่าจะมีวิธีอื่นในการหาความรู้ได้ ” และจำนวนร้อยละ 26.7 มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่าซึ่งไม่แน่ใจว่าการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจมีวิธีการอื่นที่ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนกันนอกจากการทดลอง ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 33.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะมีลำดับขั้นตอนมีความน่าเชื่อถือ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการทดลองมีกระบวนการมีขั้นตอนที่น่าเชื่อถือ และนักวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทดลอง ” และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจำนวน 5 คนจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าการทดลองเป็นวิธีการหนึ่งในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจากการสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้ดังนี้

. . .มันมาจากลักษณะส่วนตัวเป็นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ บางครั้งได้มาจากความอยากรู้อยากเห็น ความใส่ใจของเค้าอยู่แล้ว บังเอิญว่ามันได้คำตอบ แล้วเขาก็ทำผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยความพยายามแล้วอยากรู้แล้วเมื่อเขาสงสัยอีก เขาก็จะเริ่มลงมือศึกษาใหม่และทำใหม่. . .(นิสิตนักศึกษาครู รหัส 41)

. . .นักวิทยาศาสตร์ที่ทดลองมาเรื่อยๆ หรือบังเอิญพบเจอ แล้วมาสรุปเป็นความรู้ แล้วก็มาสั่งสอนว่าเกิดอะไรบ้าง มันมีอยู่แล้วโดยคนรุ่นเก่า แล้วคนรุ่นใหม่ก็มาพัฒนาให้ดีมากขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิธีการในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ซึ่งอาจจะได้มาจากการทดลอง หรือเอาความรู้เดิมเอามาต่อยอด หรือความบังเอิญ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยจำนวนร้อยละ 52.4 ว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีหนึ่งในการใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า " การทดลองเป็นวิธีหนึ่งในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองเรื่อง กรด-เบส " และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานและแบบดั้งเดิมมีจำนวนเท่ากันคือ ร้อยละ 23.8 ซึ่งกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานไม่แน่ใจว่ามีวิธีการอื่นในการสืบเสาะหาความรู้นอกจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า " ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่แน่ใจว่ามีวิธีการอื่นด้วยหรือไม่ " และกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องผ่านกระบวนการสังเกต การศึกษาค้นคว้า การทดลอง ต่างๆจนได้มาเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากบทสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .การสังเกต ตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน แล้วก็ทำการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลซึ่งอาจไปค้นคว้าจากงานของคนอื่นที่มีมา แล้วก็ทำการทดลองแล้วก็สรุปมาเป็นความรู้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

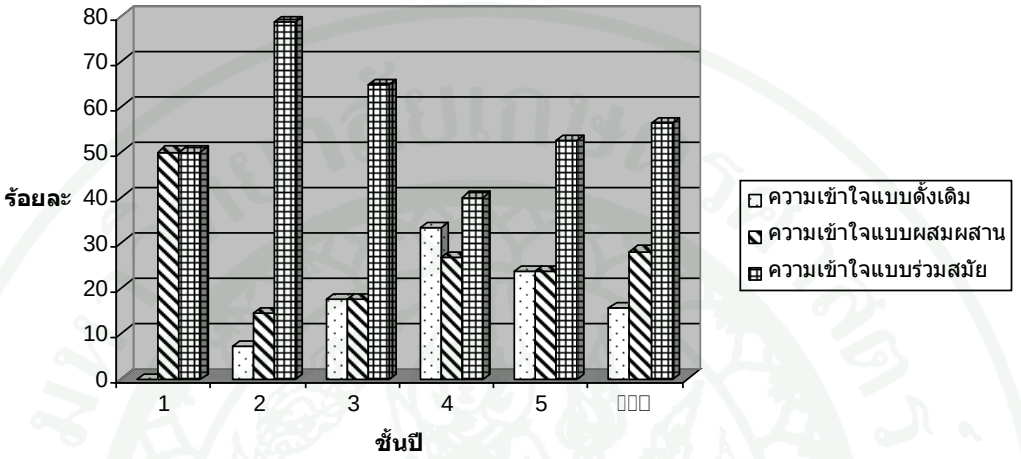
. . .อาจเป็นความบังเอิญ มีการทดลอง ที่ได้มา การสังเกต มันต้องเริ่มจากการสังเกตอยู่แล้วมันก็มาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือความบังเอิญ หรือการต่อยอดจากความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

จากการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.1 ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีแนวโน้มความเข้าใจไปในทางเดียวกันคือ ความเข้าใจแบบร่วมสมัย เพราะนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้าใจว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในหลายวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยมากที่สุด



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจใน ข้อความที่ 9

ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎี)

ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.2 ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 10 ซึ่งถามเกี่ยวกับการใช้กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ข้อความที่ 10 กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี

ตารางที่ 17 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 10

ชั้นปี / ความเห็น	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	10(45.5)	3(21.4)	5(29.4)	8(53.3)	7(33.3)	33(37.1)
แบบผสมผสาน	8(36.4)	7(50)	3(17.6)	4(26.7)	13(61.9)	35(39.3)
แบบร่วมสมัย	4(18.2)	4(28.6)	9(52.9)	3(20)	1(4.8)	21(23.6)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 10

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม
กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี	-เนื่องจากกฎวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีความรู้ใหม่ และมีหลักฐานประกอบ	- กฎมีสมการมีหลักฐานแน่ชัดตายตัว แต่ทฤษฎีเหมือนสมมติฐาน เป็นข้อสันนิษฐาน อาจเกิดจริงหรือไม่เกิดขึ้นจริงก็ได้ กฎน่าจะอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี	- กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีเหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะใช้หลักการใดมาสนับสนุนการเกิดปรากฏการณ์

จากตารางที่ 17 และ 18 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจที่ใกล้เคียงกันทั้ง 3 กลุ่ม โดยมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 39.3 ไม่แน่ใจว่ากฎทางวิทยาศาสตร์อธิบายได้ดีกว่าทฤษฎีหรือไม่ ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ น่าจะอธิบายได้เหมือนกัน ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และอีกร้อยละ 37.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่า กฎสามารถอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎีเพราะกฎถูกพิสูจน์มาแล้วจากนักวิทยาศาสตร์หลายคนทุกยุคทุกสมัยซึ่งก็เป็นจริงเสมอ โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลดังนี้ “ กฎคือสิ่งที่ถูกต้องแล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีเป็นเพียงความคิดของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ” และมีเพียงร้อยละ 23.6 ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีสามารถใช้อธิบายได้ต่างกันขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นๆ ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลดังนี้ “ กฎและทฤษฎีนำมาใช้อธิบายได้คนละแบบ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมโดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่ากฎเป็นสิ่งที่แน่นอนและตายตัว ถูกพิสูจน์มาแล้วว่าเป็นจริงจึงสามารถอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎีเพราะทฤษฎีเป็นเพียงคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ซึ่งสามารถจำแนกเป็นชั้นปีได้ ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 45.5 จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่ากฎเป็นสิ่งที่ตายตัวถูกพิสูจน์แล้วซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้จึงอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎคือสิ่งที่ตายตัวเกิดแน่นอน แต่ทฤษฎีเป็นสิ่งที่กล่าวอ้างขึ้น ดังนั้นปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดขึ้นแน่นอนสามารถใช้กฎทางวิทยาศาสตร์อธิบายได้ ” มีนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 36.4 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่ากฎสามารถอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ทั้งกฎและทฤษฎีน่าจะอธิบายได้พอ ๆกัน ” มีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 18.2 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าทั้งกฎและทฤษฎีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีเหมือนกันขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ในสถานการณ์ใด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีเหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะใช้หลักการใดมาสนับสนุนการเกิดปรากฏการณ์ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่า กฎเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ เพราะได้รับการทดสอบแล้วได้ผลที่เหมือนเดิมดังนั้นกฎสามารถอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .เห็นด้วยค่ะ หนูคิดว่ากฎเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ มีความแน่นอนแต่ทฤษฎีเมื่อมีความรู้ใหม่มาขัดแย้งก็มักจะเกิดการเปลี่ยนแปลง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .กฎคือความจริงทางธรรมชาติที่เป็นจริงเสมอไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แล้ว ยังไงก็ต้องเป็นจริง เช่น กฎของนิวตัน ยังไงก็ต้องอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎีซึ่งอยู่ต่ำกว่า. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎเป็นความจริงที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้เพราะมีการพิสูจน์มาแล้วหลายครั้ง แต่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะมีความไม่แน่นอนดังนั้นเราสามารถใช้กฎอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 มีความเข้าใจแบบผสมผสานคิดเป็นร้อยละ 50 ซึ่งไม่แน่ใจว่ากฎอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎีซึ่งกฎมีสมการมีหลักฐานที่แน่นอนชัดเจนตายตัว แต่ทฤษฎีเป็นเพียงการอธิบายเหมือนกับสมมติฐานซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎมีสมการมีหลักฐานแน่นอน ชัดเจนตายตัว แต่ทฤษฎีเป็นเหมือนสมมติฐานเป็นข้อสันนิษฐาน อาจเกิดจริงหรือไม่เกิดขึ้นจริงก็ได้ กฎน่าจะอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี ” ซึ่งนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 28.6 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎและทฤษฎีสามารถนำไปใช้ในการอธิบายได้ดีทั้งคู่ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่เห็นด้วยกับข้อความนี้ร้อยละ 21.4 เข้าใจว่ากฎอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎีเพราะกฎมีการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า “ เพราะกฎคือสิ่งที่พิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง แต่ทฤษฎีคงมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบความจริงใหม่ๆ ” และจากการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมโดยนิสิตนักศึกษาครูแสดงความไม่มั่นใจว่ากฎใช้อธิบายได้ดีกว่าทฤษฎีหรือทฤษฎีใช้อธิบายได้ดีกว่ากฎ ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .ไม่แน่ใจว่ากฎหรือทฤษฎีอันไหนจะมีความน่าเชื่อถือกว่ากัน. . .เคยเรียนมาค่ะแต่จำไม่ได้แล้วว่าอันไหนมีความน่าเชื่อถือกว่ากัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . .กฎแน่นอนมากกว่าค่ะ แต่ทฤษฎีไม่แน่นอน เพราะกฎเป็นสิ่งที่ตายตัวไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และได้รับการทดลองมาหลายครั้ง แต่ทฤษฎีเป็นเพียงคำกล่าวอ้างของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎมีความถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุดดังนั้นสามารถใช้อธิบายได้ถูกต้อง แต่ทฤษฎีเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอนสามารถเปลี่ยนแปลงได้และยังพบว่านิสิตนักศึกษาครูยังคงมีความสับสนในการให้ความของกฎและทฤษฎี

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 52.9 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่าสามารถใช้ทั้งกฎและทฤษฎีมาอธิบายได้แต่ขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ทั้งทฤษฎีและกฎใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีเหมือนกันแต่ตัวทฤษฎีจะอธิบายกฎอีกทีหนึ่ง ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่เห็นด้วยกับข้อความนี้ร้อยละ 29.4 เข้าใจว่ากฎใช้อธิบายได้ดีกว่าเพราะมีการทดลองซ้ำๆ และให้ผลที่เหมือนเดิมเสมอ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎได้มีการทดลองซ้ำๆ หลายๆครั้งและให้ผลที่เป็นเหมือนเดิมเสมอ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ17.6 ไม่แน่ใจว่ากฎสามารถอธิบายสิ่งต่างๆได้ดีกว่าทฤษฎีหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ถ้ามีทฤษฎีมาเพิ่มเติมน่าจะช่วยให้เราเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยโดยนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีเหมือนกันซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่ใช้ ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ไม่เห็นด้วย เพราะมันใช้กันคนละอย่าง สามารถใช้อธิบายได้เหมือนกัน. . .จำไม่ได้ว่าเมื่อไหร่ต้องใช้กฎหรือเมื่อไหร่ต้องใช้ทฤษฎี. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 34)

. . .ไม่เห็นด้วยเพราะแต่ละอันมันใช้ไม่เหมือนกันเพราะนิยามต่างกันรู้แต่ว่ามันมีการใช้งานที่ต่างกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 35)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติได้ดีเหมือนกันแต่นิสิตนักศึกษายังคงอธิบายไม่ได้ว่ากฎและทฤษฎีจะนำไปใช้อธิบายในส่วนไหน และนิสิตนักศึกษายังคงสับสนระหว่างความหมายของกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 53.3 ซึ่งเข้าใจว่ากฎมีความน่าเชื่อถือกว่าทฤษฎี ซึ่งสามารถใช้กฎอธิบายได้สมบูรณ์กว่าทฤษฎี โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎทางวิทยาศาสตร์คือข้อเท็จจริงที่มีการพิสูจน์แล้วย่อมน่าเชื่อถือกว่าทฤษฎี ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 26.7 ไม่แน่ใจว่ากฎสามารถใช้อธิบายได้ดีกว่าทฤษฎีหรือไม่หรือพอๆกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นบางครั้งอาจตั้งจากการค้นพบ หรือตั้งขึ้นมาโดยไม่ได้ทำการทดลอง แต่ทฤษฎีเป็นสิ่งที่ค้นคว้าทดลองและมีหลักการในการอธิบายสิ่งต่างๆ จึงเห็นได้ว่าในบางเรื่อง กฎและทฤษฎีน่าจะสามารถอธิบายได้เหมือนกัน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และมีนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 20 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีต่างใช้อธิบายสิ่งต่างได้เหมือนกัน แต่อยู่กับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ใช้ในการอธิบาย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎและทฤษฎีสามารถใช้อธิบายได้เหมือนกันอยู่กับแต่ละเรื่อง ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยโดยนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ามันสามารถใช้อธิบายได้ดีเหมือนกันแต่ต้องขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .บางทีมันก็จะอธิบายได้ดีกว่า มันดีกันคนละอย่าง แล้วแต่สถานการณ์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . .คนละแบบ อธิบายคนละแบบ แต่หนูจำไม่ได้ว่าความหมายของกฎและทฤษฎี. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความสับสนในกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถให้ความหมายและหลักการในการใช้อธิบายได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ไม่แน่ใจกับข้อความนี้จำนวนร้อยละ 61.9 จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานโดยเข้าใจว่าบางเหตุการณ์กฎไม่สามารถอธิบายได้แต่บางเหตุการณ์ก็จำเป็นต้องใช้ทฤษฎีหรือจำเป็นต้องใช้ควบคู่กันไปโดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในบางเหตุการณ์ที่ยังไม่มีกฎทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายได้ อาจต้องใช้ทฤษฎีในการอธิบาย ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 33.3 เข้าใจว่ากฎเป็นความจริงที่แน่นอนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะมีการพิสูจน์และทดลองซ้ำหลายครั้งจนน่าเชื่อถือดังนั้นก็จะใช้อธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎมีข้อพิสูจน์จนได้ข้อมูล ที่มีความน่าเชื่อถือ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.8 มีความความเข้าใจแบบร่วมสมัย เพราะกฎและทฤษฎีสามารถอธิบายสิ่งต่างๆได้เหมือนกันและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบผสมผสานและดั้งเดิมว่า กฎมีความแน่นอนกว่าทฤษฎี เพราะกฎมีหลักฐาน มีการทดลอง กฎสามารถอธิบายได้ทุกทฤษฎี และกฎมีการยอมรับที่มากกว่าทฤษฎีและเป็นจริงเสมอไม่ว่าจะเวลาไหน ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .ก็กฎสามารถอธิบายได้ทุกทฤษฎีและทฤษฎีก็เป็นตัวที่อธิบายกฎอีกที. . .กฎคือ สิ่งที่ได้รับการทดสอบพิสูจน์ให้เห็นจริงแล้วจึงมาตั้งเป็นกฎซึ่งมันเป็นสิ่งที่เป็นจริงตามนั้น ทฤษฎีเช่นทฤษฎีวิวัฒนาการก็เกิดจากการจินตนาการของเค้าก่อน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

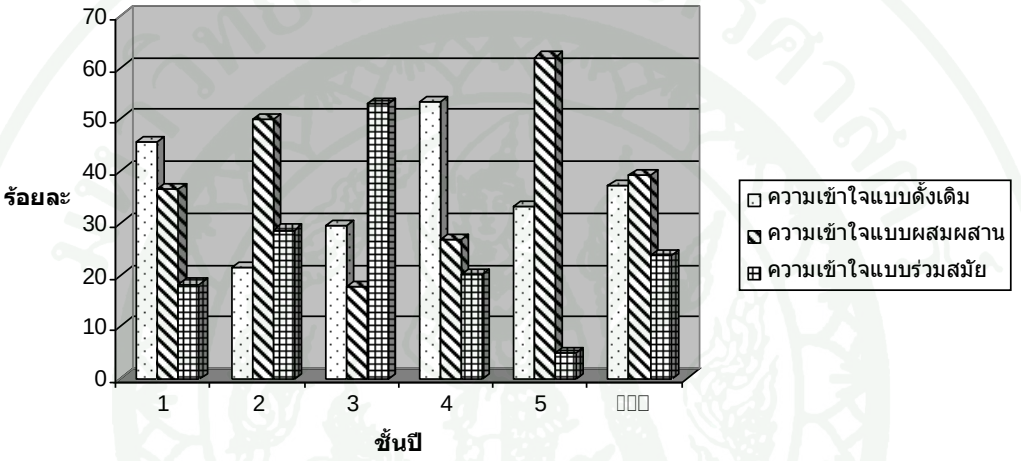
. . .กฎมีความแน่นอนกว่าทฤษฎี ถ้าเกิดจะให้อธิบายให้ได้ดีไปเลยก็ควรที่จะใช้กฎแต่อย่างอะตอมต้องใช้ทฤษฎีเพราะความรู้ยังไม่สิ้นสุด แต่แสงมีมานานแล้วก็เลยตั้งเป็นกฎค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎสามารถอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี และยังพบประเด็นในความสับสนระหว่างกฎและทฤษฎีของนิสิตนักศึกษาครู

จากผลการศึกษาในในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.2 ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งตามความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบผสมผสาน เพราะนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่เข้าใจว่ากฎเป็นสิ่งที่ตายตัว เปลี่ยนแปลงได้ยาก กฎเป็นจริงเสมอไม่ว่าจะเวลาใด เพราะเมื่อทดลองก็ได้ผลดังเดิมเสมอ ดังนั้นกฎย่อมอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎี หรือบางครั้งทฤษฎีก็จะอธิบายได้ดีกว่ากฎและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมยังพบว่านิสิตนักศึกษาครูยังคงมีความสับสนระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่สามารถบอกนิยามหรือความแตกต่างในการใช้ได้ นอกจากนี้มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยมากที่สุด



ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 10

ลักษณะขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3 ลักษณะขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2.3.1 มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 3 และ 5 ซึ่งข้อความที่ 3 และ 5 ถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 4 และ 11 โดยข้อความที่ 4 ถามเกี่ยวกับการอธิบายอะตอมโดยใช้แบบจำลองอะตอมของดอลตัน และ ข้อความที่ 11 ถามเกี่ยวกับการเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.3.3 สามารถใช้อธิบายและทำนายได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 6 ซึ่งถามเกี่ยวกับ การใช้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ 2.3.4 ต้องการหลักฐาน ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 7 ซึ่งถามเกี่ยวกับการมีพยานหลักฐานมาสนับสนุน 2.3.5 มีข้อจำกัด ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 8 ซึ่งถามเกี่ยวกับข้อจำกัดของความรู้และกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้

ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.1 มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 3 และ 5 ซึ่งข้อความที่ 3 และ 5 ถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 3 หากมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มีความรู้เดิมนั้นจะถูกยกเลิก

ตารางที่ 19 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ข้อความที่ 3

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	10(45.5)	7(50)	8(47.1)	8(53.3)	10(47.6)	43(48.3)
แบบผสมผสาน	11(50)	4(28.6)	4(23.5)	1(6.7)	2(9.5)	22(24.7)
แบบร่วมสมัย	1(4.5)	3(21.4)	5(29.4)	6(40.0)	9(42.9)	24(27)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 20 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 3

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
หากมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มี ความรู้เดิมนั้นจะถูกยกเลิก	- เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีการค้นพบความรู้ใหม่มีหลักฐานและถูกต้องที่สมบูรณ์กว่า	- นำความรู้เดิมมาเป็นส่วนช่วยในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความรู้เก่านั้นอาจจะไม่ถูกยกเลิกแต่น่าจะมาเป็นการค้นพบใหม่ๆ	- ความรู้เดิมถึงจะค้นพบความรู้ใหม่ที่ดีกว่าเดิม แต่ความรู้ก็ยังคงอยู่ ไม่ได้ถูกล้มล้าง จะใช้เป็นตัวต่อยอดให้เกิดความรู้ใหม่และยังคงเป็นประโยชน์

จากตารางที่ 19 และ 20 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 48.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่า เมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นและใช้อธิบายได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มีอยู่ ความรู้เดิมนั้นจะถูกยกเลิก มีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เมื่อมีความรู้ใหม่ที่ทันสมัยกว่า ความรู้เก่าจะถูกยกเลิก ” ส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูอีกกลุ่มหนึ่งร้อยละ 24.7 ไม่แน่ใจว่า ความรู้เดิมนั้นอาจไม่ถูกยกเลิกแต่อาจต้องใช้เพื่อขยายหรือเพิ่มเติมความรู้เดิม เช่น แบบจำลองอะตอมของดอลตัน โดยมียกตัวอย่างการแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้เดิมอาจไม่ถูกยกเลิกไป แต่อาจถูกขยายความหรืออธิบายเพิ่มเติมให้ดีขึ้น ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยร้อยละ 27.0 ว่าความรู้เดิมส่วนใหญ่จะไม่ถูกแทนที่หรือยกเลิก เพราะความรู้เดิมนั้นเป็นสิ่งที่ให้นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาและค้นคว้าต่อไป ทำให้ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นมีความชัดเจนและคงทนมากยิ่งขึ้น มีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้เดิมที่มีอยู่อาจจะไม่ผิด แต่ความรู้ใหม่จะสามารถอธิบายได้เพิ่มเติม ทำให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้ความรู้คงทนมากขึ้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยใกล้เคียงกัน กลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า เมื่อมีความรู้ใหม่ที่สามารถใช้อธิบายได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มีอยู่ ความรู้เดิมนั้นก็ควรที่จะยกเลิกไปและกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า ความรู้เดิมจะไม่ถูกยกเลิกแต่ความรู้ใหม่อาจจะใช้ความรู้เดิมในการช่วยให้อธิบายสิ่งต่างๆได้ดีมากขึ้น หรือนำไปใช้เพื่อต่อยอดให้เกิดความรู้ใหม่ๆ ซึ่งสามารถแยกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 เพียงร้อยละ 4.5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าควรที่จะนำความรู้เดิมมาช่วยในการอธิบายร่วมกับความรู้ใหม่เพื่อให้ได้ความรู้ที่มีความสมบูรณ์ที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ที่มีความหมายควรนำแต่ละความรู้มาประกอบกันเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องที่สุด ” นิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 45.5 เข้าใจว่าความรู้ใหม่หากอธิบายได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มีอยู่และมีการยอมรับมากกว่าความรู้เดิมนั้นก็ควรที่จะถูกยกเลิกไป โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า “ เพราะสิ่งที่อธิบายได้ดีกว่า จริงกว่า ย่อมได้รับการยอมรับ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 50.0 ไม่แน่ใจว่าถึงแม้ว่าความรู้เดิมจะใช้อธิบายไม่ได้ดีเท่าความรู้ใหม่ แต่ก็สามารถใช้เพื่อให้ได้ศึกษา หรือสามารถยกเลิกไปได้หากความรู้ใหม่ครอบคลุมความรู้เดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางทฤษฎีที่เกิดขึ้นมาและสามารถอธิบายได้ดีกว่าทฤษฎีเก่า แต่ทฤษฎีเก่าก็ยังคงอยู่ เพื่อให้ได้ศึกษา แต่คงไม่ได้เอามาต่อยอดในการหาความรู้เพิ่มเติม ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่า นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยใกล้เคียงกัน ซึ่งพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

. . .เห็นด้วย ในเมื่อมันเป็นไรที่ดีกว่าอันเก่าก็น่าจะถูกยกเลิก อันเก่าควรที่จะยกเลิกไป เพราะอันเก่าไม่น่าจะมีผล เพราะอันใหม่ครอบคลุมอันเก่า. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ไม่เห็นด้วย หากความรู้ใหม่อธิบายได้ดีกว่าเดิมแต่ถ้ามันสอดคล้องกันมันก็ควรจะยังอยู่เพื่อให้ได้รู้ที่มาค่ะ อาจจะใช้ได้แต่ไม่ทั้งหมดอ่าคะ เช่น ทฤษฎีอะตอมก็ยังมีอยู่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่าความรู้เก่าหากไม่มีประโยชน์แล้วก็ควรที่จะยกเลิกไปเพราะความรู้ใหม่ครอบคลุมความรู้เดิม และไม่ควรยกเลิกความรู้เก่าเพราะยังคงมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์อยู่

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 50.0 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่า ความรู้เดิมที่มีอยู่นั้นจะถูกยกเลิกเมื่อมีความรู้ใหม่ที่ถูกต้องกว่ามาอธิบาย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การค้นพบโครงสร้างอะตอมที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ เมื่อมีนักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีใหม่ ” นิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 28.6 ไม่แน่ใจว่าความรู้เดิมอาจจะใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ หรือนำไปผสมผสานกัน ทำให้เกิดเป็นความรู้ใหม่ หรืออาจไม่จำเป็นต้องใช้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่แน่ใจว่าจะถูกยกเลิกหรือไม่ แต่น่าจะนำความรู้เดิมไปผสมเข้ากับความรู้ใหม่เพราะเป็นพื้นฐานของการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 21.4 เข้าใจว่าความรู้เดิมยังคงมีอยู่ถึงจะไม่สามารถอธิบายได้ครอบคลุม แต่ก็เป็นต้นแบบเพื่อให้เกิดการศึกษาต่อไป โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้เดิมอาจจะยังคงอยู่เหมือนทฤษฎีอะตอมของดอลตันกับทอมสัน แม้จะเป็นความคิดที่ไม่ถูกนักแต่ก็เป็นต้นแบบในผู้อื่นมาทดลองต่อจนนำไปสู่ความรู้ที่แท้จริงและเป็นจริง ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าความรู้เดิมที่มีอยู่นั้นจะช่วยให้เกิดความรู้ใหม่ที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ความรู้เก่ามันไม่หาย มันคือการพัฒนามาเรื่อยๆ ก็ไม่น่าจะถูกยกเลิกไป เหมือนเขาก็ต้องใช้เป็นตัวแปรที่ศึกษาไปเรื่อยๆค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .มันก็อาจจะเอาของเก่ามาช่วยเพิ่ม แต่ของเก่าก็ไม่ควรที่จะโดนลบค่ะ ดูอย่างเรื่องของทฤษฎีวิวัฒนาการสิคะ เรายังต้องเรียนอยู่เลย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เดิมที่มีอยู่ยังคงเป็นพื้นฐานให้เกิดความรู้ใหม่และยังคงมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ถึงแม้ว่าจะมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่เกิดขึ้น

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 47.1 เข้าใจว่าเมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นและอธิบายได้ถูกต้องสมบูรณ์กว่าความรู้เก่าจะต้องถูกยกเลิก โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีการค้นพบความรู้ใหม่มีหลักฐานและถูกต้องที่สมบูรณ์กว่า ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ร้อยละ 29.4 ไม่เห็นด้วยกับความรู้เดิมจะถูกยกเลิกไปเมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้น โดยมียกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ถ้าความรู้ใหม่เกิดขึ้นถูกต้องชัดเจนกว่า พิสูจน์แล้วสามารถลบความรู้เดิมได้ แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้ความรู้เดิมในการค้นหาความรู้ใหม่ ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 23.5 มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าความรู้เดิมจะถูกยกเลิกหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ น่าจะใช้ทั้งความรู้เดิมและความรู้ทางวิทยาสาสตร์มาผสมผสานกัน ” และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าความรู้เดิมจะยังคงอยู่หรือไม่ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .อาจไม่ถูกยกเลิก อาจต่อยอด อาจไม่ผิดทั้งหมด อาจมีส่วนที่ถูกอยู่ ถ้าอันใหม่ดีกว่าก็น่าจะดีกว่า. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

. . .มันไม่ถูกยกเลิกทีเดียว มันต้องเอามาประกอบกัน แต่นักวิทยาศาสตร์ก็คงที่จะเลือกใช้ความรู้ใหม่ที่ถูกต้องและครอบคลุมมากกว่าของเดิม. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 34)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความไม่แน่ใจในการตอบและเข้าใจว่าความรู้เดิมยังคงใช้เป็นพื้นฐานในการค้นพบความรู้ใหม่ และมีไว้เพื่อเป็นการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่าความรู้เดิมยังคงมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 จำนวนร้อยละ 53.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าหากความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นอธิบายได้ถูกต้องและชัดเจนกว่าก็สามารถลบล้างความรู้เดิมได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เสมอ ถ้ามีความรู้ใหม่มาก ก็ล้างความรู้เดิมนั้นได้ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่แน่ใจกับข้อความนี้ร้อยละ 6.7 ซึ่งเข้าใจว่าความรู้เดิมไม่น่าจะถูกยกเลิกแต่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้องใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้เดิมไม่ได้ถูกยกเลิกไป แต่ใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการอธิบายความรู้ใหม่ ” จัดเป็นความรู้แบบผสมผสาน และมีนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยจำนวน ร้อยละ 40.0 เข้าใจว่าความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นก็เกิดมาจากความรู้เดิมที่ได้รับการเพิ่มเติมหรือการขยายความหรือต่อยอด หรืออาจจะไม่สอดคล้องกันเลยแต่ความรู้เดิมก็ควรที่จะยังคงมีอยู่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะหากมีความรู้ใหม่มาซึ่งความรู้ใหม่ที่ได้มานั้นก็มีพื้นฐานมาจากความรู้เดิมนั่นเอง ความรู้เดิมก็ยังคงอยู่ และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมโดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งเข้าใจว่าความรู้เดิมยังคงมีประโยชน์กับนักวิทยาศาสตร์ โดยเป็นพื้นฐานที่ช่วยให้เกิดความรู้ใหม่หรือใช้ความรู้เดิมในการต่อยอดขึ้นไป โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เพราะว่าถ้าเกิดมีความรู้ใหม่แล้วหลักฐานถูกต้องกว่าเดิมเหตุผลใหม่จะดีกว่าเดิม ความรู้เดิมก็ไม่เชิงหายไปก็ต้องเป็นพื้นฐานให้กับความรู้ใหม่ ยังไงก็จะไม่ถูกยกเลิก. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . .ไม่ยกเลิกแต่ก็ไม่ได้ทิ้งเหมือนกัน แต่เป็นการต่อยอดความรู้ใหม่ให้ลึกขึ้น และก็เพื่อเป็นสิ่งที่ให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อๆมาได้ศึกษาว่ามีใครทำอะไรไว้บ้างในอดีต. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์ยังคงเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์อยู่ ถึงแม้ว่าจะมีความรู้ใหม่ที่สามารถอธิบายได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยอาจใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความรู้ต่อไปให้มากยิ่งขึ้น

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 42.9 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าความรู้เดิมยังคงมีอยู่ไม่ได้ถูกยกเลิกไปเพื่อให้เห็นพัฒนาการของความรู้และใช้ความรู้เดิมในการต่อยอดให้เกิดความรู้ใหม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คงทนไม่สูญไปเพียงแต่จะพัฒนาตามลำดับทำให้เราเรียนการพัฒนาของความรู้ อาจใช้ความรู้เก่ามาต่อยอดความรู้ได้ ไม่ถูกยกเลิก แต่อาจจะเชื่อน้อยลง เพราะความรู้ใหม่มักมีเครื่องมือที่น่าเชื่อกว่า ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 47.6 เข้าใจว่าสามารถยกเลิกความรู้เดิมที่มีอยู่ได้เมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นและมีเหตุผลที่มาสนับสนุนที่ชัดเจนและถูกต้องมากกว่า โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ หากมีการค้นพบหรืออธิบายได้ชัดเจนกว่าความรู้เดิม มีเหตุผล เมื่อมีการทดสอบแล้วได้ผลจริงตามที่อธิบาย ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การยกเลิกดาวพลูโตออกจากระบบสุริยะ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิมมีเพียงร้อยละ 9.5 ที่มีความเข้าใจแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

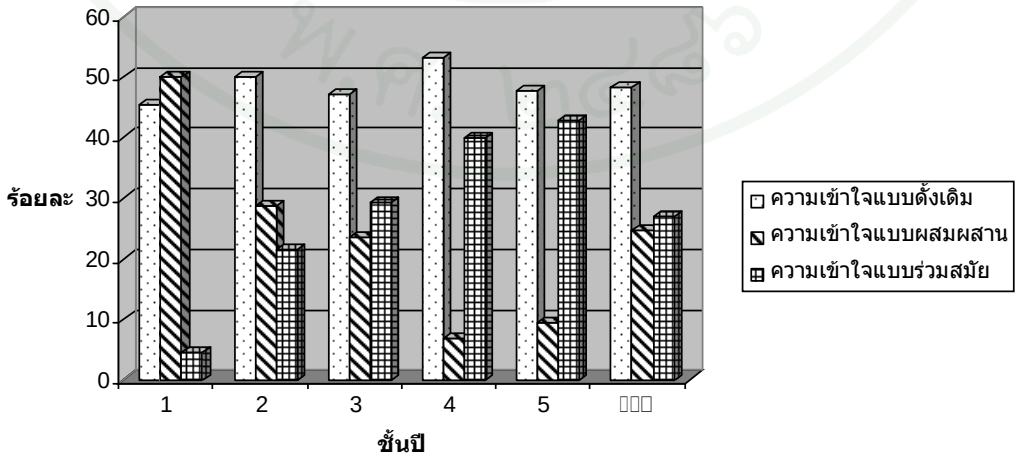
ผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าความรู้เดิมจะถูกยกเลิกหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ หากว่ามีความรู้ใหม่เกิดขึ้นโดยมีหลักฐานและสามารถพิสูจน์ได้มาแทนความรู้เดิม ความรู้เดิมก็น่าจะถูกยกเลิกไป ” และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมโดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่ไม่แน่ใจว่าความรู้เดิมจะถูกยกเลิกหรือไม่ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เพราะทฤษฎีอะตอมต่าง ๆ ก็ไม่ได้ถูกยกเลิกนะ ปัจจุบันก็ยังมีการใช้อยู่เลย แต่ดาวพลูโตก็ยังโดนตัดออกจากดาวเคราะห์ได้เลยค่ะ แสดงว่าความรู้เดิมก็ถูกยกเลิกไปได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

. . .ไม่แน่ใจว่าจะถูกยกเลิกหรือไม่ แต่หนูว่าน่าจะใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อมากกว่า . . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูไม่แน่ใจว่าความรู้เดิมจะถูกยกเลิกหรือไม่แต่ก็ยังคงใช้เป็นพื้นฐานในการต่อยอดความรู้ใหม่และก็ยังคงเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลัง

จากการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.1 มีความชั่วคราวและเปลี่ยนแปลงได้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 5 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบดั้งเดิมเพราะนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่า เมื่อมีความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นและสามารถอธิบายสิ่งต่างๆได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มีอยู่ ความรู้เดิมนั้น ส่วนนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 , 4 และ 5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยใกล้เคียงกับความเข้าใจแบบดั้งเดิม



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความที่ 5 กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ตารางที่ 21 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ข้อความที่ 5

ชั้นปี ความเห็น	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	11(50)	4(28.6)	2(11.8)	8(53.3)	10(47.6)	35(39.3)
แบบผสมผสาน	2(9.1)	2(14.3)	1(5.9)	2(13.3)	2(9.5)	9(10.1)
แบบร่วมสมัย	9(40.9)	8(57.1)	14(82.4)	5(33.3)	9(42.9)	45(50.6)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 22 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 5

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	- เป็นการพิสูจน์หลายๆ ครั้ง แล้วผลการทดลองหรือความรู้นั้นไม่เปลี่ยนแปลง จึงนำมาตั้งเป็นกฎ	- กฎได้รับการพิสูจน์มาว่าถูกต้องแล้ว แต่ไม่แน่ใจว่าเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่	- เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีการค้นพบความรู้ใหม่มีหลักฐานและถูกต้องที่สมบูรณ์กว่า

จากตารางที่ 21 และ 22 นิสิตนักศึกษาครูเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนนิสิตนักศึกษาครูทั้งหมด (ร้อยละ 50.6) เข้าใจว่ากฎทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีความรู้ใหม่ซึ่งสามารถอธิบายได้ดีกว่า ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีการค้นพบความรู้ และข้อเท็จจริงที่ถูกต้องกว่า ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 10.1 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่ากฎจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่แต่ถ้ามีการค้นพบความรู้ใหม่กฎก็น่าจะเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หากมีการค้นพบขึ้นมาใหม่ กฎเหล่านั้นก็มีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ แต่ปัจจุบันนี้ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง” และมีนิสิตนักศึกษาครูอีกร้อยละ 39.3 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่ากฎไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้เพราะได้รับการยอมรับ และผ่านการพิสูจน์หลายๆครั้งแล้วก็ได้ผลดังเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดลองมามากมายและถูกต้องและได้รับการยอมรับแล้ว เช่น สูตรต่างๆ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า กฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีการค้นพบความรู้ใหม่ที่สามารถอธิบายได้ดีกว่า และได้รับการยอมรับมากกว่า ซึ่งสามารถแยกเป็นชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 จำนวนร้อยละ 50.0 เข้าใจว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะได้ผ่านการทดลองซ้ำๆหลายครั้งและให้ผลดังเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะก่อนที่จะตั้งเป็นกฎนั้นนักวิทยาศาสตร์ได้พิสูจน์อย่างมั่นใจและว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และมีนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 40.9 ที่เข้าใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีการค้นพบความรู้ใหม่ที่สามารถอธิบายได้สมบูรณ์หรือถูกต้อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความรู้หรือการค้นพบใหม่เกิดขึ้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.1 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ มีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หากมีการค้นพบขึ้นมาใหม่ กฎเหล่านั้นก็น่าจะมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ แต่ปัจจุบันนี้ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่า กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะกฎเป็นจริงเสมอ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เห็นด้วยครับ เพราะกฎมันเป็นสิ่งที่จริงเสมอ กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะได้ทดลองมามากมายและถูกต้องและได้รับการยอมรับแล้ว เช่น สูตรต่างๆ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .เห็นด้วยค่ะ เพราะมันเป็นสิ่งที่อยู่สูงที่สุดค่ะเพราะก่อนที่จะตั้งเป็นกฎนั้นนักวิทยาศาสตร์ได้พิสูจน์อย่างมั่นใจและว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะได้รับการตรวจสอบและพิสูจน์จากนักวิทยาศาสตร์มาแล้ว และกฎส่วนใหญ่จากที่เรียนในหนังสือเรียนมาไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งต่างจากทฤษฎีที่มีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยร้อยละ 57.1 ว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีความรู้ใหม่ที่ถูกต้องกว่าเดิมหรืออธิบายได้ดีกว่ากฎเดิมที่มีอยู่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ทั้งกฎและทฤษฎีเมื่อมีข้อขัดแย้งขึ้นก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ร้อยละ 28.6 เข้าใจว่ากฎนั้นผ่านการทดลองและพิสูจน์มาแล้วหลายครั้งและผลที่ได้ก็เป็นจริงเสมอดังนั้นกฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่น กฎของนิวตัน ที่สามารถอธิบายได้จนวันนี้ยังไม่มีกฎมาเปลี่ยนแปลง ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 14.3 ที่ไม่แน่ใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจจะเปลี่ยนแปลงได้หากมีผู้ค้นพบข้อยกเว้นของกฎนั้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า กฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะถ้าหากมีการค้นพบความรู้ใหม่ที่มีหลักฐานและเหตุผลที่สมบูรณ์กว่า โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . . เพราะถ้านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ใหม่ก็สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ กฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . . เพราะถ้ามีความรู้ใหม่ๆที่ถูกต้องและดีกว่า ความรู้เดิมย่อมถูกยกเลิกและเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งใหม่ๆได้. . .(นิสิตนักศึกษารหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีความรู้ใหม่ที่อธิบายได้ดีกว่า แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ยากเพราะกฎผ่านการพิสูจน์และตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์หลายครั้ง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 82.4) เข้าใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีการค้นพบความรู้ใหม่ที่ดีกว่า แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ยาก โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เปลี่ยนแปลงได้ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ยากกว่าอย่างอื่นมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้แต่อยู่ในระดับที่น้อยมาก ” หรือ “ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะถ้ามีการค้นพบความรู้ใหม่ที่ให้ความรู้ที่ดีกว่า อธิบายถึงสิ่งหนึ่งได้ดีกว่ากฎเดิมก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมจำนวนร้อยละ 11.8 เข้าใจว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เป็นสิ่งที่พิสูจน์ ทดลอง ซ้ำๆหลายครั้งจนถูกต้อง ” และนิสิตนักศึกษาครูที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่มั่นใจว่ากฎเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ร้อยละ 5.9 แสดงเหตุผลว่า “ คิดว่ามีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้แต่น้อยมากๆ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า กฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะหากมีการค้นพบความรู้ใหม่ที่อธิบายได้ดีกว่า แต่กฎทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างยาก โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ไม่เห็นด้วย เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เสมอ กฎก็เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลงได้เสมอ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .กฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีการค้นพบความรู้ใหม่ที่ให้ความรู้ที่ดีกว่า อธิบายถึงสิ่งหนึ่งได้ดีกว่ากฎเดิมก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะหากมีการค้นพบความรู้ใหม่ นอกจากนี้ยังพบประเด็นของการที่นิสิตนักศึกษาครูไม่สามารถให้คำนิยามของกฎทางวิทยาศาสตร์ และยังมีความสับสนระหว่างชนิดขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 53.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งเข้าใจว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะมีการทดลองแล้วหลายครั้งและได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกฎนั้นเป็นสิ่งที่ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องและเชื่อถือได้และถูกใช้กันอย่างเป็นสากล แต่ถ้าเป็นทฤษฎีจะเปลี่ยนแปลงได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 33.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานมาสนับสนุนเพิ่มเติม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานมาสนับสนุนเพิ่มเติมและพบว่ากฎไม่สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่แน่ใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่จำนวนร้อยละ13.3 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎได้รับการพิสูจน์มาว่าถูกต้องแล้ว แต่ไม่แน่ใจว่าเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า ถ้ามีหลักฐานมายืนยันก็สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้แต่ค่อนข้างยาก และในกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า กฎเป็นความรู้ที่มีความสมบูรณ์แล้วและทุกคนให้การยอมรับก็ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เห็นด้วย เพราะเหมือนเป็นความรู้ที่เรียบร้อยสมบูรณ์แล้วก็ไม่น่าที่จะเปลี่ยนแปลงได้ เหมือนกับว่านักวิทยาศาสตร์ทุกคนให้การยอมรับ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . . ไม่เห็นด้วย เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงได้กฎแค่มีสูตรเพราะไม่มีสูตร ทฤษฎีดูเปลี่ยนแปลงง่ายกว่าเพราะส่วนใหญ่จะเจอทฤษฎีเปลี่ยนแต่กฎจะไม่เปลี่ยน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

จากการสัมภาษณ์นิสิตเพิ่มเติมพบว่านิสิตยังคงไม่แน่ใจว่ากฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะดูจากการเรียนวิทยาศาสตร์จะพบสูตรต่างๆ ซึ่งมีการใช้อยู่เป็นประจำไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีมักจะเปลี่ยนไปเรื่อยๆ และนอกจากนี้ยังพบประเด็นของการที่กฎเกิดจากทฤษฎีหลายๆทฤษฎีมารวมกัน

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 47.6 ซึ่งเข้าใจว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะมีความแน่นอนผ่านการทดลองจนสรุปมาเป็นกฎแล้ว โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กฎคือสิ่งที่แน่นอนตายตัวซึ่งได้รับการสืบเสาะหาความรู้ที่จะสามารถสรุปเป็นกฎได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่างๆ ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 42.9 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า หากมีหลักฐานหรือข้อสนับสนุนที่มากพอและถูกต้องกว่ากฎเดิมที่มีอยู่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ หากมีข้อสนับสนุน หลักฐานยืนยัดชัดเจนกว่าก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่แน่ใจว่ากฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ จำนวนร้อยละ 9.5 จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยแสดงเหตุผลว่า “ น่าจะเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าหากมีการค้นพบ ศึกษาความรู้ด้วยเครื่องมือที่ทันสมัยกว่า พบความรู้ใหม่ ที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ากฎเดิม ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่ากฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่เปลี่ยนแปลงได้ยาก และในกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า กฎเป็นสิ่งที่ได้รับการพิสูจน์ทดลองยืนยันว่าถูกต้องโดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

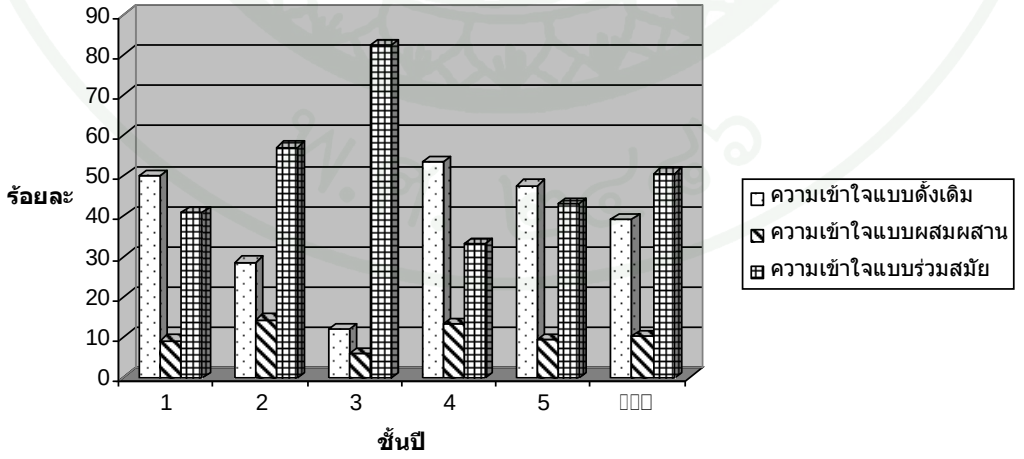
. . .เพราะกฎมันเป็นสิ่งที่ได้รับการพิสูจน์ทดลองยืนยันจนแน่ชัดจากนักวิทยาศาสตร์แล้วว่ามันจริง ดังนั้นกฎไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . . เพราะหากมีข้อสนับสนุน หลักฐานยืนยัดชัดเจนกว่ากฎทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยว่ากฎอาจเปลี่ยนแปลงได้และกฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ยังพบประเด็นที่นิสิตนักศึกษาครูยังคงสับสนในชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และไม่สามารถให้คำนิยามของกฎทางวิทยาศาสตร์ได้

จากผลการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.1 มีความชั่วคราวและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 6ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจเกี่ยวกับมีความชั่วคราวและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนใหญ่เป็นแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม เพราะมีทั้งนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่า กฎสามารถเปลี่ยนแปลงได้และไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่ามากที่สุดและรองลงมาคือนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 นอกจากนี้ยังพบในประเด็นที่นิสิตนักศึกษาครูไม่สามารถให้คำนิยามของความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละชนิด เช่น กฎ หรือ ทฤษฎี นิสิตนักศึกษาแสดงถึงความสับสนในการตอบคำถาม ซึ่งเหตุผลส่วนหนึ่งมาจากการเรียนในหนังสือเรียนว่ากฎคือสูตรที่มีการใช้มานาน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้



ภาพที่ 6 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 4 และ 11 โดยข้อความที่ 4 ถามเกี่ยวกับการอธิบายอะตอมโดยใช้แบบจำลองอะตอมของดอลตัน และ ข้อความที่ 11 ถามเกี่ยวกับการเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 4 ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกันแบบจำลองอะตอมแบบอื่นๆ

ตารางที่ 23 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 4

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	13(59.1)	7(50)	6(35.3)	6(40.0)	7(33.3)	39(43.8)
แบบผสมผสาน	7(31.8)	2(14.3)	9(52.9)	5(33.3)	10(47.6)	33(37.1)
แบบร่วมสมัย	2(9.1)	5(35.7)	2(11.8)	4(26.7)	4(19.0)	17(19.1)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 24 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 4

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น	- ดอลตันยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าในอะตอมมีส่วนประกอบอะไรบ้างเหมือนกับแบบจำลองอื่นๆ ที่บอกได้ว่าภายในอะตอมประกอบด้วยอะไร	- เพราะปัจจุบันแบบจำลองอะตอมมีมากมาย และมีผู้คิดแบบจำลองที่แตกต่างกันเพราะแบบจำลองอะตอมแบบอื่นที่สนใจเหมือนกัน	- แบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นพื้นฐานของแบบจำลองอะตอมอื่นๆที่เป็นข้อเท็จจริงในปัจจุบัน ซึ่งถือได้ว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันใช้ได้

จากตารางที่ 23 และ 24 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 43.8 เข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันไม่สามารถอธิบายลักษณะของอะตอม โดยมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันไม่สามารถอธิบายอะตอมได้แล้วเพราะมีหลักการอื่นๆที่มาหักล้าง แบบจำลองเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวน ร้อยละ 19.1 เข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้แต่อาจจะไม่ดีเท่าแบบจำลองอะตอมแบบอื่น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันยังคงเป็นแบบเริ่มต้นที่นำไปสู่การสอนแบบจำลองอะตอมแบบอื่นๆ ทำให้เห็นถึงวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมที่พัฒนามาเรื่อยๆจนถึงปัจจุบัน ” และมีนิสิตนักศึกษาครูไม่แน่ใจว่าใช้แบบจำลองอะตอมของดอลตันอธิบายได้หรือไม่จำนวนร้อยละ 37.1 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะแบบจำลองอื่นๆก็น่าจะใช้หลักการบางอย่างของดอลตันมาช่วยอธิบายหรือทำการทดลองต่อไปได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า แบบจำลองอะตอมของดอลตันก็ยังสามารถอธิบายอะตอมได้แต่อาจจะไม่ละเอียด และในกลุ่มของความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า แบบจำลองอะตอมของดอลตันในปัจจุบันไม่ได้ใช้แล้วเพราะใช้อธิบายรายละเอียดภายในอะตอมไม่ได้ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 59.1 เข้าใจว่าในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันไม่สามารถใช้อธิบายอะตอมได้เพราะปัจจุบันมีแบบจำลองอะตอมแบบอื่นที่สามารถอธิบายได้ดีกว่าและมีความรู้ที่ขัดแย้งกัน จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันไม่สามารถอธิบายอะตอมในปัจจุบันได้เพราะแบบจำลองอะตอมของดอลตันอธิบายว่าอะตอมเป็นรูปทรงกลมแบ่งแยกไม่ได้ แต่อะตอมที่จริงแล้วประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน ” และมีนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่แน่ใจว่าแบบจำลองอะตอมของ ดอลตันสามารถอธิบายได้หรือไม่ร้อยละ 31.8 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งที่สามารถบอกได้ว่าอะตอมมีลักษณะทรงกลมแต่แบบจำลองของดอลตันก็ไม่สามารถอธิบายได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยจำนวนร้อยละ 9.1 เข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกันแบบจำลองอะตอมแบบอื่น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นพื้นฐานของแบบจำลองอะตอมอื่นๆที่เป็นข้อเท็จจริงในปัจจุบัน ซึ่งถือได้ว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถนำมาอธิบายด้วย ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . . เพราะอธิบายไม่ได้แต่มันเป็นฐานของการศึกษา แต่ก็อธิบายได้เล็กน้อยค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .เห็นด้วย เพราะมันยังสามารถอธิบายรูปร่างลักษณะของอะตอมได้แต่แค่เพียงภายนอก แต่ในรายละเอียดนั้นอธิบายไม่ได้ค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า แบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้แต่อาจไม่ดีเท่ากับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น และในกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า แบบจำลองอะตอมของ ดอลตันไม่สามารถใช้อธิบายอะตอมได้เพราะในปัจจุบันมีแบบจำลองอะตอมแบบอื่นเกิดขึ้นและใช้อธิบายอะตอมได้ดีกว่า

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 35.7 เข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันยังคงเป็นแบบเริ่มต้นที่นำไปสู่การสอนแบบจำลองอะตอมแบบอื่นๆ ทำให้เห็นถึงวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมที่พัฒนามาเรื่อยๆจนถึงปัจจุบัน จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันสามารถอธิบายได้หรือไม่ โดยแสดงเหตุผลว่า “ อาจจะยังใช้ในการประกอบการอธิบายในทฤษฎีแบบจำลองอื่นๆได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 50 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันไม่สามารถใช้อธิบายได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะแบบจำลองอะตอมของดอลตันมีข้อบกพร่องหลายข้อ เช่น ดอลตันกล่าวว่าอะตอมเป็นอนุภาคเล็กสุดไม่สามารถแบ่งแยกได้ แต่ในปัจจุบันพบว่าอนุภาคเล็กสุดคือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน และสามารถแบ่งแยกได้อีก และได้กล่าวว่าอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันนั้นย่อมมีสมบัติเหมือนกันแต่ปัจจุบันพบไอโซโทป เป็นอะตอมชนิดเดียวกันแต่มวลต่างกัน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .หนูว่ามันเก่าไปแล้ว คงไม่สามารถใช้อธิบายได้เหมือนกับปัจจุบัน เขาก็ไม่ได้บอกว่ามันมีอิเล็กตรอนใช่เปล่าค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ตอนนี้ใช้ไม่ได้ค่ะ เพราะตอนนี้ใช้แบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอก แต่ก็ยังต้องเรียนอยู่เพราะเป็นประวัติศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งเข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นแบบจำลองอะตอมที่ค่อนข้างเก่าและใช้อธิบายอะตอมในปัจจุบันได้ไม่ดีเท่ากับแบบจำลองอะตอมอื่นๆ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ไม่แน่ใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันใช้อธิบายได้หรือไม่ ร้อยละ 52.9 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะแบบจำลองของดอลตันก็มีบางส่วนที่อธิบายได้ เช่น อะตอมเป็นทรงกลม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่เห็นด้วย ร้อยละ 35.3 เข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันไม่สามารถอธิบายได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันถูกยกเลิกไปเพราะมีแบบจำลองอะตอมอื่นที่สามารถอธิบายได้ดีกว่า ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 11.8 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมเหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่นได้ โดยมีการแสดงเหตุผลว่า “ เพราะใช้เป็นวิวัฒนาการในการสร้างแบบจำลองอะตอม ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ก็น่าจะได้ในบางเรื่อง อย่างเช่นอะตอมเป็นทรงกลมตัน แต่อาจจะไม่ถูกทั้งหมด และตอบได้ไม่ทุกคำถาม. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 31)

. . .มันใช้อธิบายได้น้อยมาก แต่ก็ยังอธิบายได้ค่ะและยังเป็นพื้นฐานให้กับการค้นพบแบบจำลองอะตอมใหม่ๆที่จะเกิดขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งเข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่นๆ แต่อาจจะไม่ครอบคลุมทั้งหมด

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 40.0 เข้าใจว่าแบบจำลองอะตอม ของดอลตันไม่สามารถอธิบายอะตอมได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองดอลตันไม่ใช้แล้ว แต่จะกล่าวถึงใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่องประวัติการค้นพบแบบจำลองตอนนี้ใช้แบบจำลองของกลุ่มหมอก ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 33.3 ไม่แน่ใจว่ายังใช้อธิบายได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะแบบจำลองอื่นๆก็น่าจะใช้หลักการบางอย่างของดอลตันมาช่วยอธิบายหรือทำการทดลองต่อไปได้ และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยร้อยละ 26.7 เข้าใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถอธิบายอะตอมได้ โดยแสดงเหตุผลว่า “ อธิบายได้แต่ยังไม่ชัดเจนเหมือนแบบจำลองกลุ่มหมอกที่แยกแยะรายละเอียดได้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .อธิบายได้แต่ยังไม่ชัดเจนเหมือนแบบจำลองกลุ่มหมอกที่แยกแยะรายละเอียดได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . .สามารถใช้อธิบายการจำลองของอะตอมแบบง่ายได้ แต่ถ้าจะอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนอาจทำไม่ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งเข้าใจว่า แบบจำลองอะตอมของดอลตันใช้อธิบายได้ และเป็นความรู้พื้นฐานทำให้เกิดแบบจำลองอะตอมแบบอื่นๆต่อมา

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 47.6 ไม่แน่ใจว่าแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้หรือไม่เพราะปัจจุบันก็มีแบบจำลองอะตอมชนิดอื่นๆที่ใช้ในการอธิบายซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แบบจำลองอะตอมของดอลตันน่าจะใช้อธิบายอะตอมได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ร้อยละ 33.3 มีความเข้าใจว่าไม่สามารถใช้แบบจำลองอะตอมของดอลตันในการอธิบายอะตอมได้อย่างชัดเจน เพราะมีหลักการอื่นมาหักล้าง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะแบบจำลองของดอลตันไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน มีการสร้างแบบจำลองใหม่ๆที่สามารถอธิบายได้ดีกว่า เช่น การยิงรังสีทำให้เกิดการเบนออกจากสนามไฟฟ้า ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 19 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่ายังสามารถใช้แบบจำลองอะตอมของดอลตันอธิบายอะตอม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ก็ยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้ถูกต้องบางส่วน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

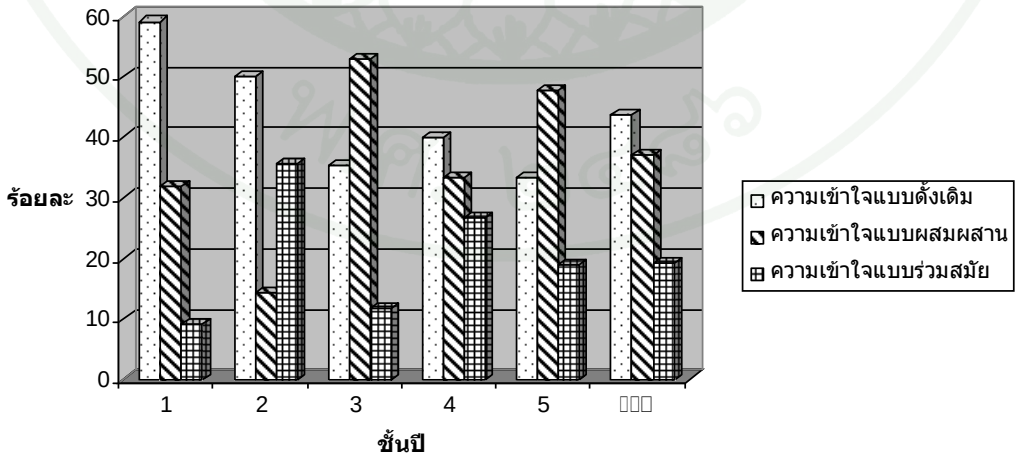
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ของดอลตันไม่ได้ใช้แล้ว ก็คือเขายอมรับได้ในตอนนั้นที่เครื่องมือเขามีเขาทดลองได้แค่นี้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

. . .มันยังสามารถอธิบายได้อยู่ แต่อาจจะไม่ทั้งหมด. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 55)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบผสมผสาน ซึ่งกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า แบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายได้แต่ไม่ได้ทั้งหมด ส่วนกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม เข้าใจว่า ปัจจุบันแบบจำลองอะตอมที่ใช้กันคือกลุ่มหมอก ซึ่งสามารถใช้อธิบายรายละเอียดในอะตอมได้มากกว่า

จากผลการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 7 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและแบบดั้งเดิม มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมมากที่สุด และนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยมากที่สุด นอกจากนี้ซึ่งเมื่อถามนิสิตนักศึกษาครูว่าในปัจจุบันใช้แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก แต่ทำไมเวลาจัดเรียงอิเล็กตรอน หรืออธิบายเรื่องสเปกตรัมทำไมถึงใช้แบบจำลองอะตอมของโบร์แทนที่จะใช้แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งนิสิตนักศึกษาครูก็ไม่สามารถแสดงเหตุผลประกอบได้



ภาพที่ 7 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความที่ 11 เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 25 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 11

ชั้นปี / ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	3(13.6)	5(35.7)	8(47.1)	2(13.3)	3(14.3)	21(23.6)
แบบผสมผสาน	8(36.4)	7(50)	3(17.6)	3(20)	4(19)	25(28.1)
แบบร่วมสมัย	11(50)	2(14.3)	6(35.3)	10(66.7)	14(66.7)	43(48.3)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 26 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลข้อความที่ 11

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องผ่านการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์	- เราเชื่อว่าเป็นสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้จริง ส่วนการได้รับการยืนยันจากนักวิทยาศาสตร์ก็อาจเป็นส่วนหนึ่งที่จะนำมาพิจารณา	- เมื่อมีการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ได้แล้ว นักวิทยาศาสตร์จะต้องนำความรู้ที่ได้มาเผยแพร่ในสังคมของนักวิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นที่ยอมรับก่อนแล้วเผยแพร่

จากตารางที่ 25 และ 26 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 48.3 เข้าใจว่าสามารถเชื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะเมื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้รับการยอมรับจากประชาคมแล้ว แสดงว่าได้รับการเห็นชอบ ผ่านการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์แล้ว ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานจำนวนร้อยละ 28.1 ซึ่งไม่แน่ใจว่าสามารถเชื่อถือจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ โดยมียกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายเรื่องเป็นสิ่งที่น่าเชื่อถือแต่บางเรื่องอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ ” และมีนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่เห็นด้วยกับการที่เราสามารถเชื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยืนยันจากประชาคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์จำนวนร้อยละ 23.6 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งสามารถแยกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 50.0 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆแล้วทำให้มีความน่าเชื่อถือ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะถ้าได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากแล้วแสดงว่าความรู้นั้นน่าเชื่อถือ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 13.6 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าความรู้ที่จะเชื่อถือได้นั้นควรที่จะมีการทดลอง มีหลักฐานมากกว่าการฟังจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ต้องมีการเห็นและสัมผัสได้ มีหลักฐานมาประกอบก่อน ” และจำนวนร้อยละ 36.4 ไม่แน่ใจว่าต้องได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ก่อนหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เราเชื่อว่าเป็นสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้จริงส่วนการได้รับการยืนยันจากนักวิทยาศาสตร์ก็อาจเป็นส่วนหนึ่งที่จะนำมาพิจารณา ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ก็ถ้าได้รับการยอมรับมาดีแล้วเราก็พร้อมที่จะเชื่อถือค่ะ. . .ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับแรงสนับสนุนหรือการยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์เพราะนักวิทยาศาสตร์คือผู้ที่เชี่ยวชาญหรือมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .เห็นด้วยได้รับการยืนยันจากคนที่มีความสามารถรู้และความสามารถน่าเชื่อถือได้ และคงผ่านการทดลองต่างๆแล้ว. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งเข้าใจว่า ถ้าได้รับการยอมรับและตรวจสอบจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์แล้วก็สามารถที่จะเชื่อถือได้แสดงให้เห็นว่านิสิตมีความเข้าใจในหน้าที่การทำงานของประชาคมนักวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 50.0 ไม่แน่ใจว่าจำเป็นหรือไม่ที่จะเชื่อความรู้นั้นได้ก็ต่อเมื่อมีการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เราเชื่อได้แต่เราก็ต้องคิดตามไปด้วยว่าเป็นความจริงหรือไม่เพราะบางทีเรื่องที่ว่าจริงเรื่องที่ทุกคนยอมรับบางทีก็ไม่จริงเสมอไป ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 35.7 ไม่เห็นด้วยกับการที่จะต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผ่านการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะเชื่อความรู้นั้นได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่จะเป็นว่าการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์แล้วเราจะต้องเชื่อถือ อาจเชื่อถือโดยไม่ต้องยืนยันก็ได้ และมีเพียงร้อยละ 14.3 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าเราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการตรวจสอบแล้ว โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เห็นด้วย แต่ถ้ามีผู้สามารถพิสูจน์และมีหลักฐานใหม่มายืนยันได้ว่าความรู้นั้นเป็นเท็จ ก็ต้องเชื่อเรื่องที่น่าเชื่อถือกว่า ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เพราะประชาคมนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ตรวจสอบความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบหากเป็นจริงก็สามารถเชื่อถือได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . .ก็ถ้าเกิดกลุ่มนักวิทยาศาสตร์มีการยอมรับความรู้นั้นเราก็สามารถเชื่อถือได้ค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ความรู้วิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ต้องมีการตรวจสอบและยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจในการทำงานของประชาคมนักวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เข้าใจว่าจะต้องมีหลักฐานและพยานมายืนยันด้วยร้อยละ 47.1 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เราจะเชื่อถือได้เพราะมีหลักฐาน เหตุผล ประจักษ์พยานและสามารถพิสูจน์ได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 17.6 ว่าประชาคมนักวิทยาศาสตร์อาจไม่ถูกต้องเสมอไปและการเชื่อถือได้จะต้องมีพยานและหลักฐานมายืนยัน ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะประชาคมนักวิทยาศาสตร์อาจไม่ถูกต้องเสมอไป ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 35.3 เข้าใจว่าจะเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จำเป็นต้องมีการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ก่อน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การที่ประชาคมนักวิทยาศาสตร์ยืนยันมาแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบ พิสูจน์มาเป็นอย่างดี ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .มันผ่านการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์หลายคนจึงสามารถเชื่อถือได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .เพราะเมื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้รับการยอมรับจากประชาคมแล้ว แสดงว่าได้รับการเห็นชอบ ผ่านการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์แล้ว. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ความรู้วิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ต้องมีการตรวจสอบและยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 66.7 เข้าใจว่าสามารถเชื่อถือความรู้ที่ได้รับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ได้ เพราะมีการพิสูจน์และตรวจสอบโดยประชาคมนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะประชาคมนักวิทยาศาสตร์คือผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์อย่างมาก และสามารถนำเหตุผลหรือหลักฐานต่างๆมาช่วยอธิบายหรือโต้แย้งก่อน เพื่อตัดสินความเชื่อนั้น ซึ่งเมื่อประชาคมนักวิทยาศาสตร์ยืนยันแล้วจึงน่าเชื่อถือได้มาก” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 20.0 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยไม่แน่ใจว่าจำเป็นต้องมีพยานหลักฐานควบคู่ไปด้วย และความรู้ที่ผ่านการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์อาจผิดพลาดได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ต้องรวมกับพยานและหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ควบคู่กันด้วย ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 13.3 เข้าใจว่าควรที่จะเชื่อถือหลักฐานเชิงประจักษ์มากกว่าประชาคมนักวิทยาศาสตร์ เพราะประชาคมนักวิทยาศาสตร์ก็สามารถที่จะผิดได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การที่ดาวพลูโตไม่ใช่ดาวเคราะห์ เพราะเมื่อค้นพบใหม่ ทำให้ความรู้เดิมที่ได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มันก็คงทดลองซ้ำๆ นักวิทยาศาสตร์ก็คงนำไปทำซ้ำเพื่อพิสูจน์แล้วว่ามันเป็นอย่างนั้นจริงๆ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .เชื่อถือมันเชื่อถือได้ แต่ถ้าให้เชื่อร้อยเปอเซนต์ก็ไม่ได้เราต้องลองทำเองดูก่อนว่าเป็นจริง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า ประชาคมนักวิทยาศาสตร์มีการทดลองเพื่อการพิสูจน์ตรวจสอบหลายครั้งแล้วถึงเชื่อถือได้ และกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า เราควรที่จะเชื่อถือจากหลักฐานและการลงมือปฏิบัติเองมากกว่าที่จะเชื่อประชาคมนักวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 66.7 เข้าใจว่าเราสามารถเชื่อถือความรู้ที่ได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ได้เลย เพราะได้รับการตรวจสอบและพิสูจน์จากนักวิทยาศาสตร์หลายท่านแล้ว โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เมื่อมีการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ได้แล้ว นักวิทยาศาสตร์จะต้องนำความรู้ที่ได้มาเผยแพร่ในสังคมของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับก่อน แล้วเผยแพร่ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 19.0 มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่า บางครั้งการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ก็ไม่น่าเชื่อถือเท่ากับการที่เราได้ศึกษาเอง โดยมีการยกตัวแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นกับบุคคลใด แต่ถ้าบุคคลเข้าถึงวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้แล้วก็น่าเชื่อถือ ” และมีนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 14.3 ว่าจำเป็นต้องมีการแสดงหลักฐานที่ยืนยันเสียก่อนจึงจะเชื่อถือได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ หากจะเชื่อถือนั้นต้องมีหลักฐานยืนยัน จากประชาคมนักวิทยาศาสตร์และบุคลากรสาขาอื่นๆในการยืนยันความรู้นั้นๆ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เวลาที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ เขาต้องมีการเผยแพร่และต้องให้คนอื่นดูและตรวจสอบร่วมกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

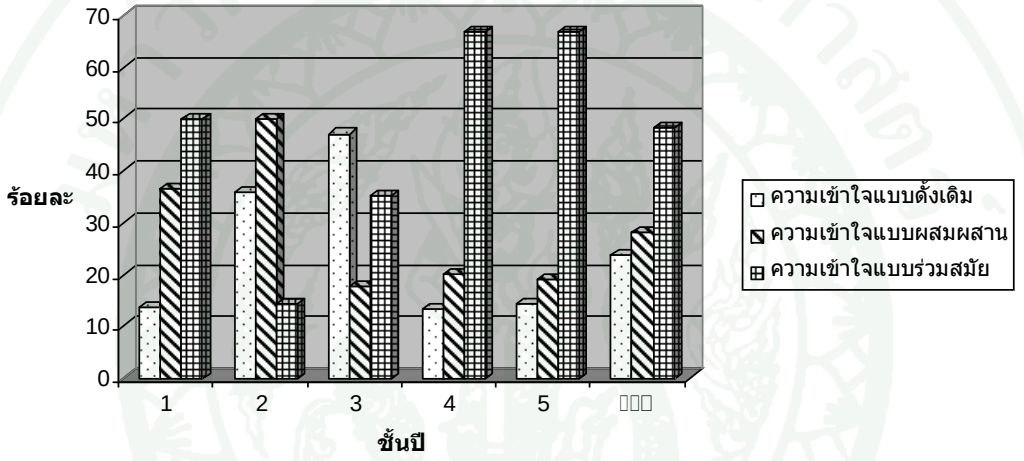
. . .ประชาคมนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องตรวจสอบความรู้วิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า การที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ก็ต้องมีการตรวจสอบจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะเผยแพร่ความรู้นั้น

จากการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.2 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 8 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ 1-5 ส่วนใหญ่เป็นแบบร่วมสมัยโดยเฉพาะนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 และ 5 และมีประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมจากการแสดงเหตุผลของนิสิตนักศึกษาครูพบว่ามีนิสิตนักศึกษาครูส่วนหนึ่งที่เข้าใจว่าควรที่จะเชื่อถือจากหลักฐานและการทดลองด้วยตนเองมากกว่าการเชื่อถือจากความรู้ที่ได้จากการยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ เพราะประชาคมนักวิทยาศาสตร์อาจผิดพลาดได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูกลุ่มนี้ยังไม่เข้าใจหน้าที่และการทำงานของประชาคมนักวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบและเผยแพร่ความรู้



ภาพที่ 8 แผนภูมิแสดงร้อยละของความเข้าใจในข้อความที่ 11

สามารถใช้อธิบายและทำนายได้

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.3 มีความคงทนต่อการพิสูจน์และเชื่อถือได้ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 6โดยข้อความที่ 6 ถามเกี่ยวกับการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนาย

ข้อความที่ 6 นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 6

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	3(21.4)	4(23.5)	2(13.3)	2(9.5)	11(12.4)
แบบผสมผสาน	11(50)	8(57.1)	4(23.5)	5(33.3)	5(23.8)	33(37.1)
แบบร่วมสมัย	11(50)	3(21.4)	9(52.9)	8(53.3)	14(66.7)	45(50.6)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 28 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 6

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	-เมื่อมีความรู้ที่ได้จากข้อมูลต่างๆข้อมูลนั้นอาจอธิบายเป็นหลักฐานได้ดีกับปรากฏการณ์หนึ่งแต่อาจไม่สามารถใช้กับเหตุการณ์อื่นได้	- หลายครั้งที่มีการทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มีความแม่นยำและบางครั้งการทำนายอาจเกิดการผิดพลาดได้	- นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติแต่จะต้องอาศัยหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

จากตารางที่ 27 และ 28 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 50.6 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ค่อนข้างแม่นยำภายใต้หลักฐานและข้อมูลที่มีอยู่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการทำนายนั้นถ้ามีหลักฐานเพียงพอ และเป็นการทำนายภายใต้ขอบเขตจะทำให้ได้ผลที่มีความแม่นยำ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 37.1 ไม่แน่ใจว่าทำนายได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ เพราะบางครั้งก็ทำนายไม่ถูกต้อง และบางครั้งก็ไม่สามารถอธิบายได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจจะต้องใช้ความรู้ในด้านอื่นควบคู่กับการอธิบายและทำนายซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนหรือไม่แม่นยำเลยก็ได้แม้ว่าจะมีหลักฐานที่ชัดเจน ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 12.4 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมโดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่เสมอไป เพราะ ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่าง เช่น การเกิดแผ่นดินไหว ก็ไม่สามารถบอกการเกิด เวลาที่แน่นอนได้ ” ซึ่งจำแนกแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 50.0 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่ ซึ่งมีการยกตัวอย่างว่า “ ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ นักวิทยาศาสตร์จะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆที่ได้ศึกษามาอธิบาย เพื่อความถูกต้องชัดเจน และจะต้องมีหลักฐานมาประกอบเพื่อจะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย ส่วนนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 50.0 ไม่แน่ใจว่าสามารถทำนายได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ เพราะบางครั้งอาจผิดพลาดได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ หลายครั้งที่มีการทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มีความแม่นยำและบางครั้งการทำนายอาจเกิดการผิดพลาดได้ เพราะสิ่งต่างๆไม่แน่นอนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ถ้ามีหลักฐานและการทดลองแน่นอน ก็สามารถใช้ในการอธิบายและก็ทำนายได้ค่ะ เช่นการเกิดสึนามิ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .ก็หนูจะนึกถึงเรื่องการเกิดสุริยุปราคาค่ะ นักวิทยาศาสตร์สามารถทำนายเวลาเกิดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายได้อย่างถูกต้องภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งบางครั้งอาจผิดพลาดได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 57.1 ไม่แน่ใจว่าทำนายและอธิบายได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การทำนายอาจจะไม่ถูกต้องเสมอไป เช่น การพยากรณ์อากาศ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ร้อยละ 21.4 ว่าบางครั้งก็มีการคาดการณ์ที่ไม่ถูกต้อง เป็นเพียงแค่การคาดเดาล่วงหน้าเท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ สิ่งที่เกิดขึ้นในวันข้างหน้าไม่มีใครที่จะรับรู้ได้ว่าอะไรจะเกิดขึ้นกับตัวเรารวมทั้งโลกที่เราอาศัยอยู่แต่ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์บอกได้เป็นแค่คาดการณ์เหตุการณ์เท่านั้นว่ามันใกล้กับสิ่งที่ปรากฏให้เห็น ณ ปัจจุบันว่าต่อไปข้างหน้าจะเกิดอะไรขึ้น ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยร้อยละ 21.4 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายได้อย่างถูกต้องภายใต้หลักฐานที่เขาเหล่านั้นมีอยู่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์สังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นและคิดหาทางคำนวณพยายามหาทางพิสูจน์หาหลักฐานมายืนยัน เพื่อให้น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่มีอยู่แล้วและใช้เพื่ออธิบายและก็ทำนายได้ มันก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆด้วยค่ะ ซึ่งบางครั้งอาจผิดพลาดได้ เช่น การพยากรณ์อากาศ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . .ถ้านักวิทยาศาสตร์มีข้อมูลก็น่าจะมีความแม่นยำค่ะ อย่างเรื่องสุริยุปราคายังคาดการณ์ได้เลยว่าจะเกิดเมื่อไร. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะอธิบายสิ่งต่างๆและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เห็นด้วยกับนักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆได้แม่นยำโดยใช้ข้อมูลและหลักฐานที่เก็บรวบรวมเป็นจำนวนมากร้อยละ 52.9 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มีการศึกษาทำการพิสูจน์มาแล้วหลายๆครั้งจนมีความถูกต้องและแม่นยำ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย ส่วนนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 23.5 ไม่แน่ใจว่าทำนายได้ถูกต้องและแม่นยำหรือไม่ เพราะบางครั้งอาจมีข้อจำกัด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางครั้งอาจมีความคลาดเคลื่อน ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและมีนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 23.5 ไม่เห็นด้วยเพราะหากข้อมูลที่มีอยู่มีความผิดพลาดอาจทำให้ทำนายได้ผิดและบางครั้งไม่สามารถบอกได้ชัดเจนแน่นอน เช่น “ บางครั้งอาจจะไม่แม่นยำและถูกต้อง เพราะข้อมูลบางอย่างอาจเป็นข้อมูลที่ได้มาแบบไม่ถูกต้อง ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เห็นด้วย เพราะนักวิทยาศาสตร์สามารถพยากรณ์อากาศ ภายใต้หลักฐานและข้อมูลที่เขามีอยู่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 31)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เพราะความรู้ถูกเก็บสะสมมาหลายครั้งทำให้สามารถทำนายได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ถ้ามีหลักฐานเพียงพอ และเป็นการทำนายภายใต้ขอบเขตของหลักฐานที่มีอยู่จะทำให้ได้ผลที่มีความแม่นยำในระดับหนึ่ง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยร้อยละ 53.3 เพราะนักวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานและข้อมูลที่พวกเขามีอยู่ในการอธิบายและทำนาย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะหากมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานจากสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นเป็นประจำๆก็จะสามารถใช้ความรู้นั้นพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 33.3 ไม่แน่ใจว่าสามารถอธิบายและทำนายได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ เพราะบางเหตุการณ์ก็ไม่สามารถทำนายหรืออธิบายได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่าง เช่นแผ่นดินไหว ก็ไม่สามารถทำนายได้ว่าจะเกิดเมื่อใด บริเวณใด ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 13.3 ซึ่งเข้าใจว่าหากหลักฐานหรือข้อมูลบางอย่างที่มีอยู่ไม่ถูกต้องก็อาจทำให้อธิบายและทำนายผิดพลาดได้ เช่น “ หลักฐานที่มีอยู่ หากไม่ได้รับการยอมรับจากประชาคมของนักวิทยาศาสตร์ ก็อาจจะไม่ใช่ข้อมูลที่ถูกต้องแน่นอน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .คือมีหลักฐานเพียงพอที่จะทำนายได้ เหมือนต้องเกิดมาซ้ำมากพอเหมือนเป็นสถิติ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .คิดว่าบางครั้งมันก็ไม่ถูกต้องเสมอไป แต่ส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นไปตามที่นักวิทยาศาสตร์ทำนาย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถทำนายได้ถูกต้องในระดับหนึ่งเพราะมีโอกาสที่จะผิดพลาดได้ แต่ก็มีความน่าเชื่อถือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 66.7) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้หลักฐานและข้อมูลที่มีอยู่ในการทำนายและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆที่เกิดขึ้นได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติแต่จะต้องอาศัยหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แม่นยำเพราะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นประจำ เช่น การทำนายวันเวลาในการเกิดสุริยุปราคา ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 23.8 ไม่แน่ใจเพราะอาจมีความคลาดเคลื่อนของปัจจัยแวดล้อมทำให้ทำนายได้ผิดพลาด เช่น “ ความแม่นยำและถูกต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างหากใช้ความรู้วิทยาศาสตร์คงไม่สามารถทำนายและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ อาจจะมีความคลาดเคลื่อน ปัจจัยแวดล้อม ทักษะในการทำการทดลอง สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยาก ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครู ร้อยละ 9.5 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งไม่เห็นด้วยเพราะเราไม่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ไปทำนายในปรากฏการณ์ทุกๆเรื่องได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เมื่อมีความรู้ที่ได้จากข้อมูลต่างๆข้อมูลนั้นอาจอธิบายเป็นหลักฐานได้ดีกับปรากฏการณ์หนึ่งแต่อาจไม่สามารถใช้กับเหตุการณ์อื่นได้อย่างแม่นยำ มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ เช่น สมมติฐานไม่ได้ผลการทดลองตามที่คาด ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

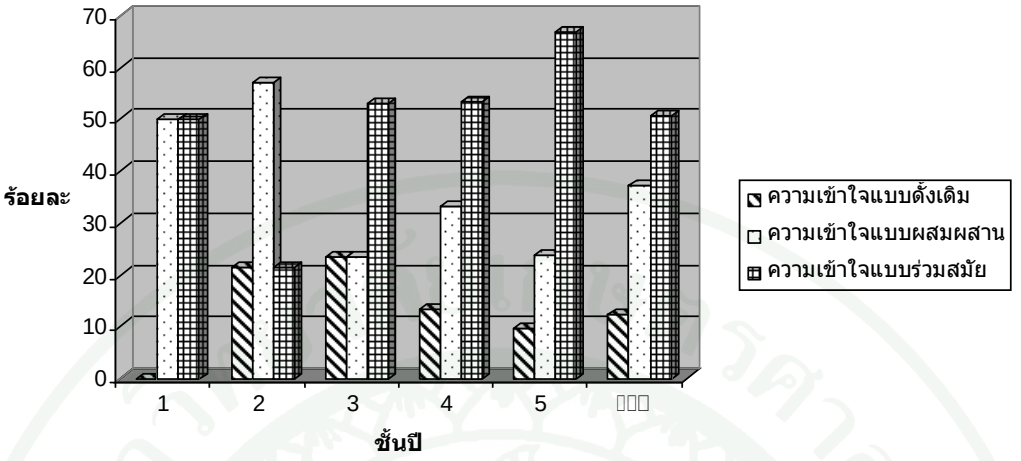
. . .เห็นด้วยครับ เพราะจะทำนายได้ถูกต้องภายใต้หลักฐานที่มีอยู่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

. . .ก็บางครั้งก็ไม่สามารถทำนายได้ถูกต้องทุกครั้ง แต่ส่วนใหญ่มีความแม่นยำค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในการอธิบายและทำนายโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้อง

จากผลการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.3 สามารถใช้อธิบายและทำนายได้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 9 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัย โดยนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยมากที่สุด มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยมากที่สุด และนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 มีความเข้าใจแบบผสมผสานและแบบร่วมสมัยเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 แผนภูมิแสดงร้อยละของความเข้าใจในข้อความที่ 6

ต้องการหลักฐาน

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.4 ต้องการหลักฐาน ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 7 โดยข้อความที่ 7 ถามเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เมื่อมีพยานและหลักฐานมายืนยัน

ข้อความที่ 7 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะน่าเชื่อถือได้เมื่อมีพยานและหลักฐานมาสนับสนุนที่เพียงพอ

ตารางที่ 29 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 7

ชั้นปี / ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	2(14.3)	0(0)	0(0)	0(0)	2(2.2)
แบบผสมผสาน	4(18.2)	2(14.3)	0(0)	1(6.7)	0(0)	7(7.9)
แบบร่วมสมัย	18(81.8)	10(71.4)	17(100)	14(93.3)	21(100)	80(89.9)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 30 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 7

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้เมื่อมีพยานและหลักฐานมาสนับสนุนที่เพียงพอ	- ไม่จำเป็นต้องมีพยานหลักฐานมายืนยันเพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ	- บางทีแม้ว่าจะมีหลักฐานหรือพยานมาเพียงใด ถ้าไม่ได้รับการยอมรับ ก็ไม่น่าเชื่อถือ	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีหลักฐานและพยานมาสนับสนุนเพียงพอเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุด

จากตารางที่ 29 และ 30 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 89.9) ให้ความสำคัญกับพยานและหลักฐานที่มีอยู่มาใช้ในการอ้างอิงเพื่ออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีหลักฐานและพยานมาสนับสนุนเพียงพอเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุด ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 7.9 ซึ่งเข้าใจว่าหากมีแต่พยานและหลักฐานแต่ไม่ได้รับการยอมรับก็จะทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในสมัยก่อนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยได้รับความสนใจ เช่น เมนเดล เรื่องของพันธุศาสตร์ เพิ่งจะได้รับความเชื่อใจในตอนที่เมนเดลตายแล้ว นั่นคือ เมื่อมีพยานหลักฐานมาสนับสนุน แต่กลับไม่ได้รับความเชื่อถือในสมัยนั้น ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 22 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมแต่ไม่ได้มีการแสดงเหตุผลไว้ ซึ่งสามารถจำแนกแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 81.8) ให้ความสำคัญกับพยานและหลักฐานในการยืนยันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถ้าหากพยานและหลักฐานที่มีอยู่น้อยเกินไปอาจทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความน่าเชื่อถือน้อยลง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีหลักฐานและพยานมาสนับสนุนเพียงพอเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุด ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัยและมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 18.2 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจเพราะบางครั้งถึงแม้จะมีหลักฐานและพยานที่ชัดเจนก็ไม่ได้การยอมรับ เช่น “ ในสมัยก่อนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยได้รับความสนใจ แม้จะมีหลักฐานที่ชัดเจนนั่นคือ เมื่อมีพยานหลักฐานมาสนับสนุน แต่กลับไม่ได้รับความเชื่อถือในสมัยนั้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ถ้านักวิทยาศาสตร์แค่พูดลอยๆมันก็ไม่มีหลักฐานคะ มันก็ไม่น่าเชื่อถือค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความน่าเชื่อถือ มันต้องมีหลักฐานที่พิสูจน์ได้จับต้องได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์จึงจะมีความน่าเชื่อถือ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 71.4 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าและให้ความสำคัญกับพยานและหลักฐานที่มีอยู่จะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความน่าเชื่อถือ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ หากมีพยานและหลักฐานมาสนับสนุนจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือมาก ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 ไม่แน่ใจว่านอกจากหลักฐานที่มีจะต้องได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญด้วยหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้ก็ต่อเมื่อมีการทดลองหรือมีการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญแล้ว ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งไม่ได้แสดงเหตุผลเพิ่มเติม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เหมือนกาลิเลโอที่บอกว่าโลกไม่ใช่ศูนย์กลางของจักรวาล แต่กว่าจะพบหลักฐานที่มาสนับสนุนว่าเป็นเหมือนกาลิเลโอว่ามันนานมากค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .พยานหลักฐานมีความสำคัญมากต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะจะทำให้วิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าหลักฐานมีความสำคัญต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรที่จะมีหลักฐานมายืนยันจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความน่าเชื่อถือ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า การให้ความสำคัญกับหลักฐานและพยานที่จะสามารถทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เมื่อหลักฐานและพยานนั้นผ่านการทดสอบ พิสูจน์ซ้ำๆจนให้ผลแน่นอนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ว่าด้วยหลักการและเหตุผล ต้องมีหลักฐาน พยาน ที่สามารถแสดงได้ว่าเป็นจริง สามารถพิสูจน์ได้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เห็นด้วย เพราะการที่มีพยานและหลักฐานยืนยันจะทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นมากกว่าไม่มีหลักฐานมายืนยัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 31)

. . .เห็นด้วยเพราะวิทยาศาสตร์ต้องมีการทดลองเพื่อพิสูจน์หาความจริงและมีหลักฐานมีพยานในการสนับสนุนความน่าเชื่อถือ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าหลักฐานมีความสำคัญต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 เกือบทั้งหมดร้อยละ 91.3 มีความความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความน่าเชื่อถือก็ต่อเมื่อมีพยานและหลักฐานเชิงประจักษ์มายืนยันที่มากพอ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะเป็นสิ่งที่สามารถให้ผู้อื่นหรือนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันสามารถตรวจสอบ ทดลองเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงได้ และจะได้รับการยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 6.7 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งเข้าใจว่าบางครั้งการมีพยานหลักฐานมายืนยันก็อาจจะไม่ได้รับความน่าเชื่อถือได้ เช่น “ บางทีแม้ว่าจะมีหลักฐานหรือพยานมาเพียงใด ถ้าไม่ได้รับการยอมรับ ก็ไม่น่าเชื่อถือ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างยิ่งที่ต้องการพยานหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งนั้นต้องตั้งอยู่บนเหตุและผลและอธิบายขยายความให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

. . .เพราะหากมีหลักฐานสนับสนุน จะทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือมากขึ้น เช่น การทำการทดลอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 45)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า การที่มีหลักฐานที่มาประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มากพอจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 จำนวนทั้งหมด มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งให้ความสำคัญกับพยานและหลักฐานที่ใช้ประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือซึ่งยิ่งมีพยานและหลักฐานชัดเจนมากขึ้น ก็จะยิ่งทำให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นเท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

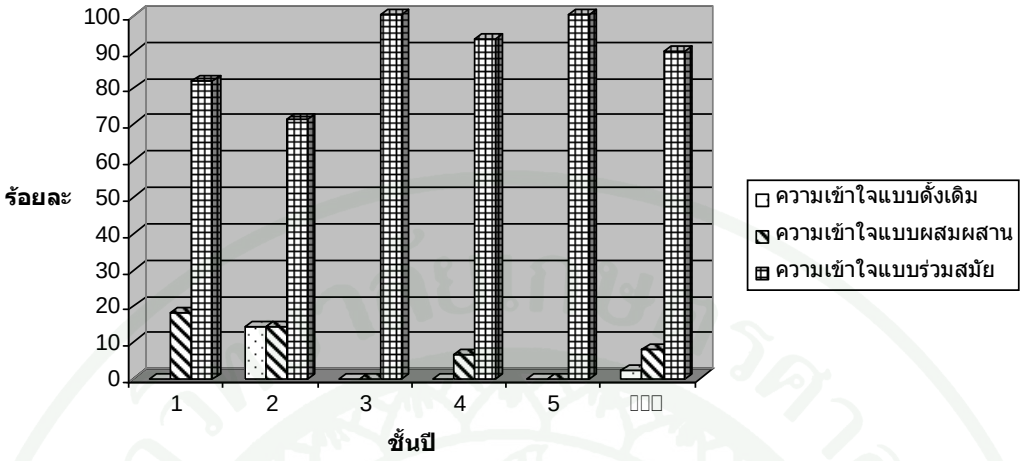
. . .ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างยิ่งที่ต้องการพยานหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งนั้นต้องตั้งอยู่บนเหตุและผลและอธิบายขยายความให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

. . .เพราะหากมีหลักฐานสนับสนุน จะทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือมากขึ้น เช่น การทำการทดลอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า การที่มีหลักฐานที่มาประกอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มากพอจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ

จากผลการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.4 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 9 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเป็นแบบร่วมสมัย โดยเฉพาะนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 และ 5 ทั้งหมดมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยมากที่สุดและนอกจากนี้จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมยังพบว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 แผนภูมิแสดงร้อยละของความเข้าใจในข้อความที่ 7

มีข้อจำกัด

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.5 มีข้อจำกัด ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 8 โดยข้อความที่ 8 ถามเกี่ยวกับข้อจำกัดทางวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 8 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง

ตารางที่ 31 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 8

ชั้นปี / ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	4(18.2)	3(21.4)	2(11.8)	2(13.3)	3(14.3)	14(15.7)
แบบผสมผสาน	14(63.6)	5(35.7)	5(29.4)	3(20.0)	6(28.6)	33(37.1)
แบบร่วมสมัย	4(18.2)	6(42.9)	10(58.8)	10(66.7)	12(57.1)	42(47.2)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 32 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 8

ประเด็น	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม เช่น คำถามเกี่ยวกับความเชื่อของบุคคล เป็นต้น	- เพราะบางอย่าง เช่น หลุมดำ ยังไม่มีนักวิทยาศาสตร์คนไหนอธิบายได้เลยว่าเกิดจากอะไร	- วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้จริง เพราะสมการที่เกิดขึ้นทุกวันก็ได้มาจากการทดลองการค้นพบปรากฏการณ์ธรรมชาติ

จากตารางที่ 31 และ 32 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 47.2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้กับทุกเรื่อง เช่น ในเรื่องของวิญญาณ หรือ ไสยศาสตร์ก็ยังไม่สามารถให้คำอธิบายได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางครั้งก็ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม เช่น เรื่องที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น วิญญาณ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 37.1 ไม่มั่นใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถให้คำตอบกับทุกๆเรื่องได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เรื่องบางอย่างที่เป็นรูปธรรมก็อาจใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่บางเรื่องที่เป็นนามธรรมเป็นเรื่องของจิตใต้สำนึก ก็มิอาจใช้วิทยาศาสตร์อธิบายได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 15.7 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งเชื่อว่าสามารถใช้วิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามและอธิบายสิ่งต่างๆได้ทุกเรื่อง ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ตอบได้ยากแต่วิทยาศาสตร์ก็ต้องหาคำตอบมาจนได้ เช่น “ เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการต่างๆ เพื่อจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะตอบคำถามในสิ่งที่สงสัยจนสามารถตอบคำถามได้ ซึ่งสามารถจำแนกได้แต่ละชั้นปีดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 63.6 มีความเข้าใจแบบผสมผสานโดยไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เรื่องบางอย่างที่เป็นรูปธรรมก็อาจใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่บางเรื่องที่เป็นนามธรรมเป็นเรื่องของจิตใต้สำนึก ก็มิอาจใช้วิทยาศาสตร์อธิบายได้ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ร้อยละ 18.2 เข้าใจว่าทุกสิ่งทุกอย่างสามารถใช้วิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามได้ เช่น “ วิทยาศาสตร์มาจากการเรียนรู้ธรรมชาติ สิ่งที่เป็นความจริงที่พิสูจน์ได้ ไม่ใช่การคาดคะเน ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 18.2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางครั้ง ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่สามารถอธิบายได้ เช่น ในเรื่องไสยศาสตร์ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .หนูว่ามันไม่น่าจะใช่ทุกเรื่องค่ะ บางส่วนอาจไม่เป็นจริงก็ได้ค่ะบางอันอาจเป็นจริงก็ได้ค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .ผมว่ามันไม่ทุกเรื่องบางทีมีในเรื่องของคนเล่นของครับ วิทยาศาสตร์ยังอธิบายไม่ได้เลยว่าทำไมตะปูถึงไปอยู่ในท้องได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจไม่สามารถตอบคำถามและอธิบายได้สมบูรณ์กับทุกๆเรื่อง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 42.9 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบได้กับทุกเรื่อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางเรื่องวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถอธิบายได้ เช่น ข่าวตะปูที่พบในท้องของคนไข้ที่เพิ่งผ่าตัดนำตะปูเก่าออกและเพียงชั่วคืนข่าวก็เงียบไป และ วิทยาศาสตร์ไม่คลอบคลุมถึงเรื่องบาปบุญคุณโทษ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 35.7 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องหรือไม่ เพราะบางเรื่องก็ยังหาคำตอบไม่ได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติแต่ยังไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง เช่น เรื่องวิญญาณ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 21.4 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ในทุกเรื่อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้จริงเพราะสมการที่เกิดขึ้นทุกวันก็ได้มาจากการทดลอง การค้นพบปรากฏการณ์ธรรมชาติ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจถึงข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .อย่างในเรื่องของคนเห็นวิญญาณก็ยังไม่สามารถอธิบายได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .อย่างเช่นอะตอมอธิบายโครงสร้างอะตอม ในเรื่องของอิเล็กตรอนหมุนรอบอะตอม มันก็ยังมีจุดที่มันยังไม่ใช่อยู่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าในบางเรื่องวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะตอบคำถามได้ในทุกเรื่อง แสดงให้เห็นถึงการเข้าใจถึงข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 58.8 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง เช่น “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำมาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ แต่อาจไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องเสมอไป จะต้องใช้เวลาในการศึกษาเพิ่มเติมอีก ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 11.8 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมโดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการต่างๆเพื่อจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะตอบคำถามในสิ่งที่สงสัยจนสามารถตอบคำถามได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 29.4 ไม่แน่ใจว่าสามารถใช้วิทยาศาสตร์ตอบคำถามได้ทุกเรื่องหรือไม่ เพราะบางเรื่องวิทยาศาสตร์ก็ไม่สามารถที่จะอธิบายได้ “ อาจจะตอบไม่ได้ทุกเรื่อง ถ้าในเรื่องๆนั้นยังไม่มีหลักฐานมายืนยัน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ไม่เห็นด้วย หนูว่าในเรื่องของศีลธรรม ความผิดชอบชั่วดีมันอธิบายไม่ได้ด้วยวิทยาศาสตร์ . . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .ไม่เห็นด้วย แต่ตอนนี้หนูนึกไม่ออกว่าเรื่องไหน แต่ก็ไม่คิดว่ามันจะได้ทุกเรื่อง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่ายังมีบางเรื่องที่วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายได้ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 66.7 เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะอธิบายหรือตอบคำถามได้ทุกคำถาม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางครั้งก็ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม เช่น เรื่องที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น วิญญาณ ” หรือ “ ไม่สามารถอธิบายเรื่องที่เป็นความเชื่อ เช่น บั้งไฟพญานาคได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 20.0 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เช่น ความเชื่อในเรื่องไสยศาสตร์ ผี และวิญญาณ ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ร้อยละ 13.3 เข้าใจว่าทุกสิ่งทุกอย่างสามารถอธิบายได้ด้วยวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่ถูกค้นพบเท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะสิ่งต่างๆรอบตัวที่เกิดขึ้นย่อมมีเหตุผลในการเกิด เช่น เรื่องประหลาดต่างๆที่คิดว่าเป็นไสยศาสตร์ แต่เมื่อสืบเสาะหาเหตุผลมาอธิบายแล้ว ก็เป็นสิ่งที่มีเหตุผลในการเกิดหรือเป็นวิทยาศาสตร์นั้นเอง ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ไม่เห็นด้วย บางเรื่องก็อธิบายไม่ได้เช่นวิญญาณ . . . (นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .ไม่เห็นด้วย เพราะวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถอธิบายเรื่องไสยศาสตร์ได้ทำให้มันไม่สามารถลบล้างความคิดของคนสมัยก่อน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูแสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจที่ตรงกันคือวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบหรืออธิบายสิ่งต่างๆได้ทุกเรื่องซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 57.1 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะตอบคำถามได้ในทุกเรื่อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม เช่น คำถามเกี่ยวกับความเชื่อของบุคคล เป็นต้น ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 28.6 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางเรื่องแม้จะอธิบายด้วยหลักวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่น่าเชื่อ เพราะไสยศาสตร์ต่างๆ ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมจำนวนร้อยละ 14.3 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

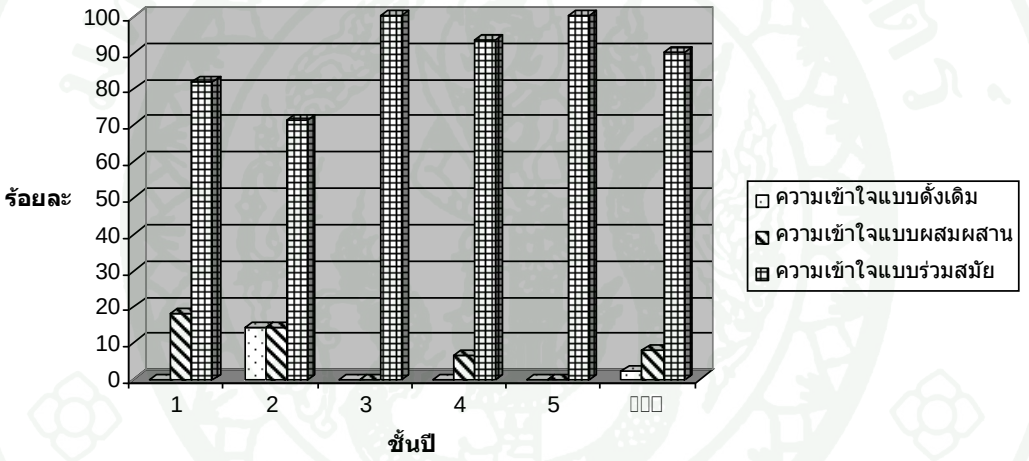
. . .วิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะอธิบายในเรื่องของไสยศาสตร์ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

. . .บางเรื่องก็ตอบไม่ได้นะ อย่างเรื่องของ UFO ก็บอกไม่ได้ว่ามีจริงหรือไม่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบหรืออธิบายได้ที่สมบูรณ์ได้ในทุก ๆ เรื่องจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

จากการศึกษาในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 2.3.5 วิทยาศาสตร์มีข้อจำกัด สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 10 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัด ซึ่งไม่สามารถตอบคำถามหรืออธิบายสิ่งต่างๆได้ในทุกเรื่อง



ภาพที่ 11 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 8

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ ที่มาและความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูมีทั้งความเข้าใจแบบร่วมสมัย ความเข้าใจแบบผสมผสาน และความเข้าใจแบบดั้งเดิมในทุกด้านย่อยนอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจคือนิสิตนักศึกษาครูจำนวนมากยังคงมีความสับสนในเรื่องชนิดขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความแตกต่างระหว่างกฎกับทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูประเมินด้วยข้อความที่ 12-15 โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้านย่อย ได้แก่ ด้านที่ 1. วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 12 ด้านที่ 2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอน ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 13 ด้านที่ 3 การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 14 และด้านที่ 4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 15 โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 12 ซึ่งถามเกี่ยวกับวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 12 การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 33 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 12

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	12(54.5)	7(50)	6(35.3)	5(33.3)	8(38.1)	38(42.7)
แบบผสมผสาน	7(31.8)	2(14.3)	3(17.6)	2(13.3)	10(47.6)	24(27)
แบบร่วมสมัย	3(13.6)	5(35.7)	8(47.1)	8(53.3)	3(14.3)	27(30.3)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 34 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 12

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	- เพราะการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ย่อมได้คำตอบที่เป็นข้อเท็จจริงและน่าเชื่อถือ	- เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีจริง แต่อาจจะมีกระบวนการอื่นที่สามารถสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี	- วิทยาศาสตร์ไม่ใช่วิธีเดียวในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะอาจจะเหมาะสมแค่บางอย่างเท่านั้น

จากตารางที่ 33 และ 34 นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 42.7 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการที่ดี และครอบคลุมในการนำไปใช้ศึกษาและทดลองเพื่อหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เป็นระดับสากลน่าเชื่อถือ ทำอย่างเป็นระบบ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 27.0 ไม่แน่ใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดหรือไม่ เพราะคิดว่าน่าจะมีกระบวนการอื่นด้วยแต่ไม่สามารถที่จะบอกได้ว่าเป็นกระบวนการใด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจมีกระบวนการอื่นก็ได้แต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 30.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าการสืบเสาะหาความรู้อาจไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจมีการสืบเสาะอย่างอื่นที่มีความเหมาะสมกว่า โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่วิธีเดียวในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะอาจจะเหมาะสมแค่บางอย่างเท่านั้น ” ซึ่งสามารถจำแนกได้แต่ละชั้นปีดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 54.5 ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่มีขั้นตอนมีเหตุผลและเหมาะสมในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะเน้นการศึกษาที่เป็นขั้นเป็นตอนและถูกต้อง ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 31.8 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ไม่แน่ใจว่าวิธีการทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อาจมีวิธีการอื่นที่สามารถใช้ได้เช่นกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ในขณะนี้คิดว่าน่าจะมีวิธีอื่นๆอีกที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่น่าจะมีวิธีการเดียว ” และมีเพียงร้อยละ 13.6 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจใช้ปรากฏการทางธรรมชาติที่มีอยู่แล้วอธิบายได้ จึงไม่จำเป็นว่าการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นวิธีเดียวที่สุดได้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มันอาจไม่ได้เกิดจากการทดลองเพียงอย่างเดียวมันน่าจะมีวิธีการอื่นที่สามารถเรียนรู้ได้เหมือนกันค่ะ. . .แต่หนูว่ามันน่าจะมีแต่นึกไม่ออกค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูจำนวน 3 คนมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นวิธีการเดียวที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 50.0 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่เป็นระบบ มีความน่าเชื่อถือ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การจะสืบหาความรู้ในเรื่องใดๆต้องมีกระบวนการดังนั้นการจะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเหมาะสมที่สุด เพราะประกอบด้วยการสังเกตตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผล เป็นขั้นตอนที่เป็นเหตุเป็นผล ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 14.3 ไม่แน่ใจว่าน่าจะมีวิธีการอื่นที่เหมาะสมเช่นเดียวกันวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางครั้งจะไม่ต้องใช้หรืออาจมีวิธีการอื่นอีกก็ได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 35.7 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่ามีหลายวิธีที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่วิธีเดียวในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะอาจจะเหมาะสมแค่บางอย่างเท่านั้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เห็นด้วย เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาความรู้ได้ดีที่สุด. . .ก็ตั้งแต่ที่เรียนมาก็มีแต่การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ แม้แต่นักวิทยาศาสตร์สมัยก่อนก็ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ค่ะ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 24)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่วิธีการเดียวที่ใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูหนึ่งคนที่เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด และนอกจากนี้ยังพบประเด็นที่นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเนื่องมาจากในแบบเรียนมักจะใช้แต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยร้อยละ 47.1 ว่ามีหลายวิธีที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่ใช่วิธีการเดียวเพราะนักวิทยาศาสตร์บางท่านได้มาจากการหยั่งรู้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 17.6 ไม่แน่ใจว่ามีกระบวนการอื่นที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจมีกระบวนการอื่นก็ได้แต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และมีนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 35.3 เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เห็นด้วยค่ะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. . . เพราะเป็นการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นระบบ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

. . .เพราะวิธีการอื่นก็สืบเสาะหาความรู้ได้เหมือนกัน. . .ก็อย่างนักวิทยาศาสตร์บางท่านก็ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการหยั่งรู้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 34)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่ามีทั้งความเข้าใจแบบร่วมสมัยและและความเข้าใจดั้งเดิม โดยที่กลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยได้มีการยกตัวอย่างวิธีการต่างๆในการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การสังเกต การต่อยอดความรู้ ในกลุ่มของความเข้าใจแบบดั้งเดิมให้เหตุผลว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีความน่าเชื่อถือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 53.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่วิธีการเดียวในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีวิธีการอื่นที่ใช้การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ประกอบบางครั้งการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ได้จากวิธีอื่น เช่น อะคีมีดีส ที่ได้ความรู้จากการอาบน้ำ จึงได้ความรู้ใหม่คือ ถ้วยยูเรก้า ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 13.3 ไม่แน่ใจว่ามีวิธีการอื่นอีกหรือไม่ที่ใช่สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะยังมีวิธีอื่นด้วยแต่ไม่ได้มีการยกตัวอย่างถึงกระบวนการอื่น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีจริง แต่อาจจะมีกระบวนการอื่นที่สามารถสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีเหมือนกัน ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 33.3 เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่เหมาะสมในการสืบเสาะหาความรู้เพราะทำให้ได้ความรู้อย่างเป็นระบบ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ย่อมได้คำตอบที่เป็นข้อเท็จจริงและน่าเชื่อถือ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . . บางเรื่องใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่ได้ อาจใช้วิธีอื่นได้ เช่น การหาสูตรโครงสร้างของวงแหวนเบนซีนยังใช้การฝันเลย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .เราอาจค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการบังเอิญ หรือแค่การสังเกตก็ได้ ไม่จำเป็นต้องทำการทดลอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูทั้งหมดมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่วิธีการเดียวที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ” มีนิสิตนักศึกษาครูเกือบครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 47.6) ไม่แน่ใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ว่า “ อาจมีกระบวนการที่ดีกว่าการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่การสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งในการที่จะหาความรู้ที่เป็นที่นิยม หากใช้คำว่าดีที่สุด ควรเป็นวิธีการที่เหมาะกับความรู้นั้นๆ มากกว่า ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 38.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถหาคำตอบและอธิบายเหตุการณ์ต่างๆในธรรมชาติได้ดี ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

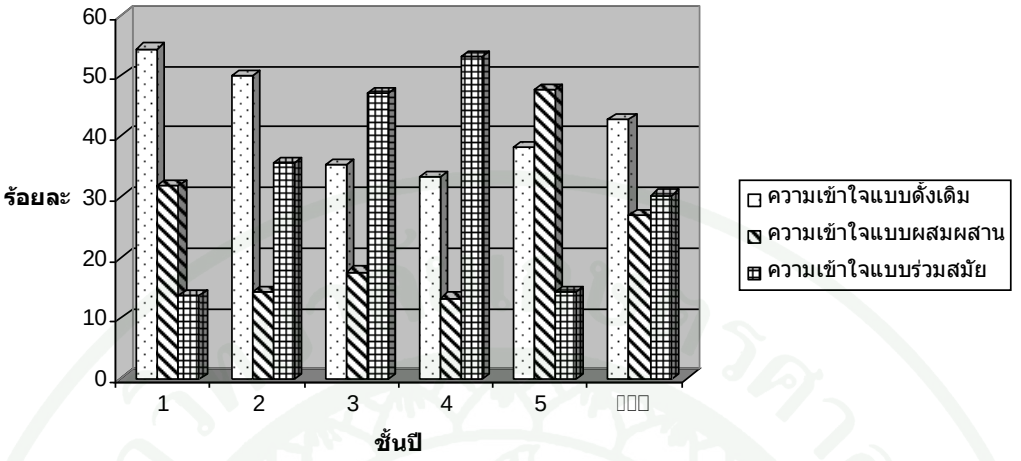
. . .มันควรที่จะขึ้นอยู่กับเรื่องที่จะศึกษาครับว่าควรจะใช้วิธีการใดจึงจะมีความเหมาะสม . . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

. . .วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ นึกไม่ออกว่ามีกระบวนการใดอีกที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่ามีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและดั้งเดิม โดยกลุ่มที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่ามีวิธีการอื่นที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งขึ้นอยู่กับสิ่งที่จะศึกษา กลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากผลการศึกษาในด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 3.1.1 วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 11 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มของความเข้าใจเป็นแบบดั้งเดิมโดยเฉพาะชั้นปีที่ 1 และ 2 มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 และ 4 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย นอกจากนี้ยังพบประเด็นจากการแสดงเหตุผลของนิสิตนักศึกษาครูว่า จากการเรียนวิทยาศาสตร์จะใช้แต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาตลอด ทำให้ไม่สามารถนึกถึงกระบวนการอื่นที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และอีกประเด็นหนึ่งคือ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้วิธีการอื่นนอกจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ความบังเอิญ การสังเกต หรือการฝัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 12

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอน

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 3.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอนถูกประเมินด้วยข้อความที่ 13 ซึ่งถามเกี่ยวกับวิธีการในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 13 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัวเสมอ ทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วไม่ได้

ตารางที่ 35 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 13

ชั้นปี / ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	5(22.7)	3(21.4)	0(0)	1(6.7)	1(4.8)	10(11.2)
แบบผสมผสาน	9(40.9)	0(0)	1(5.9)	1(6.7)	1(4.8)	12(13.5)
แบบร่วมสมัย	8(36.4)	11(78.6)	16(94.1)	13(86.7)	19(90.5)	67(75.3)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 36 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 13

ประเด็น	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัวเสมอ ทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วไม่ได้	- วิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจสามารถทำข้ามขั้นตอนหรือไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วได้ เช่น หากผลการทดลองคลาดเคลื่อนก็สามารถไปสังเกตหรือทำการทดลองใหม่ได้	- ปกติก็ควรทำตามลำดับขั้นตอนแต่ถ้าหากผลการทดลองไม่ตรงกับสมมติฐานก็ต้องเปลี่ยนสมมติฐานใหม่	- เพราะว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ต้องทำอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนเป็นตอนซึ่งผู้ค้นพบคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ก็ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ทำการทดลองเหมือนกัน

จากตารางที่ 35 และ 36 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยร้อยละ 75.3 ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน สามารถทำซ้ำขั้นตอนเดิมหรือข้ามขั้นตอนได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจสามารถทำข้ามขั้นตอนหรือไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วได้ เช่น หากผลการทดลองคลาดเคลื่อนก็สามารถไปสังเกตหรือทำการทดลองใหม่ได้ ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 13.5 ไม่แน่ใจว่าทำข้ามขั้นตอนได้หรือไม่ เพราะถ้าหากไม่ทำตามขั้นตอนอาจได้ผลการทดลองผิดไป โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในการทดลองบางครั้งเมื่อเรานำสาร A ใส่ลงสาร B ได้สาร C แต่ถ้านำสาร B ใส่สาร A อาจได้สาร D ทั้งๆที่เป็นการผสมสาร A และ B ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 11.2 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำข้ามขั้นตอนหรือกลับไปกลับมาได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ต้องทำอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนเป็นตอนซึ่งผู้ค้นพบคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ก็ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ทำการทดลองเหมือนกันและนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ” ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 22.7 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำเป็นลำดับขั้นตอน ทำซ้ำหรือทำกลับไปกลับมาไม่ได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ คำตอบที่ถูกต้องควรจะมาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นเป็นตอน ถึงได้คำตอบที่ถูกต้อง ” และมีนิสิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักศึกษาครูร้อยละ 40.9 ที่ไม่แน่ใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำซ้ำหรือทำกลับไปกลับมาได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ถ้าเราไม่ทำตามขั้นตอนที่ตายตัวหรือเราทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วเราอาจจะค้นพบหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้ว เราอาจจะค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ก็ได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 36.4 เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำข้ามขั้นตอนหรือทำกลับไปมาได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เราสามารถถอยกลับไปทำซ้ำขั้นตอนนั้นได้ หรือการเรียงลำดับขึ้นตอนจะไม่ตายตัวเสมอไป ถามความเหมาะสมของการทดลองนั้นสามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยถือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มันทำกลับไปกลับมาได้ แต่ทำเป็นบางอันนะ เช่นเราสังเกต ตั้งสมมติฐาน แล้วก็ทดลอง แต่พอเสร็จแล้วไม่ใช่ เราก็สามารถกลับไปทำจุดๆเดิมได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 14)

. . .บางครั้งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาอาจเป็นเพราะความบังเอิญ ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอน แต่อาจข้ามขั้นหรือกลับไปกลับมาได้หรือไม่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 15)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอนสามารถทำตามขั้นตอนที่ต้องการ หรือข้ามขั้นตอนบางขั้นก็ได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 78.6) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำข้ามขั้นตอนได้อยู่กับความเหมาะสม เพราะหากไม่ข้ามขั้นอาจไม่เกิดสิ่งใหม่ๆขึ้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ถ้าทำตามขั้นตอนที่ตายตัว ไม่รู้จักลองทำข้ามขั้นก็ไม่เกิดสิ่งใหม่ๆหรือการทดลองที่ใหม่ๆขึ้นได้ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 21.4 เข้าใจว่า ต้องทำตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะให้ได้รับผลการทดลองที่ถูกต้อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ต้องทำอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนเป็นตอนซึ่งผู้ค้นพบคำตอบในทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ก็ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ทำการทดลองเหมือนกัน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เราจะทำอันหลังก่อนอันแรกไม่ได้ ควรทำตามลำดับเพราะอาจเกิดความผิดพลาดได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . .อย่างเช่นแบบทำข้ามขั้นกลับไปทำซ้ำได้อยู่แล้ว เพราะถ้าเกิดผลการทดลองผิดพลาดก็อาจกลับไปทำซ้ำได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า เราสามารถทำข้ามขั้นตอนได้ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัว แต่มีเพียงนิสิตนักศึกษาครู 1 คนที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรทำเป็นขั้นตอนเพราะอาจได้ผลการทดลองที่ผิดพลาด

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 94.1) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน สามารถทำกลับไปกลับมาได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ สามารถข้ามขั้นตอนหรือกลับไปทำซ้ำได้ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 5.9 ไม่แน่ใจว่าสามารถทำข้ามขั้นตอนได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจจะสามารถข้ามขั้นตอนได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำกลับไปกลับมาได้หรือข้ามขั้นตอนได้ เช่น สมมติว่าผลการทดลองที่ได้ไม่ตรงตามสมมติฐานที่เราตั้งไว้ เราก็ไม่จำเป็นต้องเริ่มจากการสังเกตใหม่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .เมื่อได้ผลสรุปแล้วอาจเกิดสมมติฐานใหม่ก็อาจใช้ข้อมูลเดิมทดสอบสมมติฐานใหม่ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำข้ามขั้นตอนหรือทำกลับไปกลับมาได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 94.1 เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ สามารถกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วได้ เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทำการทดลองควรทำการทดลองมากกว่า 1 ครั้ง เพื่อที่จะทำผลการทดลองที่ถูกต้องและแม่นยำ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานและดั้งเดิมมีจำนวนอย่างละร้อยละ 6.7 ซึ่งไม่แน่ใจและเห็นด้วยกับการข้ามขั้นตอนและการกลับไปทดลองซ้ำกลับไปมา โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผล “ อาจจะกลับไปทำซ้ำได้เช่น การทดลองซ้ำ หรือหาข้อมูลเพิ่มเติมในการทำงานชิ้นนั้นๆ ” และ “ การทำงานต้องเป็นระเบียบขั้นตอน ” ตามลำดับ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มันอาจจะไปทำกลับซ้ำเดิมได้. . .ก็ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลหากขั้นใดผิดพลาดก็สามารถกลับไปทำซ้ำเดิมได้อยู่แล้ว. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . .บางทีมันก็ตัดขั้นตอนได้. . .บางขั้นตอนไม่สำคัญก็สามารถข้ามไปเลยโดยไม่ทำก็ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถข้ามขั้นตอนและทำกลับไปกลับมาได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 90.5) เข้าใจว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำข้ามขั้นตอนและกลับไปทำซ้ำในขั้นตอนที่สงสัยได้ จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมียกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ขั้นตอนนั้นสามารถเริ่มที่ขั้นตอนใดก็ได้ แต่ขึ้นอยู่กับว่าความรู้ที่ได้มาอยู่ที่ในขั้นใด ระดับใด เพื่อให้เกิดการทำตามลำดับขั้นต่างๆต่อไปได้ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานและแบบดั้งเดิมอย่างละร้อยละ 4.8 ที่ไม่แน่ใจว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำข้ามขั้นตอนหรือกลับไปกลับมาได้หรือไม่ และเห็นด้วยที่ควรจะทำตามขั้นตอนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

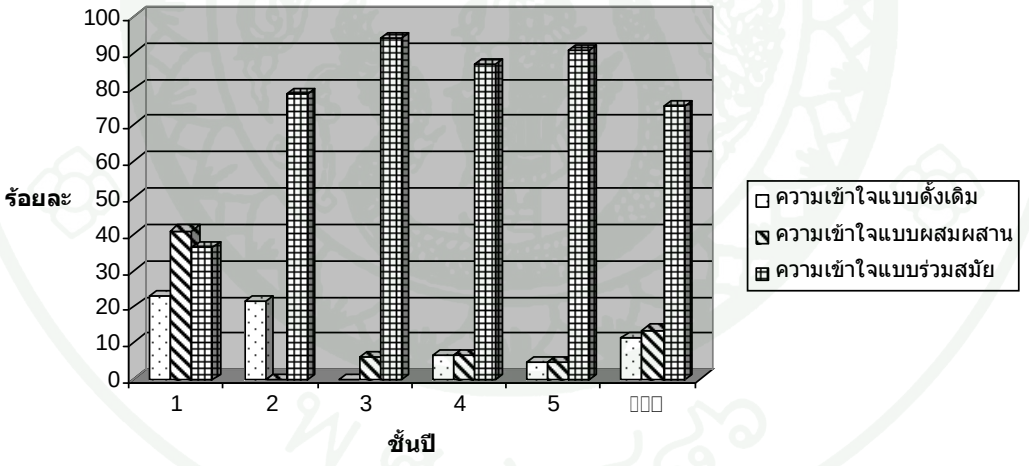
. . .ก็คิดว่ามันควรที่จะสามารถทำซ้ำขั้นตอนได้ถ้าต้องการรู้ขั้นไหน อย่างขั้นของการทดลองหากผลการทดลองได้ไม่ตรงเราก็สามารถที่จะทำใหม่ได้โดยไม่ต้องไปตั้งสมมติฐานใหม่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .บางอย่างอาจข้ามขั้นได้โดยที่เราไม่ต้องคิดขึ้นเอง. . .อย่างเช่นการออกแบบการทดลองเราก็สามารถนำการออกแบบการทดลองของคนอื่นมาปรับปรุงให้ดีขึ้นและทดลองได้. . .(นิสิตนักศึกษาครู รหัส 52)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า สามารถกลับไปทำในขั้นตอนที่สงสัยได้หรือขั้นตอนที่ทำผิดพลาดได้ และต้องกลับไปทำซ้ำเพื่อเป็นการยืนยันผลที่ได้จากการทดลองว่ามีความถูกต้อง

จากผลการศึกษาในด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 3.1.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 12 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัย มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานใกล้เคียงกับความเข้าใจแบบร่วมสมัย



ภาพที่ 13 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 13

การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 3.3 การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการถูกประเมินด้วยข้อความที่ 14 ซึ่งถามเกี่ยวกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความที่ 14 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการประกอบด้วย

ตารางที่ 37 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 14

ชั้นปี / ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	2(14.3)	1(5.9)	0(0)	0(0)	3(3.4)
แบบผสมผสาน	0(0)	2(14.3)	0(0)	0(0)	1(4.8)	3(3.4)
แบบร่วมสมัย	22(100)	10(71.4)	16(94.1)	15(10.0)	20(95.2)	83(93.3)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 38 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 14

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วย	- ก็เป็นความรู้ข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติและมนุษย์ได้ค้นพบไม่ใช่ว่าเป็นเรื่องที่ตนเองได้จินตนาการในลักษณะต่างๆจนผู้คนทั่วไปได้หลงเชื่อในสิ่งที่ไม่ได้เป็นความจริง	- อาจจะมีใช้ในกระบวนการทดลอง	- การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาจึงต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการประกอบกับหลักฐานที่มี เช่น โครงสร้างอะตอม

จากตารางที่ 37 และ 38 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 เกือบทั้งหมด(ร้อยละ 93.3) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเข้ามาประกอบด้วย เพราะจะทำให้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใหม่และแตกต่างไปจากเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางครั้งก็ได้มาจากความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการ เช่น กฎแรงโน้มถ่วงที่นิวตันเป็นการตกของผลแอปเปิ้ล ทำให้เกิดการทดลองเพื่อยืนยันความคิด ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 3.4 ไม่แน่ใจว่าต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วยหรือไม่ จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่แน่ใจว่าในทุกขั้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หรือไม่ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 3.4 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเข้ามาประกอบในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ก็เป็นความรู้ข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติและมนุษย์ได้ค้นพบไม่ใช่ว่าเป็นเรื่องที่ตนเองได้จินตนาการในลักษณะต่างๆจนผู้คนทั่วไปได้หลงเชื่อในสิ่งที่ไม่ได้เป็นความจริง ” ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ทั้งหมด เข้าใจว่าการที่นักวิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบทำให้เกิดความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ๆ เช่น เครื่องบิน ยานอวกาศ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วยเช่น แบบจำลองอะตอม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตัวนักวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์เพราะนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีความคิดที่แตกต่างกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

. . .ต้องใช้ในแง่ของจินตนาการ เช่นในอดีตมีในเรื่องของโลกกลมโลกแบน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 13)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เกือบทั้งหมด(ร้อยละ 71.4) เข้าใจว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาช่วยในการสืบเสาะหาความรู้ด้วย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ต้องใช้ทั้งความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบกัน เช่น การตั้งคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่การแสวงหาคำตอบหรือความรู้ใหม่ๆการตั้งสมมติฐานก็ต้องหาคือการคาดคะเนและจินตนาการถึงผลที่จะเกิดขึ้นอย่างเป็นเหตุเป็นผล ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 ไม่แน่ใจว่าต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วยหรือไม่ ซึ่งไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ส่วนนิสิตนักศึกษาครู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อยละ 14.3 เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อเท็จจริงไม่ใช่นักวิทยาศาสตร์จะจินตนาการหรือนึกขึ้นมา ควรได้มาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นขั้นตอน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " ก็เป็นความรู้ข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติและมนุษย์ได้ค้นพบไม่ใช่ว่าเป็นเรื่องที่ตนเองได้จินตนาการ " จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เราค้นพบสิ่งใหม่ๆที่จะเกิดขึ้น เช่น เครื่องบิน ถ้าหากเรามัวแต่นั่งทำตามขั้นตอนที่นักวิทยาศาสตร์คนอื่นทำๆกันมาก็คงจะไม่มีความรู้ที่แตกต่างกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .บางเรื่องก็เกิดจากจินตนาการ คนเรามีจินตนาการความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการทดลองออกแบบสิ่งประดิษฐ์ อย่างในเรื่องของเครื่องบินที่มีคนคิดเอาปีกนกมาติดที่มือคน แล้วสุดท้ายก็ออกมาเป็นเครื่องบิน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ๆและนำไปสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ต่างๆเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 94.1) เข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนที่ทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " ควรใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มาประกอบในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น เรื่องแบบจำลองอะตอม " จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัยและมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 5.9 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการไม่มีการใส่ลงไปในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .การออกแบบการทดลอง การตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน ต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาด้วย

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด เข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีส่วนช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ใหม่ๆ และช่วยให้นักวิทยาศาสตร์คิดออกแบบการทดลองจนค้นพบสิ่งต่างๆ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการออกแบบการทดลอง หรือชิ้นงานต่างๆ เพื่อให้เกิดชิ้นงานที่หลากหลาย และมีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้หลายวิธี ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มันต้องมีการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มาประกอบ เช่น ดอลตัน จินตนาการแบบจำลองอะตอมเป็นทรงกลมตัน เล็กที่สุดแบ่งแยกไม่ได้ โดยที่เขาไม่ได้มีการทดลองอะไรเลย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

. . .เช่น นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบวงแหวนเบนซีน เขาไม่ได้มีการทดลองแต่เขาก็สามารถคิดถึงสูตรโครงสร้างได้ก็เพราะเขาได้ใช้จินตนาการมาช่วยในการคิดสูตรโครงสร้าง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส44)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นล้วนใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 95.2) เข้าใจว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เช่นความรู้ในเรื่องของดาราศาสตร์ ของกาลิเลโอ ที่ต้องใช้จินตนาการในการออกแบบกล้องโทรทรรศน์ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.8 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าจำเป็นต้องมีการนำเอาความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาใช้ประกอบด้วยหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจจะมีการใช้ในขั้นตอนของการทดลอง ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

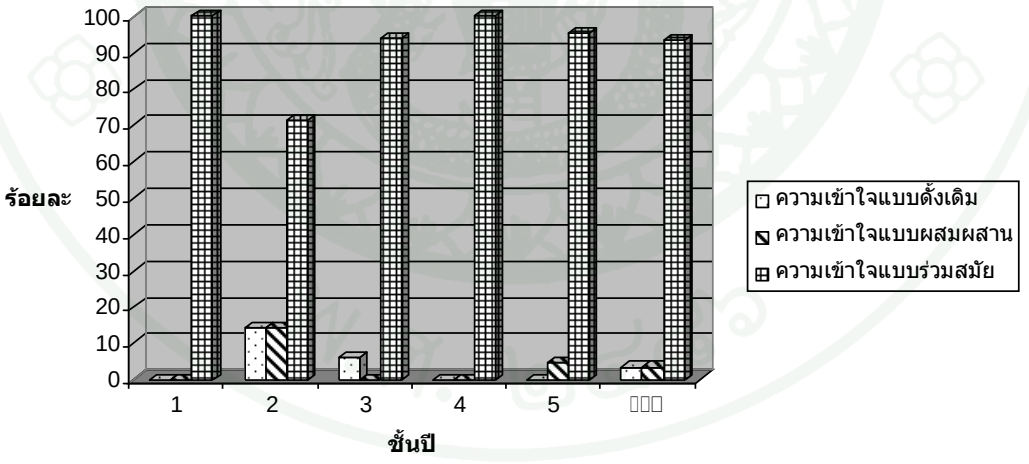
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ในการออกแบบการทดลอง การสร้างเครื่องมือต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

. . .ในขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน มันต้องมีการใช้แน่นอนเพราะเป็นการคาดคะเนในคำตอบที่จะเกิดขึ้นจากการออกแบบการทดลอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

จากผลการศึกษาในด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 3.1.3 การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 14 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 14 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 14

การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 3.4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 15 ซึ่งถามเกี่ยวกับการคาดเดาผลการทดลองจากการออกแบบการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความที่ 15 นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 39 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 15

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	3(13.6)	2(14.3)	4(23.5)	0(0)	0(0)	9(10.1)
แบบผสมผสาน	9(40.9)	2(14.3)	2(11.8)	1(6.7)	6(28.6)	20(22.5)
แบบร่วมสมัย	10(45.5)	10(71.4)	11(64.7)	14(93.3)	15(71.4)	60(67.4)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 40 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 15

ประเด็น	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม
นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้	- ก่อนนักวิทยาศาสตร์จะออกแบบแบบจำลองต่างๆจะต้องคาดเดาล่วงหน้าว่าผลการทดลองจะออกมาเป็นอย่างไร แต่ผลอาจจะไม่เหมือนที่คาดเดาไว้ก็ได้	- การทดลองที่อยู่บนพื้นฐานของกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เราสามารถที่จะคาดเดาได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น แต่การทดลองใหม่ๆแหวกแนวออกไปในบางครั้งเราก็ไม่สามารถที่จะคาดเดาได้หรืออาจจะได้ยากเป็นต้น	- การออกแบบการทดลองไม่สามารถเดาผลการทดลองได้

จากตารางที่ 39 และ 40 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 67.4 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากการออกแบบการทดลองของเขาได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะคาดเดาคำตอบได้ เพราะในการที่จะออกแบบการทดลองได้จะต้องมีข้อมูลพร้อมที่จะออกแบบการทดลอง จึงสามารถที่จะคาดเดาคำตอบได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 22.5 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาจากการออกแบบการทดลองได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การทดลองที่อยู่บนพื้นฐานของกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เราสามารถที่จะคาดเดาได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่การทดลองใหม่ๆแหวกแนวออกไปในบางครั้งเราก็ไม่สามารถที่จะคาดเดาได้หรืออาจจะได้ยากเป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 10.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งเข้าใจว่าบางครั้งการคาดเดาถึงสิ่งที่เกิดขึ้นก็อาจไม่ถูกต้อง หรือบางครั้งก็อาจคาดเดาได้ยาก โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การออกแบบการทดลองก็เป็นส่วนที่นำไปสู่การหาคำตอบแต่การคาดเดาว่าสิ่งที่เราต้องการรู้คำตอบมันเป็นสิ่งนี้จริงๆมันไม่ใช่แล้วสิ่งๆนี้มันเป็นแค่การจินตนาการต่างหาก ” ซึ่งสามารถจำแนกได้แต่ละชั้นปีดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 45.5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการทดลองที่เขาออกแบบขึ้นได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการที่จะทำการทดลองเรื่องอะไรนักวิทยาศาสตร์จะต้องศึกษาเนื้อหาหรือข้อมูลเรื่องนั้นๆอย่างดี จึงสามารถคาดคะเนล่วงหน้าได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 40.9 มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองได้หรือไม่ หากการทดลองนั้นยากเกินไป หรืออาจคาดเดาได้ผิด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้ เพราะยังไม่ได้ทดลองถ้าทดลองแล้วถึงจะรู้ผล หรือ อาจตั้งสมมติฐานขึ้นมาก็ได้ ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 13.6 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะคาดเดาผลการทดลองได้หรือคาดเดาได้ไม่ถูกต้อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การออกแบบการทดลองไม่สามารถเดาผลการทดลองได้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์จะคาดเดาผลการทดลองไว้เสมอซึ่งอาจจะไม่เป็นไปตามผลการทดลองที่ตั้งไว้ก็ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .นักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาได้จากการออกแบบการทดลองของเขาเองได้เพราะเขาเป็นคนคิดวิธีการทดลองเองดังนั้นเขาก็ต้องรู้ว่าผลการทดลองที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแบบใด. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองจากการออกแบบการทดลองได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 71.4 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองของตนเองได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้า ซึ่งก็คือ การตั้งสมมติฐานคือคาดคะเนคำตอบที่จะเกิดขึ้นสามารถทำได้ และผลที่ออกมาไม่จำเป็นต้องตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอไป ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งเข้าใจว่าหากเคยมีผู้ทดลองมาอยู่แล้วก็สามารถที่จะคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ หากเคยทดลองมาแล้วก็จะมีประสบการณ์สามารถล่วงรู้และคาดเดาการทดลองได้ รู้ว่าผลการทดลองจะออกมาได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าการที่นักวิทยาศาสตร์คาดเดาคำตอบจากการทดลองเป็นเพียงจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้นจากการทดลอง” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .การที่นักวิทยาศาสตร์ออกแบบการทดลองและมีการตั้งสมมติฐานอยู่แล้ว ซึ่งสมมติฐานก็คือการคาดเดาถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์นั่นเอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .คาดเดาได้จากการทดลองที่ผ่านมาหรือของคนอื่น เพราะการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจมีกระบวนการที่คล้ายกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ซึ่งเขาสามารถใช้ในการคาดคะเนผลการทดลองของตนเองได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์คาดเดาได้จากการทดลองโดยการตั้งสมมติฐานหรือสังเกตจากการทดลองหรือจากการทดลองที่คล้ายๆกันกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่น

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 64.7 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองของนักวิทยาศาสตร์เองได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 11.8 มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าการคาดเดาของนักวิทยาศาสตร์อาจคาดเดาได้เป็นบางครั้ง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความรู้จากประสบการณ์เดิมด้วย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางครั้งก็สามารถคาดเดาได้ แต่ต้องทำการทดลองเพื่อเป็นการพิสูจน์และยืนยันผล ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ23.5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะคาดเดาได้ โดยมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า“ เพราะนักวิทยาศาสตร์เพียงแค่ตั้งสมมติฐานไว้แต่ผลการทดลองที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นไปตามหรือไม่ก็ได้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .สามารถที่จะคาดเดาได้จากข้อมูลพื้นฐานที่เขามีอยู่แต่มันก็ไม่จำเป็นว่าต้องเกิดตามที่นักวิทยาศาสตร์เขาคาดเดาไว้หรือไม่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .นักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะคาดเดาได้จากการออกแบบการทดลอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาไว้จากข้อมูลที่เขามีอยู่

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 93.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองที่จะเกิดขึ้น ซึ่งผลการทดลองนั้นอาจจะคาดเดาถูกหรือผิดก็ได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะการจะทำการทดลองได้ ต้องมีการออกแบบการทดลองก่อนทุกครั้ง และอาจคาดเดาคำตอบไว้ในใจแล้วก็ได้ เพียงแต่ว่าการคาดเดาจะถูกหรือผิดก็ได้ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 6.7 มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์จะคาดเดาผลการทดลองได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจจะคาดเดาได้ แต่ถ้าผลที่ได้ออกมาไม่ตรงกับที่คาดเดา อาจจะทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์มีการตั้งสมมติฐานซึ่งก็คือการคาดเดาโดยอาศัยข้อมูลที่เขามีอยู่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . .หากเขามีข้อมูลพื้นฐานอยู่ก็สามารถที่จะคาดเดาจากการทดลองได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์มีการใช้ทักษะกระบวนการในการที่จะทำนายและพยากรณ์จากการออกแบบการทดลองที่เขามีอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 71.4 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าได้ จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " นักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะคาดเดาคำตอบได้ เพราะในการที่จะออกแบบการทดลองได้จะต้องมีข้อมูลพร้อมที่จะออกแบบการทดลอง จึงสามารถที่จะคาดเดาคำตอบได้ " และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 28.6 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองจากการออกแบบการทดลองได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " ถ้ามีข้อมูลมากอาจคาดเดาได้ " และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

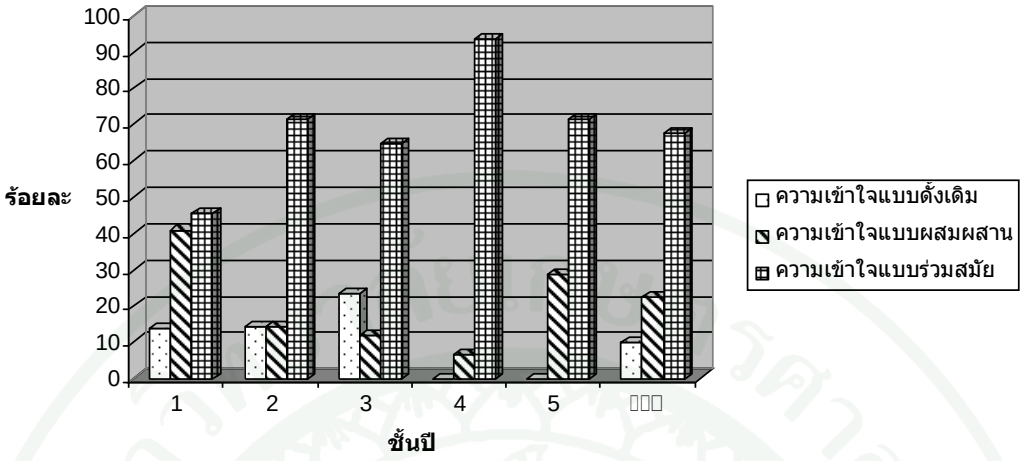
. . .เขาสามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 51)

. . .ผลการทดลองก็สามารถที่จะคาดเดาได้ แต่อาจไม่เป็นไปตามที่เขาคาดไว้ก็ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาได้จากการออกแบบการทดลองของเขา แต่อาจจะไม่เป็นไปตามที่คาดเดาได้

จากผลการศึกษาในด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 3.4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารสรุปได้ดังภาพที่ 15 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจแบบร่วมสมัยโดยเฉพาะนิสิตินักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ซึ่งมีความเข้าใจแบบผสมผสานใกล้เคียงกับความเข้าใจแบบดั้งเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 15

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าในด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูมีทั้งความเข้าใจแบบร่วมสมัย ความเข้าใจแบบผสมผสาน และความเข้าใจแบบดั้งเดิมในทุกด้านย่อย นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจคือนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะไม่สามารถนึกถึงวิธีการอื่นได้เป็นเพราะตั้งแต่ที่เรียนมาในหนังสือแบบเรียนในทุกการทดลองจะมีแต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดเพราะมีลำดับขั้นตอนทำให้มีความถูกต้องแม่นยำ

ด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูประเมินด้วยข้อความที่ 16-20 โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้านย่อย ได้แก่ ด้านที่ 1.คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 16 ด้านที่ 2 บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 18 ด้านที่ 3 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 19 ด้านที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 20 ด้านที่ 5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 17 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้าน 4.1 คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 16 ซึ่งถามเกี่ยวกับความมุ่งมั่นและพยายามในการค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์ของนักวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 16 นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

ตารางที่ 41 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 16

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
แบบผสมผสาน	1(4.5)	1(7.1)	0(0)	1(6.7)	1(4.8)	4(4.5)
แบบร่วมสมัย	21(95.5)	13(92.9)	17(100)	14(93.3)	20(95.2)	85(95.5)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 42 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 16

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด	-	นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องการการยอมรับจากบุคคลภายนอกจึงพยายามทำให้สังคมยอมรับสิ่งที่ตนทำ	นักวิทยาศาสตร์ต้องหาคำอธิบายเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์จึงต้องมุ่งมั่นและค้นหาความจริงให้ได้เพราะความอยากรู้อยากเห็น

จากตารางที่ 41 และ 42 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 เกือบทั้งหมด(ร้อยละ 95.5) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความพยายามและความมุ่งมั่นที่จะค้นคว้าหาคำตอบหรือคำอธิบายที่ดีที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์มีความต้องการที่จะสามารถแก้ไขปัญหาจากคำถามที่สงสัยและพยายามสร้างข้อคำอธิบายที่สมบูรณ์ที่สุดเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากที่สุด ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 4.5 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความพยายามหรือความมุ่งมั่นหรือไม่เพราะนักวิทยาศาสตร์พยายามในเรื่องบางเรื่องที่คนอยากรู้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องการการยอมรับจากบุคคลภายนอกจึงพยายามทำให้สังคมยอมรับสิ่งที่ตนทำ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 95.5) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ควรมีคุณสมบัติในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยความพยายามและความมุ่งมั่น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะศึกษาคำอธิบายที่สมบูรณ์และมีความหน้าเชื่อถือมากที่สุด จะเห็นได้จากมีทฤษฎีหรือหลักการใหม่ๆเพิ่มมากขึ้น ” และมีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 4.5 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องการการยอมรับจากบุคคลภายนอกจึงพยายามทำให้สังคมยอมรับสิ่งที่ตนทำ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มันเป็นคุณสมบัติที่นักวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องมี. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .นักวิทยาศาสตร์ทุกคนก็มีความพยายามที่จะค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานด้วยความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 92.9) มีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความพยายามและความมุ่งมั่นที่จะค้นคว้าหาคำตอบ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ต้องค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์เพื่ออธิบายสิ่งๆในโลกที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดให้มีความน่าเชื่อถือ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัยและมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 7.1 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำตอบหรือไม่ ซึ่งไม่ได้แสดงเหตุผลประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ความมุ่งมั่น ความพยายาม เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทุกคนควรมีเพราะจะทำให้งานต่างๆที่เขาคิดค้นออกมามีความถูกต้อง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .เพราะนักวิทยาศาสตร์ทุกคนมีอยู่แล้ว เช่นในการค้นคว้าคำอธิบายต่างๆจะต้องมีการทำลองซ้ำแล้วซ้ำอีกจนต้องมีความมุ่งมั่นและพยายามเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุด . . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ทุกคนมีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่มีความสมบูรณ์ที่สุด

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความพยายามและมุ่งมั่นในการสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะจากโครงสร้างของอะตอมจะเห็นว่ามีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านที่พยายามอธิบายโครงสร้างของอะตอมที่เกิดขึ้น ” หรือ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายสิ่งต่างๆให้ถูกต้องที่สุด เพื่อให้บุคคลในสังคมนำไปใช้ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .เพราะนักวิทยาศาสตร์เขาจะศึกษาหาความรู้หรือข้อมูลใหม่ๆอยู่เสมอ เพื่อทำให้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์นี้สมบูรณ์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 34)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามหาคำอธิบายที่ดีที่สุด

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 93.3 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความพยายามและความมุ่งมั่นในการค้นคว้าหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์จะพยายามค้นคว้าหาความจริง เช่น อะคีมีดีสที่ค้นพบถ้วยยูเรก้า จากการคิดใคร่ครวญจนได้ความรู้จากการอาบน้ำ เรียกว่าการตกตะกอนของความคิด ซึ่งกว่าจะได้ข้อสรุปจะต้องทดลองอีกหลายครั้ง ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัยและมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 6.7 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะบางครั้งอาจจะไม่สมบูรณ์ แต่ที่ทำเพราะเกิดจากความสนใจ และพยายามหาคำตอบในสิ่งที่สนใจเท่านั้น ซึ่งทำให้ไม่แน่ใจว่าต้องการหาคำตอบสมบูรณ์หรือไม่ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ผู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์คือ มีความมานะ พยายาม. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . .เพราะนักวิทยาศาสตร์เขาจะศึกษาหาความรู้หรือข้อมูลใหม่ๆอยู่เสมอ เพื่อทำให้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์นี้สมบูรณ์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์มีคุณสมบัติมุ่งมั่นและความพยายามในการหาคำอธิบายสิ่งต่าง ๆที่สมบูรณ์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 95.2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะหาคำตอบ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า“ นักวิทยาศาสตร์ทุกคนต่างก็อยากให้ความรู้ที่ตนเองค้นพบมีความสมบูรณ์แบบเป็นที่ยอมรับ ดังนั้นจึงต้องพยายามมุ่งมั่นที่จะหาคำตอบต่างๆที่น่าเชื่อถือที่สุดมาอธิบายความรู้ของตนเอง ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 4.8 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

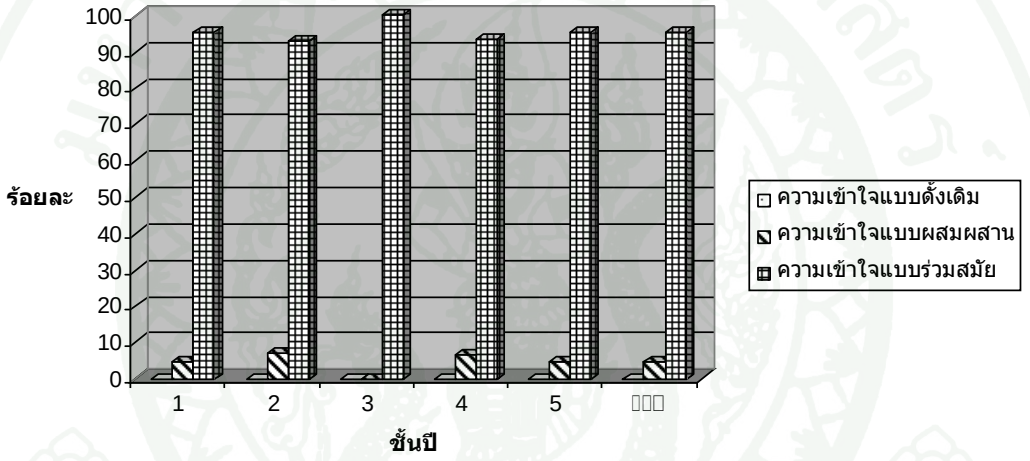
. . .นักวิทยาศาสตร์ทุกคนต่างก็อยากให้ความรู้ที่ตนเองค้นพบมีความสมบูรณ์เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ให้กับสังคมได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

. . .เพราะนักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่น อดทน ใฝ่หาความรู้ เพื่อมาอธิบายสิ่งที่ยังสงสัยให้น่าเชื่อถือและสมบูรณ์ที่สุด. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ทุกคนมีความมุ่งมั่นและพยายามเพื่อมาอธิบายสิ่งต่างๆให้มีความสมบูรณ์

จากผลการศึกษาในด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 4.1 คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์สามารสรุปได้ดังภาพที่ 16 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีแนวโน้มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์เพื่อที่จะนำความรู้นั้นไปเป็นประโยชน์แก่สังคม



ภาพที่ 16 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 16

บทบาทของนักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 4.2 บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 17 ถามเกี่ยวกับบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในสังคม

ข้อความที่ 17 นักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคม คือ ผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 43 ร้อยละของ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 18

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	1(4.5)	1(7.1)	1(5.9)	0(0)	1(4.8)	4(4.5)
แบบผสมผสาน	6(27.3)	0(0)	0(0)	1(6.7)	1(4.8)	8(9.0)
แบบร่วมสมัย	15(68.2)	13(92.9)	16(94.1)	14(93.3)	19(90.5)	77(86.5)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 44 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 18

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
นักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคม คือ ผู้เชี่ยวชาญ	- นักวิทยาศาสตร์ไปที่ใดก็ยังเป็นนักวิทยาศาสตร์	- นักวิทยาศาสตร์อาจมีหลายหน้าที่หลายบทบาทในสังคม เช่น เป็นครู เป็นนักวิทยาศาสตร์ด้วย เป็นต้น	- เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีแค่บทบาทเดียว แต่มีหลากหลายบทบาทได้ เช่น เป็นผู้เผยแพร่ความรู้ให้กับคนในสังคม

จากตารางที่ 43 และ 44 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 86.5 ไม่เห็นด้วยที่นักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคมเพราะนักวิทยาศาสตร์นอกจากผู้เชี่ยวชาญแล้วยังเป็นพลเมือง นักวิชาการ หรือพ่อแม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีแค่บทบาทเดียวแต่มีหลากหลายบทบาทได้ เช่น เป็นผู้เผยแพร่ความรู้ให้กับคนในสังคม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.0 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคมหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจมีหลายหน้าที่หลายบทบาทในสังคม เช่น เป็นครู เป็นนักวิทยาศาสตร์ด้วย เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่านักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคมคือผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะว่าทุกคนจะเชื่อนักวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ” ซึ่งจำแนกแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 68.2 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาท ไม่ว่าจะเป็นผู้เชี่ยวชาญ ผู้เผยแพร่ความรู้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์มีหลากหลายบทบาทในสังคม เช่น ผู้พัฒนานักวิจัย ผู้ค้นคว้า อาจรวมไปถึงครู อาจารย์ ก็ได้เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 27.3 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทผู้เชี่ยวชาญเพียงบทบาทเดียวหรือไม่ในสังคม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจมีหลายหน้าที่หลายบทบาทในสังคม เช่น เป็นครู เป็นนักวิทยาศาสตร์ด้วย เป็นต้น ”จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและ มีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 4.5 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคมคือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะทุกคนเชื่อถือนักวิทยาศาสตร์ไม่ว่าเขาจะไปที่ไหนก็ยังคงเป็นนักวิทยาศาสตร์ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์เป็นได้หลายอย่าง อาจารย์ วิทยากรให้ความรู้ หรือไปทำอย่างอื่นที่เขาชอบมากก็ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .นักวิทยาศาสตร์มีบทบาทในสังคม มีได้หลายบทบาท พ่อแม่ ครู อาจารย์ เป็นทั้งผู้เชี่ยวชาญ ผู้เผยแพร่ ความรู้ให้กับคนในสังคม . . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์มีได้หลายบทบาท และบทบาทผู้เชี่ยวชาญเป็นเพียงบทบาทหนึ่งในหลายบทบาทของนักวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 92.9) เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีบทบาทที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเพียงบทบาทเดียวในสังคม นักวิทยาศาสตร์อาจมีบทบาทอื่นได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องทำตัวเป็นทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้ไม่มีความรู้ใดเลยเพื่อเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ๆอยู่เสมอ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 7.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่านักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคม คือ ผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคมคือ ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เพราะมีบทบาทอื่นด้วยนอกจากผู้เชี่ยวชาญ นักวิทยาศาสตร์เป็นได้หลายอย่าง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . .นักวิทยาศาสตร์ก็ไม่รู้ทุกเรื่อง บางเรื่องก็ไม่รู้ เรื่องไหนที่ไม่รู้ก็เป็นคนทั่วไป เรื่องไหนที่รู้ก็เป็นผู้เชี่ยวชาญ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูทั้ง 5 คนมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญ นักวิทยาศาสตร์มีได้หลายบทบาทในสังคม

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 94.1 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีได้หลายบทบาทในสังคม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาททางสังคม เช่น ผู้สอน ผู้ช่วยเหลือในสังคม ในการใช้ความรู้ ช่วยเหลือ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 5.9 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่งเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์บางท่านเป็นนักเทคโนโลยี ใช้ความรู้ที่มีมาพัฒนาด้านต่างๆให้ดีขึ้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์มีได้หลายบทบาท เป็นครูเป็นอาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญก็ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 31)

. . .นักวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในเรื่องที่เขารู้เท่านั้น และในเรื่องที่เขาไม่รู้เขาก็เป็นเหมือนกับคนทั่วไป. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูทั้ง 5 คนมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นได้ทั้งผู้เชี่ยวชาญ และพลเมืองในสังคม

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 94.3 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีเพียงบทบาทเดียวในสังคม นักวิทยาศาสตร์สามารถอยู่ในบทบาทอื่นได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ก็มีหลายบทบาท เช่น คนทั่วไป เพราะหากมีความรู้ในสาขาที่ตนไม่ถนัด นักวิทยาศาสตร์ก็มีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้ (นักเรียน) หรือบทบาทเป็นผู้เผยแพร่ความรู้ ” จัดเป็นความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงร้อยละ 6.7 ที่ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคมหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ คำว่าผู้เชี่ยวชาญคือในด้านการสืบเสาะหาความรู้นั้นถือว่าใช่ซึ่งนับว่าเป็นบทบาท แต่นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่ศึกษาค้นคว้าบันทึกข้อมูลเก่ง สามารถนำความรู้มาอธิบายให้ทุกคนเข้าใจได้ตรงกันด้วย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ที่เป็นบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ด้วย ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ไม่จริง เพราะว่ากว่าการที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องทำหน้าที่เก็บข้อมูล และที่สำคัญ นักวิทยาศาสตร์ก็เป็นเหมือนกับคนธรรมดาทั่วไป. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีบทบาทอื่นๆ เช่น บทบาทของพลเมืองที่ดี บทบาทของผู้รับข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ไม่จำเป็นต้องรับบทบาทเดียว คือ ผู้เชี่ยวชาญ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญเพียงอย่างเดียว

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 90.5) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นได้ทั้งผู้เชี่ยวชาญ ผู้เผยแพร่ความรู้ พลเมือง เป็นต้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้เชี่ยวชาญในแขนงวิชานั้นๆ และมีหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้หรือศาสตร์ต่างๆให้กับสาธารณชน ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.8 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียว คือ ผู้เชี่ยวชาญหรือไม่ ซึ่งไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.8 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจมีบทบาทเป็นผู้คิดค้นและเป็นผู้เผยแพร่ความรู้ด้วย ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

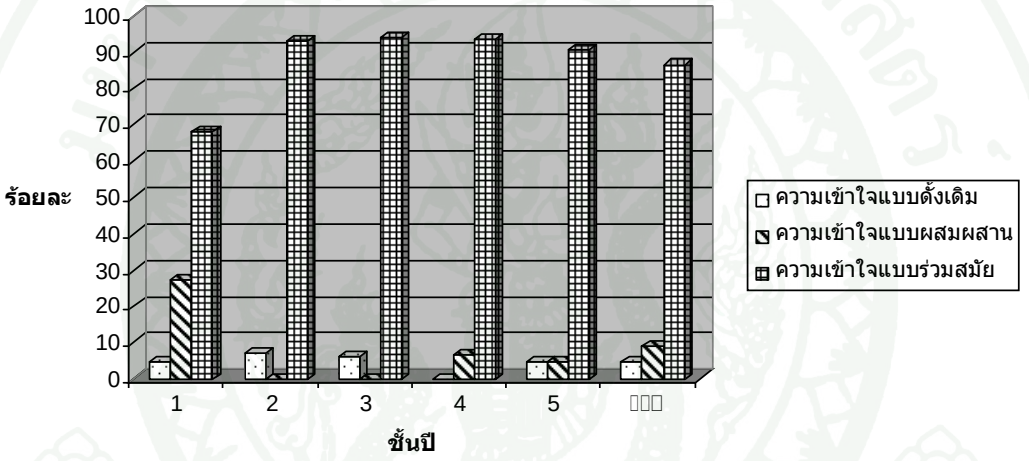
. . .มีได้หลายบทบาท เป็นครู อาจารย์ พลเมืองทั่วไปก็ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

. . .ไม่จำเป็นต้องเป็นแต่ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ในเรื่องที่เขาไม่รู้ก็ต้องไม่เป็นผู้เชี่ยวชาญ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์มีได้หลายบทบาทในสังคม

จากผลการศึกษาในด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 4.2 บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 17 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยซึ่งมีความเข้าใจในบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีได้หลายบทบาทในสังคม



ภาพที่ 17 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 18

การทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 4.3 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 19 ซึ่งถามเกี่ยวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 19 นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียวเพื่อที่จะหาคำอธิบายที่ดีที่สุดในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 45 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 19

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
แบบผสมผสาน	4(18.2)	1(7.1)	0(0)	1(6.7)	2(9.5)	8(9)
แบบร่วมสมัย	18(81.8)	13(92.9)	17(100)	14(93.3)	19(90.5)	81(91)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 46 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 19

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียวเพื่อที่จะหาคำอธิบายที่ดีที่สุดในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ	-	- เพราะจากประวัตินักวิทยาศาสตร์ที่ประสบผลสำเร็จนั้นก็มีทั้งทำงานคนเดียวและเป็นทีม หรือบางส่วนก็ไม่ได้ปรากฏประวัติชัดเจน	- ในการทำงานบางครั้งนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันจากทั้งนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันเอง หรือแม้กระทั่งนักคณิตศาสตร์ วิศวกร เป็นต้น

จากตารางที่ 45 และ 46 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 จำนวนเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 91) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ควรทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและดีที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพราะต่างคนต่างความคิด สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.0 ไม่แน่ใจว่า นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำงานกันเป็นกลุ่มหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางการทดลองอาจมีนักวิทยาศาสตร์ที่ร่วมมือกันในพิสูจน์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่างหรือนักวิทยาศาสตร์บางคนก็นำแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นมาพิสูจน์เพื่อต่อยอดความรู้ลบล้างหรือสนับสนุน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 81.8 ไม่เห็นด้วยกับการที่นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียว โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจไม่สามารถทำงานได้คนเดียวได้เสมอ ในบางสิ่งอาจต้องทำงานเป็นหมู่คณะ ช่วยกันทดลอง ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆมาสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 18.2 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียวหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ต้องช่วยกันคิดหรือค้นคว้า ก็อาจจะได้รับคำตอบทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน หรืออาจจะทำคนเดียวก็ได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .คนเดียวก็ได้ เป็นทีมก็ได้ ขึ้นอยู่กับงาน แต่ส่วนใหญ่หนูว่าน่าจะทำเป็นทีม เพื่อช่วยกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .ทดลองคนเดียวลำบาก มันต้องมีคนอื่นมาร่วมกันตรวจสอบเพราะสิ่งที่ทำอาจจะถูกก็ได้หรือผิดก็ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 15)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานกับเป็นหมู่คณะเพื่อร่วมกันตรวจสอบผลการทดลองที่ได้ให้มีความถูกต้อง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 92.9 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรทำงานเป็นหมู่คณะเพราะจะทำให้ได้รับคำตอบที่หลากหลาย เกิดการโต้แย้งและหาคำตอบที่ดีที่สุดในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การเป็นนักวิทยาศาสตร์ต้องเปิดใจกว้างรับความคิดเห็นคนอื่น แล้วมาเปรียบเทียบกับผลงานของตนเองในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์หลาย ๆคนให้ความคิดเห็นนั้นตรงกับเราหรือเปล่าและสิ่งนี้นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 7.1 ซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำงานเป็นทีมหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางการทดลองอาจมีนักวิทยาศาสตร์ที่ร่วมมือกันในพิสูจน์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่างหรือนักวิทยาศาสตร์บางคนก็นำแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นมาพิสูจน์เพื่อต่อยอดความรู้ลบล้างหรือสนับสนุน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เขาทำงานร่วมกันกับคนอื่น คิดว่าเขาคงไม่ทำงานคนเดียว เขาต้องมีผู้ช่วยต้องร่วมกันหลายๆคน ต้องหาข้อมูลจากหลายๆแหล่ง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .ทำงานคนเดียวได้ข้อมูลด้านเดียวทำเป็นกลุ่มได้ข้อมูลหลายด้าน และอีกทั้งยังต้องร่วมกันฟังความคิดเห็นจากคนอื่นด้วย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ควรที่จะทำงานกันหลายคนเพราะจะได้ข้อมูลหลายๆด้านทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้มีความถูกต้อง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆหรือสาขาอื่นๆ เพื่อที่จะได้รับข้อมูลที่ถูกต้องที่สุดและเป็นการหลีกเลี่ยงอคติ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ คำอธิบายที่ดี สามารถเกิดจากความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ก็การหาคำตอบบางเรื่องอาจต้องทำงานเป็นทีม. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 31)

. . .คำอธิบายที่ดี ก็ต้องเกิดจากความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานร่วมกันหลายๆคนเพื่อที่จะได้แนวคิดใหม่ๆ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 93.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่จะทำงานเป็นกลุ่มเพื่อที่จะหาคำตอบที่ถูกต้องและดีที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยประชาคมของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุป โดยอาศัยหลักฐานต่างๆมาสนับสนุน จึงจะเป็นคำอธิบายที่ดีที่สุดที่ได้มาไม่ใช่ทำงานเพียงคนเดียว ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 6.7 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานเป็นทีมหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ มีบางท่านในการทำงานที่มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น เช่น มารี คูรี ” จัดเป็นความเข้าใจแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผสมผสานและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ก็ควรที่จะทำงานหลายๆคน อย่างในอดีตก็ยังมี มารี คูรี ที่ทำงานร่วมกับปิแอร์ คูรี เลย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .เพราะการทำงานร่วมกันหลายคนสามารถช่วยเหลือกันได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส42)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ควรที่จะทำงานเป็นหมู่คณะมากกว่าทำงานเพียงคนเดียว เพราะจะทำให้มีการแลกเปลี่ยนและตรวจสอบความคิดเห็น

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 90.5 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรทำงานเป็นหมู่คณะ เพื่อให้ค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในการทำงานบางครั้ง นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันจากทั้งนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันเองหรือแม้กระทั่งนักคณิตศาสตร์ วิศวกร เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.5 ที่ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำงานเป็นทีมหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ มีการค้นพบความรู้บางอย่างที่ต้องที่ต้องอาศัยการทำงานเป็นทีม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

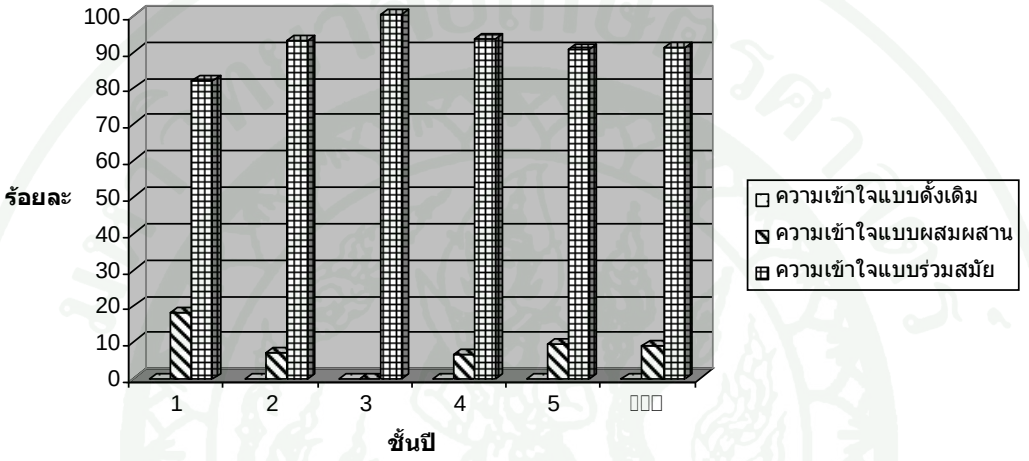
. . .บางเรื่องทำคนเดียว แต่ในความเป็นจริงต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคคลต่างๆหลายฝ่าย เช่น วิศวกร ช่วยสร้างเครื่องมือ นักคณิตศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

. . .นักวิทยาศาสตร์อาจจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพราะต่างคนต่างความคิด สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์ควรที่จะทำงานเป็นหมู่คณะมากกว่าทำงานเพียงคนเดียว เพราะจะทำให้มีการแลกเปลี่ยนและตรวจสอบความคิดเห็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการศึกษาในด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 4.3 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 18 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูมีแนวโน้มความความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่จะทำงานเป็นหมู่คณะ เพื่อช่วยกันสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความถูกต้อง สมบูรณ์



ภาพที่ 18 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 19

ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านที่ 4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 20 ซึ่งถามเกี่ยวกับมุมมองของนักวิทยาศาสตร์ต่อสถานการณ์เดียวกัน

ข้อความที่ 20 ในสถานการณ์เดียวกัน นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีมุมมองที่ต่างกันขึ้นกับความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 47 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 20

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	0(0)	1(5.9)	0(0)	3(14.3)	4(4.5)
แบบผสมผสาน	0(0)	2(14.3)	1(5.9)	4(26.7)	5(23.8)	12(13.5)
แบบร่วมสมัย	22(100)	12(85.7)	15(88.2)	11(73.3)	13(61.9)	73(82)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 48 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 20

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
ในสถานการณ์เดียวกัน นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีมุมมองที่ต่างกันขึ้นกับความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน	- ถ้าเป็นเรื่องแนวเดียวกัน แนวคิดก็น่าจะคล้ายกัน	- เพราะมุมมองของแต่ละคนไม่เหมือนกันเมื่อเกิดสถานการณ์ นักวิทยาศาสตร์ก็จะเชื่อตามความคิดของตนแต่เมื่อคนอื่นมีหลักฐานมายืนยันก็อาจมีการเปลี่ยนมุมมองได้	- อาจมีความรู้เท่ากัน แต่ในสถานการณ์เดียวกันก็จะมีความคิดจะค้นหาคำตอบในเรื่องเดียวกันแต่อาจจะเป็นคนละด้าน ตามแต่ความเชื่อของเขา

จากตารางที่ 47 และ 48 นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 82.0 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนจะมีความคิดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคลที่ได้รับมาทำให้มีผลต่อการแสดงความคิดเห็นออกมา โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจมีความรู้เท่ากัน แต่ในสถานการณ์เดียวกัน นักวิทยาศาสตร์ก็จะมีความคิดที่จะค้นหาคำตอบในเรื่องเดียวกัน แต่อาจจะเป็นคนละด้าน คนละวิธี ตามแต่ความเชื่อของเขา ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 13.5 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าการที่นักวิทยาศาสตร์มีมุมมองที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน แต่เมื่อมีการแสดงเหตุผลและหลักฐานที่มีอยู่ก็จะทำให้นักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนความคิดได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีความเชื่อแตกต่างกัน แต่ต้องอาศัยหลักฐานมายืนยัน ซึ่งอาจทำให้มุมมองคล้ายกันได้ ” และมีเพียงร้อยละ 4.5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่น่าที่จะมีความเชื่อที่แตกต่างกัน เพราะหลักฐานเหมือนกันควรที่จะสรุปได้เหมือนกัน โดยมีการยกตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์สามารถมีมุมมองที่ต่างกันได้ แต่ต้องขึ้นอยู่กับหลักฐานและพยานที่สนับสนุน ” ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ทั้งหมด มีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนย่อมจะมีมุมมองที่ต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนก็มีมุมมองที่ต่างกัน เพราะแต่ละคนมีความคิดที่ไม่เหมือนกัน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .แต่ละคนมีสังคม มีสิ่งแวดล้อมต่างกัน เขาก็ต้องคิดต่างกันอยู่แล้ว. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .แต่ละคนย่อมมีความคิดที่ไม่เหมือนกันอยู่แล้วแต่ความเชื่อเหล่านั้นต้องอยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงด้วยว่ามีความเป็นไปได้แค่ไหน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ประสบการณ์ที่ต่างกันก็จะทำให้สรุปความได้ต่างกัน

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 85.7) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันได้เพราะประสบการณ์เดิมของแต่ละคนแตกต่างกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะแต่ละคนมักมีความเชื่อ และความคิดต่างกันขึ้นกับความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน แต่ความคิดใครจะถูกหรือผิด ต้องพิสูจน์ด้วยการหาคำตอบ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อที่แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเนื่องจากมีหลักฐานและข้อมูลที่เหมือนกัน ไม่ควรที่จะตีความที่แตกต่างกันได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจเกิดขึ้นในบางครั้ง การแปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ประสบการณ์เดิมทำให้แตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีการเรียนรู้จากที่ต่างๆที่ไม่เหมือนกันทำให้ตีความได้ต่างกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . .นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดทำเรื่องเดียวกันแต่การทดลองที่ออกแบบต่างกันก็มี. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ความคิดและพื้นหลังของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนไม่เหมือนกันย่อมทำให้มีการตีความที่แตกต่างกัน

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 88.2) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีความเชื่อที่แตกต่างกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีความเชื่อต่างกันทำให้ความสนใจต่างกัน ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 5.9 ซึ่งไม่แน่ใจว่ามุมมองต่างกันได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เช่นมุมมองของนักเคมี กับมุมมองของนักฟิสิกส์อาจแตกต่างกันในเรื่องที่ศึกษา ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 5.9 เข้าใจว่ามุมมองควรมีความใกล้เคียงกัน “ ถ้าเป็นเรื่องแนวเดียวกัน แนวคิดก็จะคล้ายกัน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เห็นด้วย อย่างในเรื่องของการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ นักวิทยาศาสตร์ยังตีความได้แตกต่างกันเลย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .การเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนไม่เหมือนกัน ซึ่งส่งผลต่อการตีความของนักวิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์มีมุมมองที่แตกต่างกันได้ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 73.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์มีทัศนคติที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ทุกคนต่างมีประสบการณ์ต่างกัน และทำให้เกิดความเชื่อที่ต่างกัน ทำให้บางคนอาจมองเหตุการณ์ต่างกัน หรือเหมือนกันได้หาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้รับประสบการณ์ที่เหมือนหรือคล้ายกัน ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 26.7 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีมุมมองที่แตกต่างกันหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีมุมมองที่ต่างกันได้จริง แต่ถ้าได้รับข้อมูลหรือหลักฐานที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ที่สามารถให้มีความคิดที่เหมือนกันได้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เนื่องจากเรื่องบางเรื่องก็ต้องอาศัยประสบการณ์ของคนๆนั้นด้วย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 41)

. . .เพราะนักวิทยาศาสตร์ที่เติบโต หรือมีความรู้คนละเรื่อง อาจจะนำมาซึ่งความรู้ที่ต่างกันด้วย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 45)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์สามารถมีมุมมองที่แตกต่างกันได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 61.9 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนย่อมมีมุมมองที่แตกต่างกันถึงแม้ว่าจะมีหลักฐานเดียวกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์อาจมีความรู้เท่ากัน แต่ในสถานการณ์เดียวกัน นักวิทยาศาสตร์ก็จะมีความคิดที่จะค้นหาคำตอบในเรื่องเดียวกัน แต่อาจจะเป็นคนละด้าน คนละวิธี ตามแต่ความเชื่อของเขา” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานจำนวนร้อยละ 23.8 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์มีมุมมองที่แตกต่างกันหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีความเชื่อแตกต่างกัน แต่ต้องอาศัยหลักฐานมายืนยัน ซึ่งอาจทำให้มุมมองคล้ายกันได้ ” และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมโดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์จะไม่ขึ้นอยู่กับความเชื่อ เพราะวิทยาศาสตร์จะสามารถพิสูจน์ได้จากหลักฐานที่มี ” ซึ่งเข้าใจว่าหากมีหลักฐานที่เหมือนๆกันก็น่าจะตีความไปในแนวทางเดียวกัน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

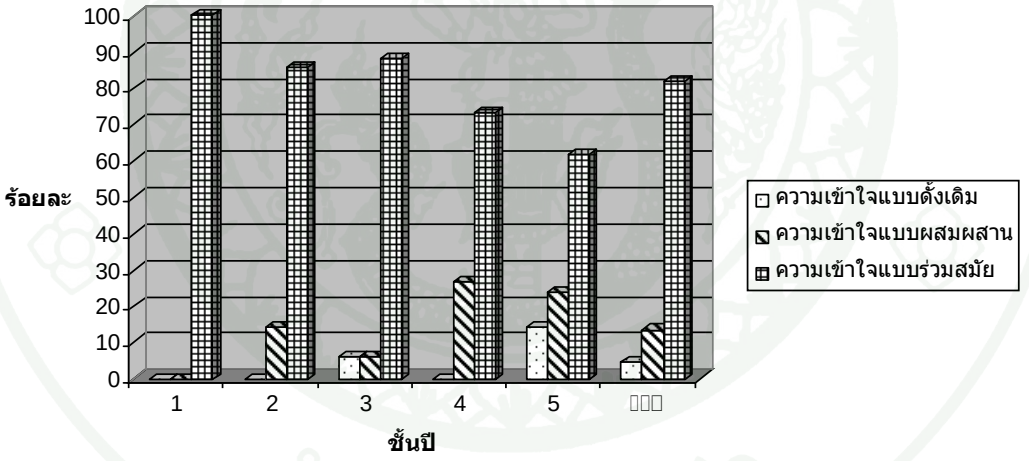
. . .คงเป็นความพยายามของคนที่จะหาเหตุผลโดยใช้หลักฐานที่มีอยู่มาอธิบายโดยความเชื่อของตนเอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่ควบคุมได้ยากหากขึ้นกับปัจจัยภายนอก เช่น ศาสนา ความมีอคติ ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 55)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถืออยู่มีผลทำให้นักวิทยาศาสตร์มีมุมมองที่แตกต่างกัน

จากผลการศึกษาในด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 19 ในประเด็นนี้ ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยโดยเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีประสบการณ์ ความเชื่อที่ต่างกัน ทำให้มุมมองของนักวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันด้วย นอกจากนี้มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 เพียงชั้นปีเดียวที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยทั้งหมด



ภาพที่ 19 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 20

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านที่ 4.5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 17 ซึ่งถามเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความที่ 17 นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้

ตารางที่ 49 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 17

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	1(4.5)	7(50)	5(29.4)	7(46.7)	5(23.8)	25(28.1)
แบบผสมผสาน	10(45.5)	4(28.6)	9(52.9)	2(13.3)	11(52.4)	36(40.4)
แบบร่วมสมัย	11(50)	3(21.4)	3(17.6)	6(40)	5(23.8)	28(31.5)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 50 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 17

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้	- การสืบเสาะแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ต้องทำโดยปราศจากความอคติ	- ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้ แต่นักวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้นไม่ควรมีอคติต่อการสืบเสาะหาความรู้	- การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาจเกิดอคติได้ แต่การสืบเสาะหาความรู้นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติให้ได้มากที่สุด เพราะอคติมีผลต่อความรู้ที่ค้นพบ

จากตารางที่ 49 และ 50 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 40.4 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์จะสามารถหลีกเลี่ยงอคติได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติเพื่อไม่ให้ผลการทดลองหรือการสืบเสาะหาความรู้ แต่อาจจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ " จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน มีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 31.5 เห็นด้วยกับนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้ได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาจเกิดอคติได้ แต่การสืบเสาะหาความรู้นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติให้ได้มากที่สุด เพราะอคติมีผลต่อความรู้ที่ค้นพบ " จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 28.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่จะเกิดขึ้นในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์สามารถหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยพยายามทำตนเองไม่ให้มีอคติต่อสิ่งต่างๆ ” ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 เห็นด้วยกับนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 50.0 โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะมนุษย์เราทุกคนต่างมีอคติอยู่ในตัวเอง นักวิทยาศาสตร์ก็เช่นกัน มีอคติต่อสิ่งที่ตนสืบเสาะหา เพราะคิดว่าสิ่งที่ตนคิดมันควรจะเป็นแบบนี้แบบนั้น แต่ผลที่ออกมากลับเป็นไปในทางตรงกันข้าม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัยและนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 45.5 มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์จะสามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า “ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคิดและอคติของนักวิทยาศาสตร์แต่ละบุคคล ว่าสามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่มีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้ได้มากน้อยเพียงใด ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.5 ที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การสืบเสาะแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ต้องทำโดยปราศจากความอคติ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ไม่เห็นด้วย เพราะนักวิทยาศาสตร์น่าจะแบ่งแยกได้ค่ะ ว่าเรื่องความคิดส่วนตัวกับทัศนคติส่วนตัวมันคนละเรื่องกัน เขาน่าจะมีเหตุผลมากพอเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องจริงๆ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 13)

. . .เห็นด้วย นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องมีอยู่แล้วค่ะ ความชอบส่วนตัว ต้องมีบ้าง แต่ก็ควรที่จะพยายามมีให้น้อยที่สุด. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 15)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้น แต่ก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้หมด และในกลุ่มของความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ควรที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้ เพราะจะทำให้ผลการทดลองมีความผิดพลาด

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 50.0 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นต่อการสืบเสาะได้เพราะอาจส่งผลต่อการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องไม่มีอคติเพราะจะส่งผลต่อผลการทดลองหรือความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม มีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 28.6 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถหลีกเลี่ยงอคติได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ที่ดีควรมีใจเป็นกลาง แต่อาจทำไม่ได้เสมอไปทุกคน ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 21.4 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นได้แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงให้เกิดน้อยที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มุ่งที่จะนำเสนอผลงานให้คนยอมรับ ดังนั้นจึงต้องอาศัยแหล่งความรู้จากนักวิทยาศาสตร์คนอื่นและรับคำแสดงความคิดเห็น โดยไม่นำเอาแต่ความคิดของตนเพื่อที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกที่สุดและการยอมรับมากที่สุด ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องไม่มีอคติ ไม่อย่างนั้นการค้นพบของเขาก็จะผิดพลาดเพราะเข้าข้างความคิดของตัวเอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

. . .แต่ละคนก็ความคิดก็ไม่เหมือนกันแต่เราก็ต้องฟังในความคิดนั้นเพื่อใช้ในการคิดพิจารณาด้วย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 25)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะหลีกเลี่ยงอคติ แต่ก็ต้องรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนนักวิทยาศาสตร์เพื่อทำให้อคติมีน้อยลง และในกลุ่มของความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องไม่มีอคติ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 52.9 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์หลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ได้หรือไม่ จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ แล้วแต่บุคคล แต่ทางที่ดีไม่ควรมีอคติเพราะจะทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าข้างตัวเอง ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 17.6 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้ แต่ต้องพยายามให้มีน้อยที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจมีความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปในผลการทดลองด้วย ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 29.4 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงอคติได้ ความรู้นั้นคงมีข้อผิดพลาดอย่างชัดเจน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติได้ เพราะจะทำให้ส่งผลต่อการทดลองของเขาเอง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

. . .นักวิทยาศาสตร์อาจมีอคติได้บ้าง แต่ก็ควรที่จะพยายามหลีกเลี่ยง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 35)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีความพยายามที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการทดลอง และในกลุ่มของความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 46.7 เข้าใจว่าหากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอคติ ก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดพลาด ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องหลีกเลี่ยงอคติได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ สามารถทำได้ ขึ้นอยู่กับตัวบุคคล แต่เป็นคุณสมบัติที่ดีที่นักวิทยาศาสตร์ควรมี ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 40.0 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีการแสดงเหตุผลว่า “ เพราะนักวิทยาศาสตร์ย่อมมีการคาดหวังและคาดเดาได้ล่วงหน้า เพื่อป้องกันการบิดเบือน ทำให้นักวิทยาศาสตร์จึงต้องเผยแพร่ความรู้หรือทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 13.3 ที่มีความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นในการสืบเสาะหาความรู้ได้หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้ แต่นักวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้นไม่ควรมีอคติต่อการสืบเสาะหาความรู้ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เห็นด้วย เพราะนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้อยู่แล้ว แต่เขาจะพยายามให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะมีได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เพื่อให้ผลการทดลองที่เกิดขึ้นมีความสมบูรณ์และถูกต้องที่สุด นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรที่จะมีอคติ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 45)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยและแบบดั้งเดิม ซึ่งในกลุ่มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติ และในกลุ่มของความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติได้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 52.4 ไม่แน่ใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติได้หรือไม่เพราะอาจมีปัจจัยอื่นทำให้นักวิทยาศาสตร์มีอคติได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติเพื่อไม่ให้ผลการทดลองหรือการสืบเสาะหาความรู้ แต่อาจจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และมีนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 23.8 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องปราศจากอคติเพราะจะทำให้ได้ผลการทดลองที่ผิดพลาดได้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ นักวิทยาศาสตร์สามารถหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยพยายามทำตนเองไม่ให้มีอคติต่อสิ่งต่างๆ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 23.8 เช่นกันที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นได้ แต่ก็ควรทำให้มันมีน้อยที่สุด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาจเกิดอคติได้ แต่การสืบเสาะหาความรู้นักวิทยาศาสตร์ต้องหลีกเลี่ยงอคติให้ได้มากที่สุด เพราะอคติมีผลต่อความรู้ที่ค้นพบ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

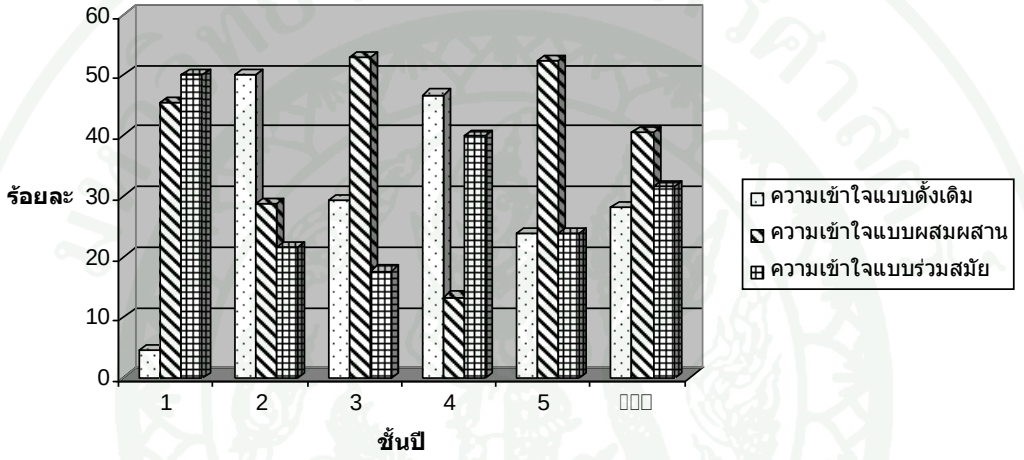
. . .สิ่งเหล่านี้ต้องมาเป็นปัจจัยที่มาเกี่ยวข้อง เรื่องพื้นหลังและประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ทำให้นักวิทยาศาสตร์มีอาจเกิดอคติได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

. . . นักวิทยาศาสตร์ที่ดีควรที่จะไม่มีอคติ เพราะจะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 55)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูจำนวน 4 คนมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์ไม่อาจที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่จะเกิดขึ้นต่อการทดลองได้ และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครู 1 คนที่เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องหลีกเลี่ยงได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการศึกษาในด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 4.5 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 20 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจทั้ง 3 กลุ่ม แต่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน นอกจากนี้ยังคงพบความเข้าใจแบบดั้งเดิมในนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และ 4 ส่วนความเข้าใจแบบร่วมสมัยมีมากในนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 และ 4



ภาพที่ 20 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 17

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าในด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูมีทั้งความเข้าใจแบบร่วมสมัย ความเข้าใจแบบผสมผสาน และความเข้าใจแบบดั้งเดิมในทุกด้านย่อยนอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจคือนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องสามารถหลีกเลี่ยงอคติได้ทั้งหมดเพื่อป้องกันข้อค้นพบที่อาจผิดพลาดและยังพบประเด็นของการที่นิสิตนักศึกษาครูไม่เข้าใจการทำงานของประชาคมนักวิทยาศาสตร์จะเห็นได้จากการแสดงเหตุผลในการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูในชั้นปีที่ 1 และ 2

กิจการทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูประเมินด้วยข้อความที่ 21-25 โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 5.1. ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบ่งเป็น ด้านที่ 5.1.1 ความหมายของเทคโนโลยีถูกประเมินด้วยข้อความที่ 21 ด้านที่ 5.1.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกประเมินด้วยข้อความที่ 22 ด้านที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม แบ่งเป็น ด้านที่ 5.2.1 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 23 ด้านที่ 5.2.2 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการในสถาบันต่างๆถูกประเมินด้วยข้อความที่ 24 และด้านที่ 5.2.3 วิทยาศาสตร์กับจริยธรรม ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 25โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ด้าน 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 21 และ 22 ซึ่งข้อความที่ 21 ถามเกี่ยวกับความหมายของเทคโนโลยี และข้อความที่ 22 ถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความหมายของเทคโนโลยี

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้าน 5.1.1 ความหมายของเทคโนโลยีถูกประเมินด้วยข้อความที่ 21 ซึ่งถามเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ข้อความที่ 21 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน

ตารางที่ 51 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 21

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	9(40.9)	6(42.9)	2(11.8)	0(0)	0(0)	17(19.1)
แบบผสมผสาน	9(40.9)	3(21.4)	0(0)	0(0)	3(14.3)	15(16.9)
แบบร่วมสมัย	4(18.2)	5(35.7)	15(88.2)	15(100)	18(85.7)	57(64)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 52 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 21

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน	-เพราะวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเทคโนโลยีจึงถือได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน	-วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีน่าจะเป็นคนละสิ่งกันแต่สามารถนักวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีได้ด้วย	-วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ทางธรรมชาติที่เป็นความความจริงต่างๆแต่เทคโนโลยี คือการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

จากตารางที่ 51 และ 52 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ร้อยละ 64 ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกันเพราะวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องราวในธรรมชาติแต่เทคโนโลยีเป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติ เทคโนโลยีคือ การนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิด ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 16.9 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันหรือไม่ แต่น่าจะมีความสัมพันธ์กัน จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีน่าจะมีความเกี่ยวข้องอำนวยซึ่งกันและกันมากกว่า แต่ไม่น่าจะเป็นสิ่งเดียว ” และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 19.1 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะวิทยาศาสตร์พัฒนาควบคู่กับเทคโนโลยีและเทคโนโลยีก็พัฒนาไปพร้อมกับด้วย ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งสามารถจำแนกได้แต่ละชั้นปีดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 40.9 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันต้องควบคู่กันเสมอ เช่น “ เพราะวิทยาศาสตร์พัฒนาควบคู่กับเทคโนโลยีและเทคโนโลยีก็พัฒนาไปพร้อมกันด้วย ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 40.9 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคือสิ่งเดียวกันหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเกื้อหนุนกัน เพราะ เทคโนโลยีเจริญได้ด้วยวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้เทคโนโลยีในการศึกษา ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 18.2 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นคนละสิ่งแต่มีความเกี่ยวข้องกัน โดยมีการยกตัวอย่าแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการนำวิทยาศาสตร์ พัฒนาอีกต่อมาจนเป็นเทคโนโลยี ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกัน แต่จากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบผสมผสานและดั้งเดิมซึ่งไม่สอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .น่าจะเป็นคนละสิ่งกันแต่มีสัมพันธ์กันแต่อาจจะไม่ทั้งหมดเพราะวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลอง แต่เทคโนโลยีเอาสิ่งที่ได้จากวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ เทคโนโลยีนึกถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกต่างๆ เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การพิสูจน์เชื่อถือได้มากขึ้น สามารถยอมรับได้มากขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

. . .วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน พัฒนาและก้าวหน้าไปเหมือนกัน ถึงจะเป็นสิ่งควบคู่กันไปเพราะพัฒนาก้าวหน้าควบคู่กัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 14)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันเพราะทั้งคู่พัฒนาไปพร้อม ๆกันแต่ก็ยังมีนิสิตนักศึกษาครูที่ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันหรือไม่แต่สามารถบอกถึงความหมายของเทคโนโลยีได้ถูกต้อง

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 42.9 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเทคโนโลยีจึงถือได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน ” ส่วนนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 21.4 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีน่าจะเป็นคนละสิ่งกัน แต่สามารถนำวิทยาศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีได้ด้วย ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 35.7 ที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นคนละอย่างกันแต่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์บางเรื่องศึกษาสิ่งมีชีวิต เทคโนโลยี เป็นการพัฒนาสิ่งไม่มีชีวิต เทคโนโลยี อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยี ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกัน แต่จากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่สอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เป็นสิ่งเดียวกัน ถ้าเทคโนโลยี คือ สิ่งแบบอำนวยความสะดวกช่วยให้สบายขึ้น ก็น่าจะมีความสัมพันธ์กันเหมือนเทคโนโลยีทันสมัยขึ้นก็หาความรู้ เทคโนโลยีมันดีขึ้นเราก็เอาไปใช้พัฒนาสังคม เช่น เครื่องตรวจจับสึนามิ ถ้าเราใช้ไม่ถูกก็จะทำให้เกิดเรื่องไม่ดี. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีน่าจะใช่สิ่งเดียวกัน ก็เทคโนโลยีก็ได้จากวิทยาศาสตร์ นำเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาพัฒนา . . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันเพราะทั้งคู่มักจะมีการพัฒนาควบคู่กันเสมอ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 88.2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกัน ซึ่งเทคโนโลยีนำวิทยาศาสตร์ไปใช้สร้าง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ถูกนำไปประยุกต์สร้างเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวก เมื่อเกิดเทคโนโลยีก็ทำให้ค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 11.8 ที่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มันเป็นคนละสิ่งกันแน่นอนค่ะ เทคโนโลยีจะนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นคนละสิ่งกัน แต่มีความสัมพันธ์กัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นคนละสิ่งกัน เทคโนโลยีนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อประดิษฐ์สิ่งต่างๆและวิทยาศาสตร์ก็ใช้เทคโนโลยีเพื่อค้นพบความรู้ต่างๆ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เทคโนโลยี เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าไม่ใช่สิ่งเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เทคโนโลยีแตกต่างจากวิทยาศาสตร์เพราะเป็นการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นเครื่องมือ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

. . .วิทยาศาสตร์คือการอธิบายธรรมชาติใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือค้นพบ เทคโนโลยีคือสิ่งที่เปลี่ยนแปลงธรรมชาติ และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ผลิต. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 45)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจถึงความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่เทคโนโลยีนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆและสิ่งเหล่านั้นก็นำมาขยายขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์

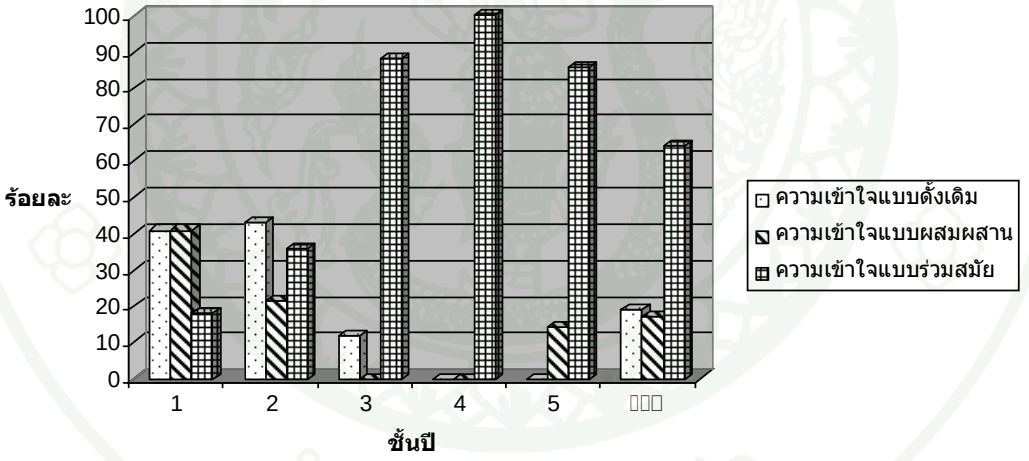
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 85.7 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกัน แต่เทคโนโลยีเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่วนเทคโนโลยี คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่สัมพันธ์กัน วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดเทคโนโลยี ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .วิทยาศาสตร์คือการศึกษาธรรมชาติ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

. . .วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น แต่เทคโนโลยีเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

จากผลการศึกษาในด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 5.1.1 ความหมายของเทคโนโลยีในประเด็นนี้สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 21 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มของความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยโดยเฉพาะชั้นปีที่ 3 , 4 และ 5 มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 และ 2 ที่ยังคงมีความเข้าใจทั้งแบบร่วมสมัย ผสมผสานและดั้งเดิม



ภาพที่ 21 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 21

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกประเมินด้วยข้อความที่ 22 ซึ่งถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อความที่ 22 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่มีความสัมพันธ์กัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 53 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 22

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
แบบผสมผสาน	2(9.1)	1(7.1)	0(0)	0(0)	0(0)	3(3.4)
แบบร่วมสมัย	20(90.9)	13(92.9)	17(100)	15(100)	21(100)	86(96.6)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 54 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 22

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่มีความสัมพันธ์กัน	-	- เทคโนโลยีสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ในบางเรื่องเท่านั้น	- มีความสัมพันธ์กันสนับสนุนซึ่งกันและกัน จะมีเทคโนโลยีที่ดีต้องมาจากพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีก็ช่วยส่งเสริมให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 53 และ 54 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 เกือบทั้งหมด(ร้อยละ 96.6) เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันโดยที่เทคโนโลยีนำวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ และวิทยาศาสตร์ก็นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เช่นกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ เทคโนโลยีทำให้เกิดการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ เช่น การสร้างกล้องจุลทรรศน์เป็นเทคโนโลยี นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องเลนส์มาใช้ กล้องจุลทรรศน์ทำให้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูเพียง ร้อยละ 3.4 มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาจมีความสัมพันธ์กันแค่ในเพียงบางเรื่องเท่านั้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " เทคโนโลยีสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ในบางเรื่องเท่านั้น " ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 90.9) เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันเพราะเทคโนโลยีต้องใช้วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต้องพึ่งพาเทคโนโลยี โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันมากจนแทบแยกจากกันไม่ได้ เช่น เทคโนโลยีอวกาศ ซึ่งล้วนมี พื้นฐานมาจากวิทยาศาสตร์ดังเช่นในการให้พลังงานขับเคลื่อนของจรวด หรือยานอวกาศ เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.1 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เทคโนโลยีสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ในบางเรื่องเท่านั้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันซึ่งไม่สอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูยังไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันในทุกๆเรื่องหรือไม่ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . ..มีความสัมพันธ์กันแต่อาจจะไม่ทั้งหมดเพราะวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลอง แต่เทคโนโลยีเอาสิ่งที่ได้จากวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ เทคโนโลยีนึกถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกต่างๆ เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การพิสูจน์เชื่อถือได้มากขึ้น สามารถยอมรับได้มากขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน ต้องมีความสัมพันธ์กัน พัฒนาและก้าวหน้าไปเหมือนกัน ถึงจะเป็นสิ่งควบคู่กันไปเพราะพัฒนาก้าวหน้าควบคู่กัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยเทคโนโลยี ในขณะเดียวกันเทคโนโลยีก็ต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 92.9 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันซึ่งทั้งสองสิ่งจะช่วยพัฒนาซึ่งกันและกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันโดยวิทยาศาสตร์จะทำให้เกิดเทคโนโลยีจึงกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 7.1 ที่ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ซึ่งไม่แสดงเหตุผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .มีความสัมพันธ์กันวิทยาศาสตร์ช่วยให้เทคโนโลยีพัฒนาและเทคโนโลยีก็ช่วยให้วิทยาศาสตร์พัฒนาเช่นกัน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .เทคโนโลยีเป็นการเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 23)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน ทั้งสองช่วยพัฒนาซึ่งกันและกัน

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดเทคโนโลยีและเทคโนโลยีก็ทำให้เกิดวิทยาศาสตร์เช่นกัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ มนุษย์นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสร้างเทคโนโลยีและนำเทคโนโลยีมาหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเพราะวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยเทคโนโลยีและเทคโนโลยีก็ต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .วิทยาศาสตร์เวลาเราตรวจสอบอะไรก็เอาเทคโนโลยีมาตรวจสอบ เช่นวัดค่าดูดกลืนแสงเทคโนโลยีก็ต้องเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาช่วยมันต้องควบคู่กันไป. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 32)

. . .มันเกื้อกูลกันและกัน เอาความรู้วิทยาศาสตร์มา สร้างเทคโนโลยีและใช้เทคโนโลยีไปหาความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ๆ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นเทคโนโลยีและนำเอาความรู้ทางเทคโนโลยีมาขยายขอบเขตของวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยส่งเสริมกันและกัน โดยมีการยกตัวอย่างเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันในเชิงเสริมความเจริญซึ่งกันและกัน วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดเทคโนโลยีโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีเองก็ช่วยให้การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นไปได้ง่ายและแม่นยำมากขึ้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเพราะวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยเทคโนโลยีในการค้นหาความรู้และเทคโนโลยีก็ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ก็วิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมเทคโนโลยี การผลิตเทคโนโลยีก็ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีก็ช่วยให้วิทยาศาสตร์พัฒนา. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

. . .วิทยาศาสตร์คือตัวความรู้ เทคโนโลยีช่วยให้หาความรู้ได้ง่ายขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่เกื้อกูลกัน เมื่อวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าเทคโนโลยีก็จะก้าวหน้าควบคู่กันไป

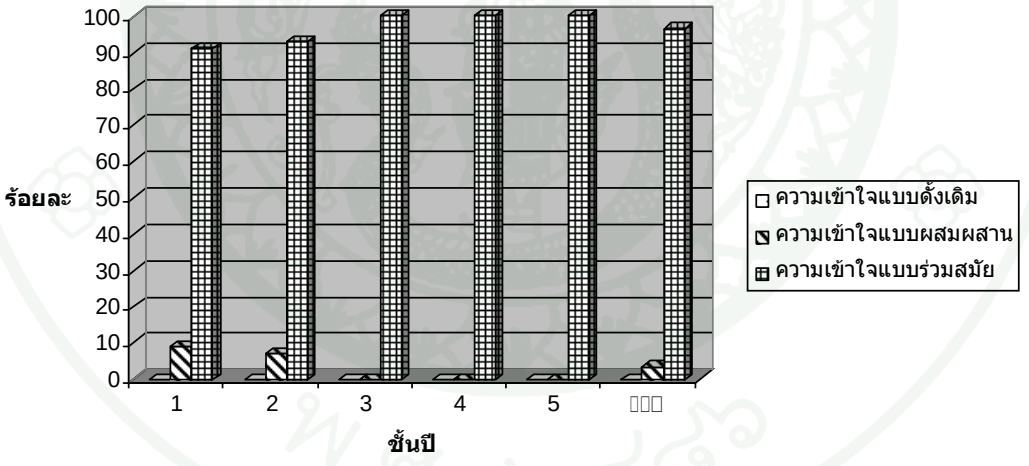
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ทั้งหมดร้อยละ 100 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันซึ่งทั้งสองสิ่งต้องอาศัยซึ่งกันและกันและทำให้ทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถพัฒนา โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ซึ่งเทคโนโลยีจะทำให้สามารถค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆซึ่งจะย้อนกลับไปช่วยให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนามากขึ้น ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันซึ่งเทคโนโลยีจะเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน เทคโนโลยี คือเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ เทคโนโลยีจะเป็นการเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์นิสิต. . . (นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันซึ่งวิทยาศาสตร์นำเอาเทคโนโลยีมาใช้และเทคโนโลยีก็นำเอาวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เช่นกัน

จากผลการศึกษาในด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 5.1.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในประเด็นนี้สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 22 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันโดยที่วิทยาศาสตร์ใช้เทคโนโลยีในการสร้างความรู้และเทคโนโลยีก็นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างเครื่องมือต่างๆ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการแสดงความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาครูทั้งในส่วนของการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 22 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 22

ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมถูกประเมินด้วยข้อความที่ 23 , 24 และ 25 ซึ่งข้อความที่ 23 ถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับวัฒนธรรมและการเมือง ข้อความที่ 24 ถามเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆในองค์กร ข้อความที่ 25 ถามเกี่ยวกับจริยธรรมในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านที่ 5.2.1 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมืองถูกประเมินด้วยข้อความที่ 23 ซึ่งถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและการเมือง

ข้อความที่ 23 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง

ตารางที่ 55 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 23

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
TV	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
MV	3(13.6)	0(0)	1(5.9)	0(0)	2(9.5)	6(6.7)
CV	19(86.4)	14(100)	16(94.1)	15(100)	19(90.5)	83(93.3)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 56 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 23

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง	-	- ขึ้นอยู่กับนโยบายพื้นฐานทางสังคม วัฒนธรรมการเมือง นั้นว่ามีปรัชญาอย่างไร	- วิทยาศาสตร์อธิบายสิ่งต่างๆรอบตัว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมือง

จากตารางที่ 55 และ 56 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 93.3)เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมวัฒนธรรมและการเมือง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อสังคม วัฒนธรรมและการเมือง ในขณะเดียวกัน สังคม วัฒนธรรมและการเมือง ก็มีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ทั้งนั้น เพราะคน (นักวิทยาศาสตร์) ก็เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมือง ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.7 ที่ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมและการเมืองหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิต แต่ก็ขึ้นอยู่กับบุคคลมากกว่าว่าจะให้ความสำคัญกับมันมากน้อยแค่ไหน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็นแต่ละชั้นปีดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่1 ร้อยละ 86.4 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมือง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ทุกวันนี้วิทยาศาสตร์อยู่รอบตัวเราตลอดจึงอาจเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันไปแล้ว เช่น ในด้านสังคม ผู้คนได้เรียนรู้และเข้าใจในวิทยาศาสตร์ ด้านวัฒนธรรม ในบางวัฒนธรรมบรรพบุรุษก็ได้เป็นนักสร้างวิทยาศาสตร์ เช่น การเก็บข้าว การทำนา เป็นต้น ส่วนด้านการเมือง เช่น โครงการทรัพยากรต่างๆ การสาธารณสุข การแพทย์ เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 13.6 ที่ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมและการเมืองหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิต แต่ก็ขึ้นอยู่กับบุคคลมากกว่าว่าจะให้ความสำคัญกับมันมากน้อยแค่ไหน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรม และการเมือง สังคมเหมือนกับเป็นตัวกำหนดความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ เช่น เมื่อมีปัญหาภาวะโลกร้อน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ออกมาใหม่ๆที่เกี่ยวกับเรื่องภาวะโลกร้อน. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 13)

. . .ไม่เพียงแต่เฉพาะวิทยาศาสตร์เท่านั้นทุกสาขาวิชามีความสำคัญต่อสังคม วัฒนธรรมและการเมืองทั้งหมดวิทยาศาสตร์เป็นตัวความรู้ก่อให้เกิดการพัฒนาทั้งในด้านสังคมและการเมือง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 14)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมือง โดยที่สังคมเป็นตัวกำหนดทิศทางการพัฒนาของวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดการพัฒนาสังคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ทั้งหมด เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมือง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การศึกษาวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งที่จะผลักดันในสังคมมีตามก้าวหน้าตามยุคโลกาวิวัฒน์และนำความเจริญสู่สังคมแต่มุมมองหนึ่งนักวิทยาศาสตร์ก็ควรที่จะต้องมีศีลธรรมต่อตนเองและผลกระทบน้อยที่สุดต่อสังคมที่อาจนำไปสู่การสูญเสีย ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมือง ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เห็นด้วย เพราะเราสามารถนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้พัฒนาสังคม ส่วนวัฒนธรรมพวกของเล่นพื้นบ้านก็มีการนำเอาวิทยาศาสตร์มาเป็นส่วนหนึ่ง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

. . .ในสังคม วัฒนธรรม และการเมืองย่อมมีการนำเอาวิทยาศาสตร์มาใช้ร่วมด้วยเสมอ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 24)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสังคม วัฒนธรรม และการเมือง ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 94.1 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์ วัฒนธรรมและการเมืองมีความสัมพันธ์กัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ” ซึ่งมีความเข้าใจแบบร่วมสมัย เพราะวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมและการเมือง มีเพียงนิสิตนักศึกษาครู ร้อยละ 5.9 ไม่แน่ใจ ซึ่งไม่แสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง ซึ่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาสังคมแต่หากใช้ในทางที่ผิดก็จะทำให้เกิดโทษ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำไปเพื่อคนในสังคม ทำให้สังคมดีขึ้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินชีวิตของมนุษย์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องและเป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งสังคม วัฒนธรรมและการเมืองก็เป็นตัวกำหนดความเจริญทางวิทยาศาสตร์ในสังคมนั้นๆ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เพราะวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในสังคม ย่อมก่อให้เกิดประโยชน์หรือโทษได้ในสังคม ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

. . .เพราะวิทยาศาสตร์นั้นจะได้รับการยอมรับ ดีหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับคนในสังคม และวัฒนธรรมของชนชาติต่างๆที่ทุกคนเชื่อถือ ส่วนการเมืองก็มีส่วนด้วย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 45)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง ซึ่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาสังคมแต่หากใช้ในทางที่ผิดก็จะทำให้เกิดโทษ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 90.5 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและการเมือง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์สามารถนำไปแก้ไขปัญหาต่างๆได้ เช่น แก้ปัญหาน้ำเน่าเสีย แก้ปัญหาดินเสื่อมคุณภาพ พิสูจน์หลักฐาน วิเคราะห์คลิปเสียงนายก ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.5 ไม่แน่ใจว่ามีความเกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและการเมืองหรือไม่ โดยไม่แสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

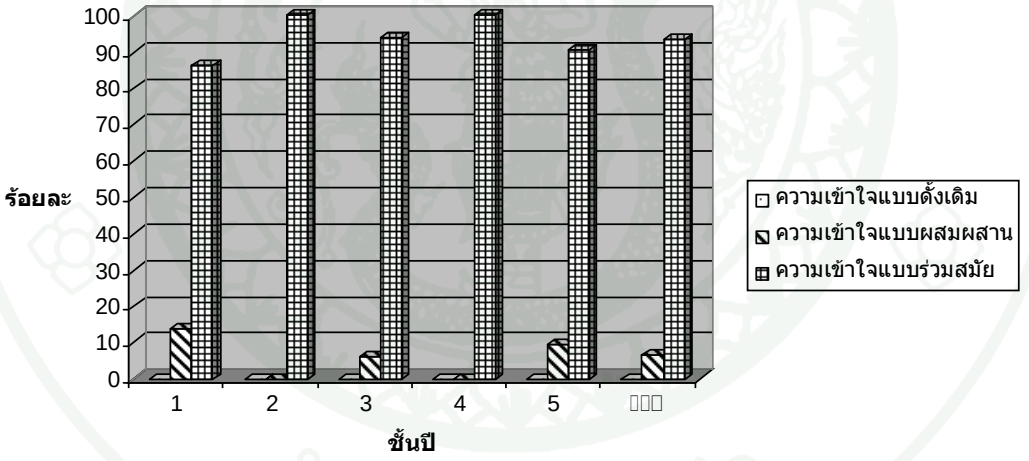
. . .วิทยาศาสตร์คือส่วนประกอบหนึ่งของสังคมที่สำคัญหัวข้อหนึ่งที่จะพัฒนาประเทศชาติให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมและสังคม. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 54)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .วิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาสังคม วัฒนธรรม และการเมือง. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 55)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง

จากผลการศึกษาในด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 5.2.1 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมือง ในประเด็นนี้สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 23 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวของกับสังคม วัฒนธรรม และการเมือง ซึ่งมีความสอดคล้องกับการแสดงความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาครูทั้งในส่วนของการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ชั้นปี



ภาพที่ 23 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 23

วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการในสถาบันต่างๆ

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านที่ 5.2.2 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการในสถาบันต่างๆ ถูกประเมินด้วยข้อความที่ 24 ซึ่งถามเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ในองค์กรต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความที่ 24 ทุกสถาบันมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ

ตารางที่ 57 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน ข้อความที่ 24

ชั้นปี ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	2(9.1)	0(0)	0(0)	0(0)	1(4.8)	3(3.4)
แบบผสมผสาน	1(4.5)	3(21.4)	1(5.9)	1(6.7)	2(9.5)	8(9)
แบบร่วมสมัย	19(86.4)	11(78.6)	16(94.1)	14(93.3)	18(85.7)	78(87.6)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ตารางที่ 58 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 24

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
ทุกสถาบันมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ	- สถาบันที่สอนดนตรี นาฏศิลป์ ไม่จำเป็นต้องใช้วิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยก็ได้	- เพราะบางสถาบันก็เน้นการทำงานที่ไม่เหมือนกัน มันขึ้นอยู่กับลุกษณะงานของแต่ละสถาบันนั้นๆ และหน้าที่ของบุคคลากรต่อสถาบัน	- ทุกสถาบันมักจะมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น มหาวิทยาลัย ที่เป็นแหล่งศึกษา วิจัย และผลิตนักวิทยาศาสตร์โดยตรง หรือ แม้แต่หน่วยงานที่สนับสนุนด้านการเงินก็เช่นกัน

จากตารางที่ 57 และ 58 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 87.6) เข้าใจว่า ทุกสถาบัน ทุกองค์กรมีการใช้วิทยาศาสตร์เข้าไปมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ทุกสถาบันมักจะมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็น มหาวิทยาลัย ที่เป็นแหล่งศึกษา วิจัย และผลิตนักวิทยาศาสตร์โดยตรง หรือ แม้แต่หน่วยงานที่สนับสนุนด้านการเงินก็เช่นกัน ” และนิสิตนักศึกษาครู ร้อยละ 9.0 ไม่แน่ใจว่าทุกองค์กรมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ดำเนินกิจกรรมด้วยหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการดำเนินชีวิตประจำวันของเรามาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันต่าง ๆก็อาจมีการใช้วิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และมีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 3.4 ที่ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ โดยเข้าใจว่าบางสถาบันหรือองค์กรวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้เข้าไปมีส่วนร่วม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ สถาบันที่สอนดนตรี นาฏศิลป์ ไม่จำเป็นต้องใช้วิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยก็ได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม โดยจำแนกเป็นแต่ละชั้นปีดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86.4) เข้าใจว่าทุกองค์กรมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตประจำวันจึงเข้าไปมีส่วนในสถาบันต่างๆด้วย เช่น สถาบันการค้นคว้า เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูเพียงร้อยละ 4.5 มีความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินกิจกรรมต่างๆในองค์กรหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการดำเนินชีวิตประจำวันของเรามากสถาบันต่างๆ ก็อาจมีการใช้วิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆได้ ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งเข้าใจว่าบางองค์กรก็ไม่จำเป็นต้องนำวิทยาศาสตร์มาเกี่ยวข้อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะมีอีกหลายสถาบันที่ไม่จำเป็นต้องใช้วิทยาศาสตร์ช่วย เช่น สถาบันศาสนา ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า ในการดำเนินชีวิตประจำวันในแต่ละสถาบันมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .วิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตประจำวันจึงเข้าไปมีส่วนในสถาบันต่างๆด้วย เช่น สถาบันการค้นคว้า เป็นต้น. . .

. . .สถาบันต่างๆที่เกิดขึ้นย่อมมีจุดประสงค์ต่างๆกัน เช่นสถาบันวิจัยพืชกับสัตว์ จะต้องใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินการเพื่อบรรลุจุดประสงค์. . .

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าทุกสถาบันมีการนำเอาวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในองค์กรและสถาบันต่างๆ เพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 78.6 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมต่างๆในสังคม โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ วิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมากดังนั้นการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆย่อมเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างแน่นอน ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 21.4 ไม่แน่ใจว่าทุกองค์กรมีวิทยาศาสตร์ไปเกี่ยวข้องด้วยหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะบางสถาบันก็เน้นการทำงานที่ไม่เหมือนกัน มันขึ้นอยู่กับลักษณะงานของแต่ละสถาบันนั้นๆและหน้าที่ของบุคคลากรต่อสถาบัน ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการทำงานต่างๆในสังคม โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ทุกสถาบันมีการใช้วิทยาศาสตร์มาเป็นตัวช่วยในการดำเนินเป็นกิจกรรมต่างๆทุกสถาบันต้องพึ่งเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 24)

. . .เพราะเราใช้วิทยาศาสตร์ในการประยุกต์ใช้กับการดำเนินกิจกรรมทุกกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 25)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าทุกสถาบัน ทุกองค์กรมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 94.1 เข้าใจว่าทุก ๆองค์กรมีการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการทำงานด้านต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 6.9 ไม่แน่ใจว่าทุกองค์กรมีการใช้วิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ อาจมีการเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์แต่อาจจะไม่ใช่โดยตรง ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าทุกองค์กรมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการทำงานในด้านต่างๆ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .เพราะวิทยาศาสตร์นำไปสู่การผลิตเทคโนโลยีที่ให้ทุกคนสามารถใช้ได้. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .ในการดำรงชีวิตค่ะ เรามีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในที่ทำงานเช่น กระบวนการวิจัย. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 34)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าในทุก ๆองค์กรมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมในองค์กรซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 93.3) มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่าทุกหน่วยงาน ทุกองค์กรมีการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในองค์กร โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อธิบายความเป็นไปต่างๆ ดังนั้นจึงมีหลายสถาบันที่มีการใช้วิทยาศาสตร์ เช่น การใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานของสถาบันนั้นๆในการแก้ปัญหาต่างๆ " มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 6.7 ที่ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้องกับในองค์กรต่างๆหรือไม่ โดยไม่ได้แสดงเหตุผลประกอบ จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ในหลายๆ หน่วยงานนั้นก็มีวิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้อง เช่น สถาบันนิติเวช ก็ ในการตรวจ DNA ของผู้ต้องสงสัยในคดีความต่างๆ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 43)

. . .วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อธิบายความเป็นไปต่างๆ ดังนั้นจึงมีหลายสถาบันที่มีการใช้วิทยาศาสตร์ เช่น การใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานของสถาบันนั้นๆในการแก้ปัญหาต่างๆ (วิศวกรรม:การแก้ปัญหาเกี่ยวกับไฟฟ้าว่ามีข้อบกพร่องในจุดใด). . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์ถูกนำไปใช้ในองค์กรและสถาบันต่างๆ เช่น นำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆในสังคม

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 85.7 เข้าใจว่าทุกองค์กรมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า " เพราะไม่ว่าจะเป็นสถาบันศาสนา วิทยาศาสตร์ก็เข้าไปมีบทบาทสำคัญในการดำรงอยู่และทุกสถาบัน ทุกองค์กรให้การยอมรับวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ได้รับการยอมรับทางสังคม " และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.5 ไม่แน่ใจว่าทุกองค์กร ทุกสถาบันมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปเกี่ยวข้องหรือไม่ โดยมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ไม่แน่ใจว่าทุกสถาบันมีการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ดำเนินกิจกรรมหรือไม่ แต่ส่วนใหญ่แล้วสถาบันต่างๆมีการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ดำเนินกิจกรรม ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานและมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 4.8 ไม่เห็นด้วยกับข้อความนี้ ซึ่งไม่แสดงเหตุผลประกอบ จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

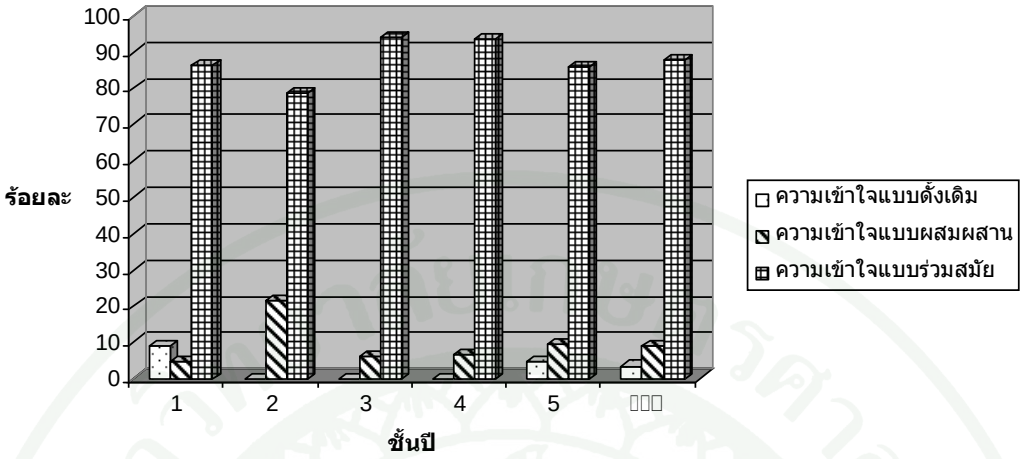
. . .ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาในสถาบันนั้น. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

. . .วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 55)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าองค์กรต่างๆมีการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนา หรืออยู่ในขั้นตอนการดำเนินงานของแต่ละองค์กร

จากผลการศึกษาในด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 5.2.2 วิทยาศาสตร์มีการดำเนินการในสถาบันต่างๆ ในประเด็นนี้สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 24 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มของความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยว่าทุกสถาบันทุกองค์กรมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 24

วิทยาศาสตร์กับจริยธรรม

ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้าน 5.2.3 วิทยาศาสตร์กับจริยธรรมถูกประเมินด้วยข้อความที่ 25 ซึ่งถามเกี่ยวกับจริยธรรมกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อความที่ 25 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงสิ่งที่จะเกิดประโยชน์มากกว่าจริยธรรมและความถูกต้อง

ตารางที่ 59 ร้อยละของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 25

ชั้นปี / ความเข้าใจ	1 (คน)(ร้อยละ)	2 (คน)(ร้อยละ)	3 (คน)(ร้อยละ)	4 (คน)(ร้อยละ)	5 (คน)(ร้อยละ)	รวม (คน)(ร้อยละ)
แบบดั้งเดิม	4(18.2)	1(7.1)	0(0)	0(0)	3(14.3)	8(9)
แบบผสมผสาน	2(9.1)	0(0)	2(11.8)	3(20)	3(14.3)	10(11.2)
แบบร่วมสมัย	16(72.7)	13(92.9)	15(88.2)	12(80)	15(71.4)	71(79.8)
รวม	22(100)	14(100)	17(100)	15(100)	21(100)	89(100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 60 ตัวอย่างการแสดงเหตุผลในข้อความที่ 25

ประเด็น	ความเข้าใจแบบดั้งเดิม	ความเข้าใจแบบผสมผสาน	ความเข้าใจแบบร่วมสมัย
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงสิ่งที่จะเกิดประโยชน์มากกว่าจริยธรรมและความถูกต้อง	ต้องคำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับคนส่วนใหญ่เป็นหลัก และคนในส่วนที่เหลือจะเข้าใจเองว่ามันมีประโยชน์อย่างไร	- บางสิ่งก็ไม่คำนึงถึงจริยธรรม เช่น ด้านการโคลนนิ่งคน หรือการนำสัตว์มาทำการทดลองซึ่งผิดศีลธรรม	ต้องคำนึงถึงประโยชน์ควบคู่กับจริยธรรมและความถูกต้อง มิฉะนั้นผลที่ได้อาจจะเสียมากกว่าประโยชน์ที่ได้จริงๆ

จากตารางที่ 59 และ 60 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ร้อยละ 79.8 เข้าใจว่าเราควรที่จะคำนึงทั้งประโยชน์และจริยธรรมควบคู่กันไปว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ และสังคมมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ควรคิดถึงจริยธรรมและความถูกต้องเป็นสำคัญ เช่น การโคลนนิ่งที่เกิดการขัดแย้งในปัจจุบันเพราะคนเราคิดถึงประโยชน์ไม่คิดถึง คุณธรรมและปัญหาที่จะตามมา ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 11.2 ไม่แน่ใจว่าต้องคำนึงถึงทั้งความถูกต้อง และจริยธรรมด้วยหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางสิ่งก็ไม่คำนึงถึงจริยธรรม เช่น ด้านการโคลนนิ่งคน หรือการนำสัตว์มาทำการทดลองซึ่งผิดศีลธรรม ซึ่งบางประเทศหรือบางศาสนายังไม่ให้การยอมรับ แต่ถ้าบางคนที่เห็นว่า ถ้าเกิดประโยชน์กับคนอย่างมากก็สามารถที่จะศึกษาค้นคว้าต่อไป เพื่อให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ส่วนนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 9.0 เข้าใจว่าควรที่คำนึงถึงจริยธรรมก่อนความถูกต้อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เนื่องในสมัยปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทมากในสังคม การหาความรู้นี้ควรคำนึงถึงจริยธรรมมากกว่า เพราะวิทยาศาสตร์เข้าถึงคนมากควรกระทำอย่างระมัดระวัง เพื่อประโยชน์ของผู้อื่นมากกว่าตนเองได้ ” ซึ่งสามารถจำแนกแต่ละชั้นปีได้ดังนี้

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 72.7 เข้าใจว่าเราควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้องควบคู่กันไป โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การเกิดประโยชน์และจริยธรรม ความถูกต้อง เช่น สังคมที่ควรคำนึงถึงไปพร้อมๆกันเช่น พืช GMO ทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี มีปริมาณมาก แต่เราก็ไม่สามารถทราบหรือป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา เช่น การเกิดสารพิษตกค้า ทำให้พืชพื้นเมืองอาจสูญพันธุ์ เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย มีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 9.1 ไม่แน่ใจว่าควรที่จะคำนึงทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นและจริยธรรมควบคู่กันไปด้วยหรือไม่ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางทีเราก็ต้องคำนึงความถูกต้องทางสังคมด้วยไม่ใช่แต่จะให้ความเจริญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางวัตถุ ทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวแต่เราควรที่จะให้ความเจริญทางจิตใจดำเนินไปด้วยกัน ” และนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 18.2 เข้าใจว่าควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรมมากกว่าความถูกต้อง โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เนื่องจากในสมัยปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทมากในสังคมการหาความรู้นี้ควรคำนึงถึงจริยธรรมมากกว่า ”จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ต้องคำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับคนส่วนใหญ่เป็นหลัก และคนในส่วนที่เหลือจะเข้าใจเองว่ามันมีประโยชน์อย่างไร. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 11)

. . .ควรคิดถึงจริยธรรมและความถูกต้องเป็นสำคัญเช่น การโคลนนิ่งที่เกิดการขัดแย้งในปัจจุบันเพราะคนเราคิดถึงประโยชน์ไม่คิดถึง คุณธรรมและปัญหาที่จะตามมา. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 12)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่าพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมและร่วมสมัย โดยที่กลุ่มที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมเข้าใจว่าควรที่จะคำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นเป็นสิ่งสำคัญ และกลุ่มของความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่าควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้องควบคู่กับประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 92.9 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้องทั้งสองอย่างควบคู่ไปกับประโยชน์ โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องไม่ขัดกับหลักจริยธรรมและความถูกต้องด้วยหากเรานำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการทางที่ผิดถึงจะก่อให้เกิดประโยชน์ แต่ก็เป็นการใช้วิทยาศาสตร์ในทางที่ผิดอยู่ ” และมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 7.1 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งไม่แสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ต้องดูที่จริยธรรมและความถูกต้องควบคู่กันไปเพราะถ้าความรู้นั้นไม่ก่อให้เกิดผลดีแก่คนส่วนใหญ่ผู้คนก็จะไม่ยอมรับ ถึงแม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะก่อให้เกิดประโยชน์มากมายแต่ส่งผลกระทบต่อคนส่วนใหญ่ก็ไม่ถูกต้อง เช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 21)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .เพราะถ้าคำนึงถึงแต่ประโยชน์ไม่นึกถึงจริยธรรมและความถูกต้องในประเทศก็จะมีแต่คนเห็นแก่ตัว. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 22)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรม ความถูกต้องพร้อมกับประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 88.2 เข้าใจว่าควรที่คำนึงถึงจริยธรรม ประโยชน์และความถูกต้องควบคู่กันไป จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ถ้ามีความรู้แต่ไม่มีจริยธรรมเป็นเครื่องมือควบคุมการใช้ก็จะก่อให้เกิดความวุ่นวายในสังคม ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็จะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ” มีเพียงนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 11.8 ไม่แน่ใจว่าควรที่จะคำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นมากกว่าจริยธรรมและความถูกต้องหรือไม่ จัดเป็นเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งไม่แสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .ถ้าได้ความรู้วิทยาศาสตร์แต่ไม่คำนึงถึงจริยธรรมก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นในสังคม. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 33)

. . .ควรที่จะคิดถึงทุกอย่างทั้งจริยธรรม ความถูกต้องและก็ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น เพราะทุกอย่างมีส่วนทำให้ประเทศชาติพัฒนา. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 34)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่จะคำนึงถึงความถูกต้อง จริยธรรมรวมไปถึงประโยชน์ที่จะได้รับควบคู่กันไป ก่อนที่จะลงมือทำงานทางวิทยาศาสตร์

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 80.0 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าควรที่คำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้องควบคู่ไปกับประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้องด้วย เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียที่ตามมาภายหลัง ” และนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 20.0 ไม่แน่ใจว่าควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้องมากกว่าประโยชน์หรือต้องควบคู่กันไป โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ บางสิ่งก็ไม่คำนึงถึงจริยธรรม เช่น ด้านการโคลนนิ่งคน หรือการนำสัตว์มาทำการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งผิดศีลธรรม ซึ่งบางประเทศหรือบางศาสนายังไม่ให้การยอมรับ แต่ถ้าบางคนที่เห็นว่า ถ้าเกิดประโยชน์กับคนอย่างมากก็สามารถที่จะศึกษาค้นคว้าต่อไป เพื่อให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ ” และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

. . .อย่างการโคลนนิ่งยังมีปัญหาในสังคมเลยครับ แต่ประโยชน์จากการโคลนนิ่งสามารถช่วยชีวิตคนได้มันก็ต้องเอามาชั่งน้ำหนักกันครับถ้าจะทำ. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 42)

. . .ควรจะดูหลายๆอย่างประกอบกันค่ะ เพราะถ้าเรามัวแต่คิดถึงจริยธรรมก็อาจทำให้ประเทศชาติไม่เจริญ หรือถ้าเรามัวแต่ดูประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นคนในประเทศก็ไร้มนุษยธรรม. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 44)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรม และความถูกต้องและประโยชน์ร่วมกันไป

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ร้อยละ 71.4 เข้าใจว่าควรที่จะคำนึงถึงจริยธรรมและความถูกต้องรวมไปถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นควบคู่กันไป โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ เพราะหากไม่คำนึงถึงจริยธรรมความถูกต้อง อาจทำให้เกิดความเสียหายตามมา เพราะความเห็นแก่ตัว เช่น การโคลนนิ่งมนุษย์เพื่อต้องการอวัยวะภายใน การทำระเบิดนิวเคลียร์ หรือเชื้อโรคทำลายล้างเผ่าพันธุ์มนุษย์เป็นต้น ” จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย และมีนิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 14.3 ไม่แน่ใจว่าจริยธรรมและความถูกต้องกับประโยชน์ควรที่จะคำนึงถึงอะไรมากกว่ากัน โดยมีการยกตัวอย่างแสดงเหตุผลว่า “ การโคลนนิ่งมนุษย์เป็นวิทยาศาสตร์ที่ช่วยคนและมีประโยชน์ แต่ก็ขัดหลักจริยธรรมและความถูกต้อง ถ้าสังคมนั้นไม่ยอมรับก็ไม่สามารถทำได้ แต่ถ้าสังคมให้การยอมรับก็สามารถทำได้ ” จัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสาน และนิสิตนักศึกษาครูจำนวนร้อยละ 14.3 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ซึ่งไม่แสดงเหตุผลประกอบ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมจากการสัมภาษณ์ดังนี้

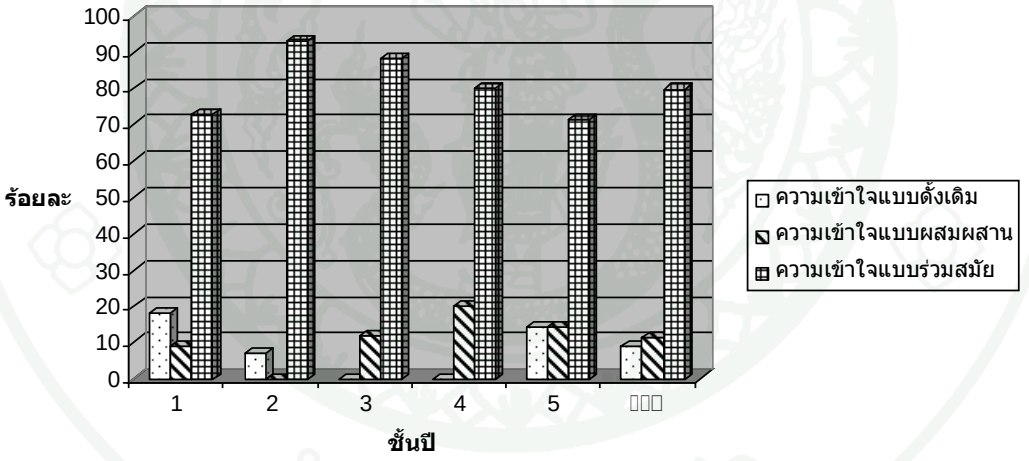
. . .มันพูดยากนะ คิดว่าถ้าจะให้ดีก็ควรที่จะนึกถึงทุกอย่างทั้งประโยชน์ ความถูกต้องและก็จริยธรรม มันต้องควบคู่กันไป. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 52)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

. . .จริยธรรม ความถูกต้อง และประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นเป็นสิ่งที่ควรคิดก่อนที่จะลงมือทำอะไรก็ตามค่ะ เพราะถ้าเกิดเป็นสิ่งที่มีประโยชน์และมีความถูกต้องก็จะมีผลกับประเทศชาติอย่างมาก. . .(นิสิตนักศึกษาครูรหัส 53)

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่จะพิจารณาจากความถูกต้อง จริยธรรมและประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นควบคู่กันไป จัดเป็นความเข้าใจแบบร่วมสมัย

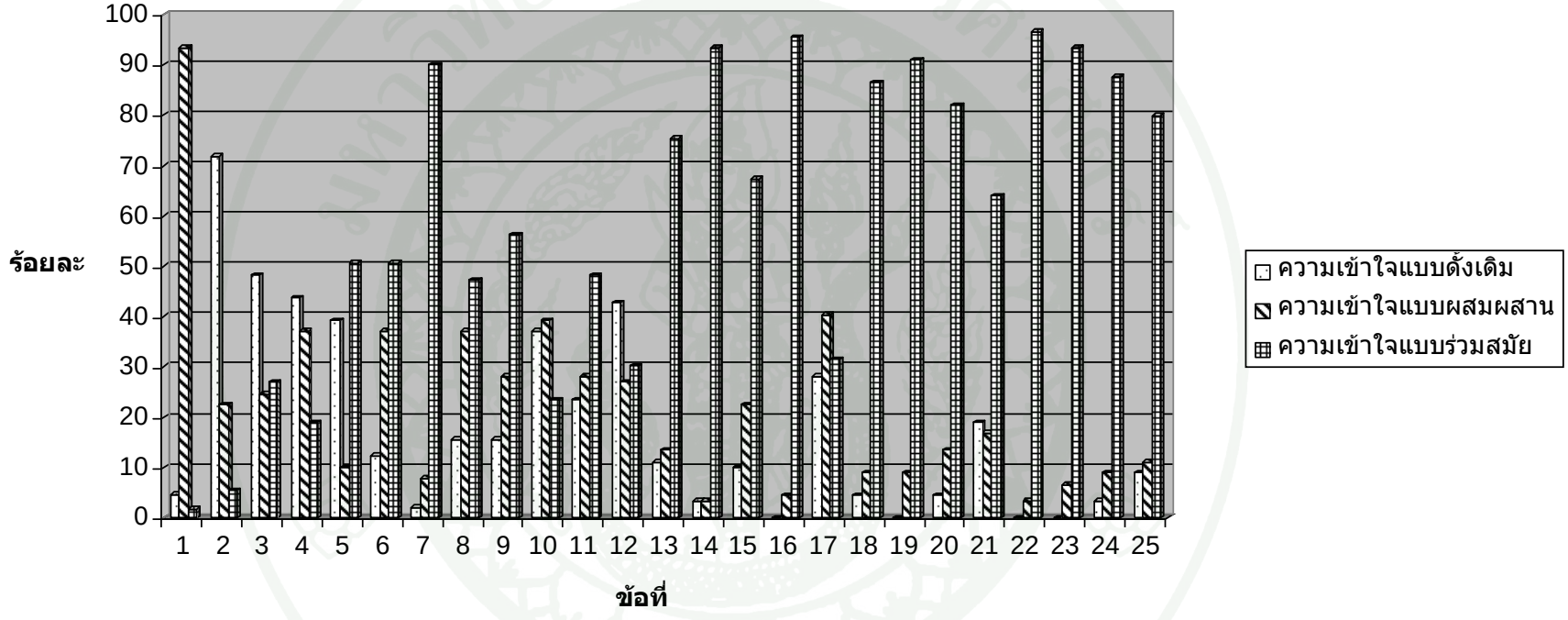
จากผลการศึกษาในด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านที่ 5.2.3 วิทยาศาสตร์กับจริยธรรม ในประเด็นนี้สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 25 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าการสืบเสาะหาความรู้ต้องคำนึงถึงจริยธรรม ความถูกต้อง และประโยชน์ควบคู่กันไปซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 25 แผนภูมิแสดงร้อยละความเข้าใจในข้อความที่ 25

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าในด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูมีทั้งความเข้าใจแบบร่วมสมัย ความเข้าใจแบบผสมผสานและความเข้าใจแบบดั้งเดิมเกือบทุกด้านย่อยนอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจคือมีเพียงนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 และ 2 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน

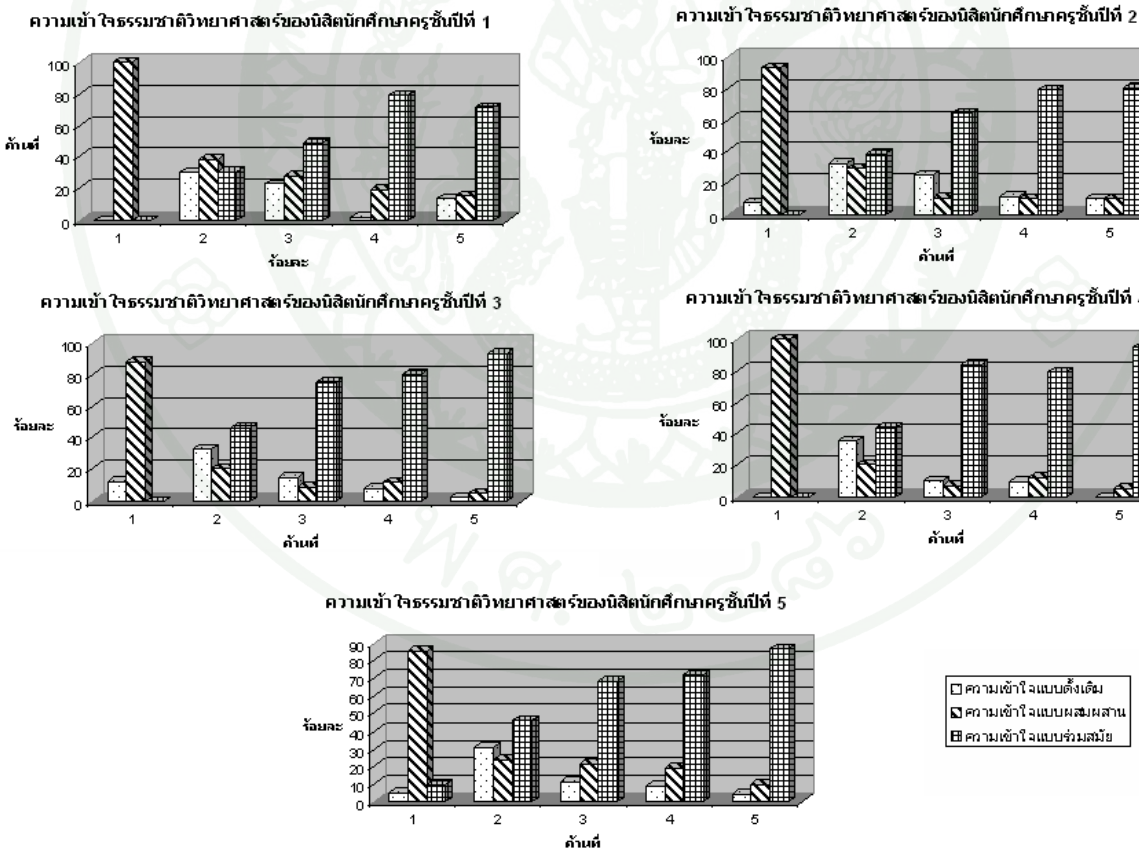
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูรายข้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 25 แสดงได้ดังภาพที่ 26 ซึ่งพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยในข้อความที่ 5 (กฎทางวิทยาศาสตร์), 6 (การอธิบายและทำนาย), 7 (พยานและหลักฐาน), 8 (ข้อจำกัด), 9 (ที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์), 11 (ประชาคมนักวิทยาศาสตร์), 13 (วิธีการทางวิทยาศาสตร์), 14 (จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์), 15 (การคาดเดาผลการทดลอง), 16 (ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์), 18 (บทบาทของนักวิทยาศาสตร์), 19 (การทำงานของนักวิทยาศาสตร์), 20 (มุมมองของนักวิทยาศาสตร์), 21 (วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี), 22 (ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 23 (สังคมกับวิทยาศาสตร์), 24 (องค์กรกับวิทยาศาสตร์), และ 25 (จริยธรรมกับวิทยาศาสตร์) ในส่วนของความเข้าใจแบบผสมผสานในข้อความที่ 1 (ความหมายของวิทยาศาสตร์) และความเข้าใจแบบดั้งเดิมในข้อความที่ 2 (การสร้างความรู้วิทยาศาสตร์), 3 (ความรู้เดิมและความรู้ใหม่), 4 (ความคงทน), และ 12 (วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์) และนอกจากนี้ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูไม่ได้มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยหรือความเข้าใจแบบดั้งเดิม แต่มีทั้งสองแนวคิดผสมกันซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบผสมผสานในทุกด้าน



ภาพที่ 27 ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูแต่ละชั้นปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 27 แสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูแต่ละชั้นปีมีแนวโน้มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ ในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความแนวโน้มความเข้าใจแบบผสมผสาน ส่วนในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีแนวโน้มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ความเข้าใจแบบผสมผสานและความเข้าใจแบบร่วมสมัยใกล้เคียงกันทุกชั้นปี ส่วนในด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูแต่ละชั้นปีมีแนวโน้มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยทุกชั้นปี

ผู้วิจัยได้แสดงการจำแนกในรายข้อของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมและความเข้าใจแบบผสมผสาน ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งได้กำหนดระดับของความเข้าใจไว้ดังนี้ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2553)

ช่วงร้อยละ	**ระดับ**
ต่ำกว่าร้อยละ 20	ต่ำมาก
ร้อยละ 21-40	ต่ำ
ร้อยละ 41-60	ปานกลาง
ร้อยละ 61-80	สูง
ร้อยละ 81 ขึ้นไป	สูงมาก

ตารางที่ 61 ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม

ลำดับ	ข้อ	ความเข้าใจแบบดั้งเดิมเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ร้อยละ	ระดับ
1	2	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ	71.9	สูง
2	3	หากมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มี ความรู้เดิมนั้นจะถูกยกเลิก	48.3	ปานกลาง
3	4	ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น	43.8	ปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 61 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อ	ความเข้าใจแบบดั้งเดิมเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ร้อยละ	ระดับ
4	12	การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	42.7	ปานกลาง
5	5	กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	39.3	ต่ำ
6	10	กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี	37.1	ต่ำ
7	17	นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้	28.1	ต่ำ
8	11	เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์	23.6	ต่ำ
9	21	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน	19.1	ต่ำมาก

จากตารางที่ 61 ผู้วิจัยจัดลำดับความเข้าใจแบบดั้งเดิมจากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูจากมากไปน้อย พบว่า นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมมากที่สุด 3 ลำดับแรกคือ ในข้อความที่ 2 (การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์) ซึ่งอยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 71.9) รองลงมาคือในข้อความที่ 3 (การยกเลิกความรู้เดิม) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 48.3) และในข้อความที่ 4 (ความคงทนของความรู้) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.8)

ตารางที่ 62 ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน

ลำดับ	ข้อ	ความเข้าใจแบบผสมผสานเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ร้อยละ	ระดับ
1	1	วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว	93.3	สูงมาก
2	17	นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้	40.4	ต่ำ
3	10	กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี	39.3	ต่ำ
4	4	ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น	37.1	ต่ำ
4	6	นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	37.1	ต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 62 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อ	ความเข้าใจแบบผสมผสานเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ร้อยละ	ระดับ
4	8	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง	37.1	ต่ำ
7	9	สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์	28.1	ต่ำ
7	11	เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์	28.1	ต่ำ
9	12	การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	27.0	ต่ำ
10	3	หากมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มี ความรู้เดิมนั้นจะถูกยกเลิก	24.7	ต่ำ
11	2	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ	22.5	ต่ำ
11	15	นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้	22.5	ต่ำ

จากตารางที่ 62 ผู้วิจัยจัดลำดับความเข้าใจแบบผสมผสานจากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูจากมากไปน้อย พบว่า นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 มีความเข้าใจแบบผสมผสานมากที่สุด 3 ลำดับแรกคือ ในข้อความที่ 1 (ความหมายของวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับสูงมาก (ร้อยละ 93.3) รองลงมาคือในข้อความที่ 17 (อคติกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 40.4) และในข้อความที่ 10 (กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 39.3)

จากตารางที่ 61 และ 62 ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ความเข้าใจแบบดั้งเดิมและความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งทั้งสองความเข้าใจนี้จัดเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัย ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงในตารางที่ 63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 63 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัยของนิสิตนักศึกษาครูเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำถึงสูงมาก

ลำดับ	ข้อ	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	แบบดั้งเดิม ร้อยละ	แบบผสมผสาน ร้อยละ	รวม	ระดับ
1	1	วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว	93.3	4.5	97.8	สูงมาก
2	2	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ	71.9	22.5	94.4	สูงมาก
3	4	ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น	43.8	37.1	80.9	สูง
4	10	กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี	37.1	39.3	76.4	สูง
5	17	นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้	28.1	40.4	68.5	สูง
6	8	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง	15.7	37.1	52.8	ปานกลาง
7	11	เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์	23.6	28.1	51.7	ปานกลาง
8	6	นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	12.4	37.1	49.5	ปานกลาง
9	5	กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	39.3	10.1	49.4	ปานกลาง
10	9	สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์	15.7	28.1	43.8	ปานกลาง
11	10	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน	19.1	16.9	36	ต่ำ
12	15	นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้	10.1	22.5	32.6	ต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 63 ผู้วิจัยจัดลำดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจร่วมสมัย (ความเข้าใจแบบดั้งเดิมและความเข้าใจผสมผสาน) จากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูจากมากไปน้อย พบว่า 5 ลำดับแรกที่นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดได้แก่ ในข้อความที่ 1 (ความหมายของวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับสูงมาก (ร้อยละ 97.8) รองลงมาคือในข้อความที่ 2 (การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับสูงมาก (ร้อยละ 94.4) ในข้อความที่ 4 (ความคงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 80.9) ในข้อความที่ 10 (กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 76.4) และในข้อความที่ 17 (อคติกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 68.5)

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าจากผลการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย แต่ยังคงพบความเข้าใจแบบดั้งเดิมและความเข้าใจแบบผสมผสานซึ่งจัดเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัยในทุกด้าน และจากการสัมภาษณ์นิสิตนักศึกษาครูเพิ่มเติมจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่านิสิตนักศึกษาครูไม่สามารถที่จะตอบคำถามได้ในทันที และนิสิตนักศึกษาครูยังไม่เข้าใจและสับสนเกี่ยวกับความเข้าใจของตนเองในการตอบคำถาม ซึ่งแสดงให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครูขาดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัย

ข้อวิจารณ์

จากผลการวิจัยเรื่อง ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อวิจารณ์เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและข้อเสนอแนะของการวิจัยดังนี้

ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 54.4 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัย ในประเด็นและยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งได้แก่ความเข้าใจแบบดั้งเดิมร้อยละ 13.3 โดยที่นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมมากที่สุด ในประเด็นที่นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจแบบผสมผสานร้อยละ 32.4 โดยที่นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบผสมผสานมากที่สุดในประเด็นความหมายของวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของและ Buaraphan (2009) และขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่านิสิตนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและไม่แน่ใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) Haidar (1999) และ Palmquist and Finley (1997) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูไม่ได้มีความเข้าใจแบบผสมระหว่างความเข้าใจแบบดั้งเดิมและแบบร่วมสมัยแต่มีความเข้าใจทั้งสองแบบผสมกันอยู่ อาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครูไม่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความมานะอุตสาหะของนักวิทยาศาสตร์ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2552) และนอกจากนี้จากการสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูไม่สามารถตอบคำถามได้ในทันทีและคำตอบขาดความชัดเจน อาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครูแต่ละคนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆอยู่เฉพาะตนซึ่งอาจมีรายละเอียดหรือมีความชัดเจนที่แตกต่างกันไป อาจเกิดจากการขาดความเข้าใจที่ชัดเจนในเรื่องนั้นจริงๆ (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ, 2550) นอกจากนี้การที่นิสิตนักศึกษาครูมีความลังเลในการตอบคำถามอาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครูมีแนวคิดทางเลือก (Alternative Concepts) เป็นแนวคิดเดิมและมักจะถูกใช้เป็นประจำในการอธิบายหรือแก้ปัญหาต่างๆในชีวิตประจำวันทำให้ไม่สามารถเลือกใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนนำมาใช้ตอบคำถามได้ (ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551)

นิสิตนักศึกษาครูแต่ละชั้นปีมีแนวโน้มของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ ในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบผสมผสานว่า วิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆรอบตัว ซึ่งสอดคล้องกับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ(2550); Promkatkeaw (2007); Promkatkeaw *et al*. (2007) ที่พบว่าครูส่วนใหญ่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้และเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม และสอดคล้องกับ 1 ใน 6 ของความหมายของวิทยาศาสตร์ที่ Abell and Smith (1994) เสนอไว้ อาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครูขาดความเข้าใจในความหมายที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์ซึ่งหากนิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่องค์ความรู้ก็จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนของนิสิตนักศึกษาครูที่เน้นเพียงแค่เนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุธาวัลย์ มีศรี (2550) ที่พบว่าหากครูขาดประสบการณ์ของการจัดการเรียนการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ และความเข้าใจเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก็จะสอนนักเรียนว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงเรื่องขององค์ความรู้ นอกจากนี้ยังพบว่านิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นโดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการอธิบาย มีการโต้แย้งและมีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจส่งผลทำให้นิสิตนักศึกษาครูสามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนเพื่อทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551)

ด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีแนวโน้มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ มีความเข้าใจแบบดั้งเดิม แบบผสมผสาน และแบบร่วมสมัยที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหลายประเด็น เช่น นิสิตนักศึกษาครูเข้าใจว่าธรรมชาติเป็นผู้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้และมีความน่าเชื่อถือกว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครูขาดความเข้าใจในความรู้ของวิทยาศาสตร์ และส่งผลให้นิสิตนักศึกษาครูไม่สามารถตระหนักถึงความสำคัญทำให้ไม่สามารถเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมที่จะนำเสนอต่อนักเรียน (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2552) และในข้อความที่ 2 ถามเกี่ยวกับ ความรู้มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่าในธรรมชาติมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่แล้วเพียงแต่รอให้นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Promkatkeaw (2007); Haidar (1999) และ วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) ซึ่งพบว่านิสิตนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงเข้าใจว่าธรรมชาติเป็นผู้ค้นพบความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติซึ่งจัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิมและในข้อความที่ 3 ถามเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 51.7 มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัย(ความเข้าใจแบบดั้งเดิมและความเข้าใจแบบผสมผสาน)ว่าเมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นความรู้เดิมจะถูกยกเลิกไปซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Haidar (1999); วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าเมื่อมีความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่เกิดขึ้นแต่ความรู้เดิมก็ยังคงเป็นประโยชน์แก่นักวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับ นฤมล ยุตาคม (2546); AAAS. (1990) และ NSTA. (2000) ซึ่งเมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นความรู้เดิมจะไม่ถูกยกเลิกแต่จะถูกขยายความเพิ่มเติมหรือเป็นฐานให้มีการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และในข้อความที่ 4 ถามเกี่ยวกับการอธิบายของแบบจำลองอะตอมของนิวตันพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 80.9 ที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าแบบจำลองอะตอมของนิวตันไม่สามารถที่จะใช้อธิบายอะตอมได้แล้ว อาจเป็นเพราะนิสิตยังไม่เข้าใจถึงความคงทนขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะถึงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเก่าแต่ก็ยังมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลัง ซึ่งสอดคล้องกับวรรณทิพา รอดแรงค้า (2542) และ Haidar (1999) ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนและเป็นจริงชั่วคราวในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง และในข้อความที่ 5 ถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 50.6 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่ากฎทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงเข้าใจว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และสอดคล้องกับ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และในข้อความที่ 6 ถามเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ในการทำนายและอธิบาย พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 50.6 เข้าใจแบบร่วมสมัยว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะใช้ทำนายและอธิบายสิ่งต่างๆได้ ซึ่งสอดคล้องกับ AAAS (1990) และนฤมล ยุตาคม (2546) ว่าวิทยาศาสตร์จะให้คำอธิบายและทำนายเพราะนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สังเกตได้ให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันและควรมีอำนาจของการทำนายทั้งปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตและในอนาคตและในข้อความที่ 7 ถามเกี่ยวกับการมีพยานและหลักฐานจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ พบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่ร้อยละ 89.9 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์ต้องการพยานและหลักฐานมาสนับสนุนซึ่งสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546); AAAS. (1990) ว่างานทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานซึ่งได้จากการสังเกตสิ่งต่างๆในธรรมชาติและการวัดทั้งในสภาพที่เป็นธรรมชาติและในสถานการณ์ที่สร้างขึ้นและในข้อความที่ 8 ถามเกี่ยวกับข้อจำกัดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่านิสิตนักศึกษาครู ร้อยละ 52.8 มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัยซึ่งเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถให้คำอธิบายและตอบคำถามได้ทุกเรื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและตอบคำถามได้ทุกเรื่อง จัดเป็นความเข้าใจแบบดั้งเดิม และนอกจากนี้ยังพบว่านิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายและตอบคำถามได้ทุกเรื่อง เช่น เรื่องไสยศาสตร์ หรือเรื่องลี้ลับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ให้เหตุผลว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะให้คำตอบได้ในทุกเรื่อง เช่น เรื่องผี หรือวิญญาณ และยังสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546) และ AAAS. (1990) ว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบหรืออธิบายได้อย่างสมบูรณ์ในทุกๆเรื่องและในข้อความที่ 9 ถามเกี่ยวกับที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 56.2 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างจากการทดลองเพียงอย่างเดียว ที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมาจากการสังเกต การสืบเสาะหาข้อมูล เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูครูวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ยังได้มาจากวิธีการอื่นอีกด้วยและในข้อความที่ 10 ถามเกี่ยวกับชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 76.4 มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่ากฎใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี ทฤษฎีอธิบายได้ดีกว่ากฎ ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สอดคล้องกับ Haidar (1999) และ วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) พบว่านิสิตนักศึกษาครูและอาจารย์พี่เลี้ยงเข้าใจว่ากฎทางวิทยาศาสตร์สามารถได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจว่า ทฤษฎีมีความน่าเชื่อถือน้อยกว่ากฎ และทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่กฎสามารถไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และทฤษฎีเมื่อได้รับการพิสูจน์มากพอจนมีความน่าเชื่อถือจะกลายเป็นกฎซึ่งสอดคล้องกับ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์ให้เหตุผลว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้และทฤษฎีเมื่อถูกพิสูจน์ว่าจริงจะกลายไปเป็นกฎ และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมยังพบว่านิสิตนักศึกษาครูยังคงไม่สามารถแสดงความเห็นที่ชัดเจนเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น กฎและทฤษฎี ซึ่งสอดคล้องกับ เทพกัญญา พรหมขัติแก้วและคณะ (2550) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ไม่สามารถแสดงความเห็นที่ชัดเจนเกี่ยวกับลักษณะและประเภทต่างๆของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และในข้อความที่ 11 ถามเกี่ยวกับการเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 48.3 เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการพิสูจน์และตรวจสอบจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์สามารถเชื่อถือได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Promkatkeaw (2007) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการอบรมเข้าใจว่าประชาคมนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ตรวจสอบและรับรองความน่าเชื่อถือของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ AAAS. (1990) และ นฤมล ยุตาคม (2546) ที่อธิบายว่าเมื่อนักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ๆ เขาจะต้องนำเสนอข้อค้นพบและทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นในเอกสารที่นำเสนอในการประชุมทางวิชาการหรือตีพิมพ์ในวารสารทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่นตรวจสอบและวิพากษ์วิจารณ์

ด้านที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มของความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยซึ่งแสดงถึงการเข้าใจในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยในข้อความที่ 12 ถามเกี่ยวกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 42.7 มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครูมีการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว จึงทำให้เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) ที่พบว่ายังมีครูวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเข้าใจว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้คือการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับ Promkatkeaw (2007) ที่พบว่าก่อนอบรมครูวิทยาศาสตร์เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียว และแตกต่างจากงานวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของวรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) และ Haidar (1999) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงเข้าใจว่าไม่มีวิธีการเดียวในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และในข้อความที่ 13 ถามเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 75.3 เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน สามารถทำซ้ำหรือทำกลับไปกลับมาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552); Haidar (1999) ที่พบว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน และนอกจากนี้ยังพบประเด็นที่นิสิตนักศึกษาครูยังให้เหตุผลว่าหากไม่ทำตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ตรง ซึ่งสอดคล้องกับวรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) ว่าเหตุผลที่นิสิตนักศึกษาครูไม่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยเพราะเข้าใจว่าถ้าไม่ทำตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะได้ข้อมูลที่ไม่ตรงตามที่ต้องการ การทำตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการป้องกันการคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น และสอดคล้องกับ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 43.8 และครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 44.6 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และนอกจากนี้มีครูวิทยาศาสตร์ให้เหตุผลว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เหมือนกับที่มีเป็นขั้นตอนในหนังสือเรียนและในข้อความที่ 14 ถามเกี่ยวกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 93.3 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่า นักวิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนอกจากนี้ยังมีนิสิตนักศึกษาครูที่มีความเข้าใจแบบดั้งเดิมให้เหตุผลว่าการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการจะทำให้ผลการทดลองหรือความรู้ที่ได้คลาดเคลื่อนซึ่งสอดคล้องกับ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 91.0 และครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 80.0 เข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทในวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ให้เหตุผลว่าหากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ควรขึ้นอยู่กับความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะอาจทำให้ข้อมูลที่ได้ผิดพลาด และสอดคล้องกับ นฤมล ยุตาคม (2546); AAAS. (1990) ที่ว่าวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานเหตุผลกับจินตนาการเข้าด้วยกันและสอดคล้องกับ Meesee (2007) ที่พบว่าก่อนการอบรมและหลังการอบรมครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจว่าต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วย และในข้อความที่ 15 ถามเกี่ยวกับการคาดเดาผลการทดลองจากการออกแบบการทดลองของนักวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 67.4 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองของเขาเองได้ซึ่งสอดคล้องกับ Promkatkeaw (2007) และ Meesee (2007) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการอบรมเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการทดลองได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยซึ่งเข้าใจถึงคุณสมบัติและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์โดยในข้อความที่ 16 ถามเกี่ยวกับคุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 95.5 มีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นคว้าหาคำอธิบายที่ดีที่สุดในการอธิบายสิ่งต่างๆและจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่านักวิทยาศาสตร์ควรที่เป็นคนที่ช่างสังเกต มีความรับผิดชอบ มีความมุ่งมั่น มีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับเทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ (2550); Promkatkeaw (2007) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์มีความเห็นสอดคล้องกันว่านักวิทยาศาสตร์คือบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น มีลักษณะเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดวิเคราะห์ ชอบค้นคว้าทดลองพิสูจน์และประดิษฐ์สิ่งต่างๆ และในข้อความที่ 18 ถามเกี่ยวกับบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในสังคมพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 86.5 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีหลายบทบาทในสังคมนอกจากผู้เชี่ยวชาญ นักวิทยาศาสตร์อาจเป็นพลเมืองทั่วไปหรือพ่อแม่ซึ่งสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546) และ AAAS. (1990) ที่กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสาธารณะในฐานะที่เป็นทั้งผู้เชี่ยวชาญและพลเมืองและในข้อความที่ 17 ถามเกี่ยวกับอคติกับนักวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 31.5 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่ก็จะพยายามทำให้อคติที่อาจเกิดขึ้นมีน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546) และ AAAS. (1990) ที่กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์จะพยายามระบุและหลีกเลี่ยงอคติในการทำงานของเขาเองและของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ทั้งในเรื่องวิธีการและเครื่องมือรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การเลือกศึกษาข้อมูล และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการให้มีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องเดียวกันหลายกลุ่มและสอดคล้องกับขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ที่กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะกำจัดหรือหลีกเลี่ยงความลำเอียงได้ทั้งหมดซึ่งมีการตรวจสอบจากเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ (Peer review) เช่น การเสนอข้อค้นพบในการประชุมหรือวารสารวิชาการต่างๆ เป็นต้น และในข้อความที่ 19 ถามเกี่ยวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 91.0 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันและเป็นการหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นหรือบางครั้งนักวิทยาศาสตร์ก็อาจที่จะต้องทำงานเพียงคนเดียวแต่ก็ควรที่จะให้เพื่อนนักวิทยาศาสตร์ร่วมตรวจสอบซึ่งสอดคล้องกับขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ที่กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์อาจเกิดความลำเอียงจากการตีความหมายข้อมูลได้ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์อาจมีการใช้การตรวจสอบจากเพื่อนนักวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับ Promkatkeaw (2007) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการอบรมเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำงานเพียงลำพังในห้องปฏิบัติการ และในข้อความที่ 20 ถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อนักวิทยาศาสตร์ซึ่งพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 82.0 เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีมุมมองที่แตกต่างกันแม้จะมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เหมือนกันซึ่งการสังเกต การลงความเห็น การตีความของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลมาจากความรู้เดิม หรือทฤษฎีของตนเอง (Theory-laden observation) ซึ่งสอดคล้องกับขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ที่กล่าวว่าการสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ก็เหมือนกับผู้สังเกตอื่นๆที่มีกระบวนทัศน์ (Paradigm) ของตนเองที่ใช้ในการมองและทำความเข้าใจโลกซึ่งแต่ละคนก็มีทฤษฎี แนวคิดเดิม ความคิดสร้างสรรค์และความลำเอียงเฉพาะตนและสอดคล้องกับวรรณทิพา รอดแรงค้า (2552) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 58 เห็นด้วยว่ามีหลายปัจจัย เช่น ความรู้เดิม ความเป็นเหตุเป็นผล และปัจจัยทางสังคมที่มีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับสุธาวัลย์ มีศรี (2550) ที่พบว่าหลังการอบรมครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์มีอยู่

ด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มของความเข้าใจเป็นแบบร่วมสมัยซึ่งในข้อความที่ 21 ถามเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 36 มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันและมีการแสดงเหตุผลว่าเทคโนโลยีคือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ซึ่งสอดคล้องกับ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 38.7 ไม่แน่ใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกันหรือไม่โดยหนึ่งในสามของนิสิตนักศึกษาครูให้เหตุผลว่าเทคโนโลยีคือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนิสิตนักศึกษาครูยังขาดความเข้าใจในความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Promkatkeaw (2007) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ก่อนการอบรมเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คือการประดิษฐ์และออกแบบสิ่งต่างๆเพื่อให้คุณภาพชีวิตดีขึ้นและสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546) , ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) และ AAAS. (1990) ที่ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งเดียวกันเพราะเป้าหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นแตกต่างกัน วิทยาศาสตร์ คือ การแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอดความรู้เพียงอย่างเดียว ส่วนเทคโนโลยี คือการใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีเพื่อตอบสนองการดำรงชีวิตอย่างสะดวกสบายมากขึ้นและในข้อความที่ 22 ถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 96.6 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน วิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ และเทคโนโลยีก็ช่วยส่งเสริมให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้า ซึ่งสอดคล้องกับ Promkatkeaw (2007) และ สุธาวัลย์ มีศรี (2550) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์หลังการอบรมมีความเข้าใจแบบร่วมสมัยว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสอดคล้องกับขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2553) ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังเช่นความรู้เกี่ยวกับเลเซอร์ (Laser) ส่งผลต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังเช่นกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งในที่สุดก็ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยช่วยขยายของเขตของการสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จากการแสดงเหตุผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของนิสิตนักศึกษาครูและการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพบว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังมีความสัมพันธ์กับสังคมอีกด้วยซึ่งสอดคล้องกับ สสวท. (2545); นฤมล ยุตาคม (2546); AAAS. (1990); NSTA. (2000); McComas (2004); McComas. (2008); Crowther *et al*. (2005) ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับสังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถให้ทั้งผลดีและผลเสียกับสังคมและในข้อความที่ 23 ถามเกี่ยวกับความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับสังคม วัฒนธรรม และการเมืองพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 93.3 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรม และการเมืองซึ่งสอดคล้องกับ Promkatkeaw (2007) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์หลังการอบรมเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้แยกออกจากสังคมแต่วิทยาศาสตร์กิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อนกล่าวคืองานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของบุคคลหลายฝ่ายซึ่งสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546); AAAS. (1990); และสสวท.(2545) ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและสอดคล้องกับ Buaraphan (2009) ที่พบว่านิสิตนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 64 เข้าใจว่าสังคม การเมืองและวัฒนธรรมมีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และในข้อความที่ 24 ถามเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ในสถาบันหรือองค์กรต่างๆพบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 87.6 เข้าใจว่าทุกองค์กรต่างๆมีการนำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆซึ่งสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546) และ AAAS. (1990) ที่กล่าวว่าวิทยาศาสตร์ถูกจัดระบบไว้ในสาขาวิชาการต่างๆมากมายและมีการดำเนินการในสถาบันที่แตกต่างกันหลายสถาบัน เช่น มหาวิทยาลัย กลุ่มอุตสาหกรรม หรือรัฐบาล ก็เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นที่เกี่ยวกับลักษณะของงานวิจัย การสนับสนุนทางการเงิน การควบคุมการทำงานวิจัย เช่น การทำงานที่เป็นอันตราย หรืองานที่ทำการทดลองกับคนและสัตว์ เป็นต้นและในข้อความที่ 25 ถามเกี่ยวกับประโยชน์ จริยธรรม ความถูกต้องกับการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูร้อยละ 79.8 เข้าใจว่าการในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงจริยธรรม ความถูกต้องควบคู่ไปกับประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นซึ่งสอดคล้องกับนฤมล ยุตาคม (2546) และ AAAS. (1990) ที่กล่าวว่าในการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์มีหลักจรรยาบรรณที่ยึดถือปฏิบัติโดยทั่วไปกล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะทำงานตามหลักจรรยาบรรณและธรรมเนียมที่ถือปฏิบัติกันโดยเคร่งครัดและสอดคล้องกับสุธาวัลย์ มีศรี (2550) ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์หลังการอบรมเข้าใจว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในของเขตคุณธรรม จริยธรรมและเป็นที่ยอมรับของสังคมและสอดคล้องกับ Promkatkeaw (2007) ที่พบว่าครูก่อนและหลังการอบรมเข้าใจว่าการทำงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงหลักจริยธรรมและการยอมรับของสังคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี

กลุ่มที่ศึกษา

นิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5 หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 89 คน แบ่งเป็น

นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1	จำนวน 22 คน
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2	จำนวน 14 คน
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3	จำนวน 17 คน
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4	จำนวน 15 คน
นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5	จำนวน 21 คน
รวมนิสิตนักศึกษาครูทุกชั้นปี	จำนวน 89 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี แบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 25 ข้อ ครอบคลุม 5 ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ 1. ความหมายของวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ 2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ 3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ 4. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ 5. กิจการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี ทั้งหมด 9 ข้อ ครอบคลุม 5 ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ 1. ความหมายของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ 2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ 3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ 4. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ 5. กิจการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ให้นิสิตทำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และมีการเรียกสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากการทำแบบสอบถามธรรมชาติวิทยาศาสตร์และใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างชั้นปีละ 5 คน รวม 25 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

วิเคราะห์โดยนำคำตอบและคำอธิบายของนิสิตนักศึกษาครูมาจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้าใจสอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ (Constructivist Views) หมายถึง นิสิตอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ความเข้าใจสอดคล้องบางส่วนกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับและนักวิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับ (Mixed Views) หมายถึง นิสิตสามารถอธิบายเหตุผลได้สอดคล้องบางส่วนกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน

ความเข้าใจไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ (Traditional Views) หมายถึง นิสิตอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-5 จำนวน 89 คน ซึ่งใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. นิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1-5 ส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมและความความเข้าใจแบบร่วมสมัยเท่านั้น แต่นิสิตนักศึกษาครูยังคงมีความเข้าใจที่ผสมผสานกันอยู่ ซึ่งพบในทุกด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ กล่าวคือนิสิตนักศึกษาครูมีแนวโน้มของความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกัน นิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบผสมผสานในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ แต่ในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่านิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ความเข้าใจแบบผสมผสาน และความเข้าใจแบบร่วมสมัยที่ใกล้เคียงกัน และในด้าน ที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 4 ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 5 กิจการทางวิทยาศาสตร์ นิสิตนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้าใจแบบร่วมสมัย

2. นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมมากที่สุดคือในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 2 (ที่มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์) ร้อยละ 71.9 ซึ่งจัดอยู่ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับสูง โดยเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติและถูกสร้างโดยธรรมชาติโดยที่นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบความรู้นั้น และนิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบผสมผสานมากที่สุดในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ในข้อความที่ 1 (ความหมายของวิทยาศาสตร์) ร้อยละ 93.3 โดยนิสิตเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงองค์ความรู้ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆรอบตัว ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูงมาก

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากผลการวิจัยพบว่านิสิตส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยในด้านที่ 1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจแบบดั้งเดิม ความเข้าใจแบบผสมผสาน และความเข้าใจแบบร่วมสมัยใกล้เคียงกันในด้านที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชาของสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ควรที่มีการเน้นย้ำเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้กับนิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจที่ถูกต้องและสอดคล้องกับความเข้าใจแบบร่วมสมัย

2. อาจารย์ผู้สอนควรที่จะเปิดโอกาสให้นิสิตนักศึกษาครูได้มีการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปรายหรือการแสดงเหตุผลให้มากขึ้น เพราะจากผลการวิจัยพบว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมทั้งจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างนิสิตให้ข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกัน

3. นิสิตนักศึกษาครูควรที่จะมีความตระหนักในความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพราะเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์ศึกษาหรืออ่านงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งหากนิสิตมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้วจะทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาครูมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและส่งผลนักเรียนก็จะมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. อาจารย์ผู้สอนควรมีการศึกษาถึงสาเหตุของความเข้าใจที่ทำให้นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัย เช่นในด้านความหมายของวิทยาศาสตร์และด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหานิสิตนักศึกษาครูที่มีความคลาดเคลื่อนจากความเข้าใจแบบร่วมสมัยเพื่อส่งเสริมให้นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัย

2. อาจารย์ผู้สอนควรมีการศึกษาวิธีการจัดการเรียนการสอนของแต่ละรายวิชาในสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ว่ามีการส่งเสริมให้นิสิตนักศึกษาครูมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

3. อาจารย์ผู้สอนควรมีการศึกษาการออกแบบรายวิชาที่เน้นการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะและนำไปใช้กับการออกแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

4. อาจารย์ผู้สอนควรมีการสนับสนุนและพัฒนานิสิตนักศึกษาครูให้มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบร่วมสมัยและบูรณาการลงไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2520. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521.** กรุงเทพมหานคร

_____. 2523. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524.** กรุงเทพมหานคร

_____. 2535ก. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 : ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร

_____. 2535ข. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. 2553. “แนวคิดคลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” **วารสารวิทยาลัยการฝึกหัดครู.** 2(1) กุมภาพันธ์ 2553.

จารุวรรณ แสงทอง. 2553. “จุดประกายรู้ให้รอบ: หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มาและการดำเนินการต่อไป”. **นิตยสารสสวท.** 38(164)

ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2551. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.** 11(1)

ชัยวัฒน์ พลธรรม. 2540. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 11**. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชำนาญ บุญวงศ์. 2542. **การเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ดารารัตน์ ศรีอุดร. 2541. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูชีววิทยาในเขตการศึกษา 9.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ดารุณี งอสอน. 2542. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 9.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. 2545. **กระบวนการเรียนรู้ ความหมาย แนวทางพัฒนา และปัญหาข้องใจ.** กรุงเทพฯ. บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.

ทิศนา แขมมณี. 2547. **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล ยุตาคม. 2546. **ทัศนะเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา. 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ประมวลบทความทางการศึกษาการจัดการศึกษาตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้.** กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส. 2550. “รายโครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.” **วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์.** 29(2): 126-139.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง และ สมาน แก้วไวยยุทธ. 2550. “การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง.” **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.** 13(4): 513-525.

ธนพล อินทุยศ. 2542. **ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในวิทยาลัยสังกัดกรมอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2546. **เทคโนโลยีสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ศึกษา.** ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง 2551 “การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น** ปีที่ 31 ฉบับที่ 1 มกราคม มีนาคม

ประไพ การชัญกาศ. 2542. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูชีววิทยาและ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตการศึกษา 11.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ประสาท เนืองเฉลิม. 2551. “การรับรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์.” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 2 (2): 35 -45.

ปริณดา ลิมปานนท์. 2547. **การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** วิทยานิพนธ์คุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรียา บุญญสิริ. 2545. **การจัดการเรียนการสอนตามแนวการสร้างองค์ความรู้.** เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา 159222. ภาคต้น ปีการศึกษา 2548.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไพวัล ไชยทองศรี. 2541. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูฟิสิกส์ในเขตการศึกษา 10.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รัชนี ศิลปะบรรเลง, วรรณทิพา รอดแรงค้า, นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชยโส. 2549. ทิศทางการผลิตครูวิทยาศาสตร์ในช่วง 15 ปี (พ.ศ. 2545-2559). **วารสารเกษตรศาสตร์** 27: 39-50.

รติรัตน์ คำมูล. 2542. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูฟิสิกส์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ราชกิจจานุเบกษา. 2550. เล่มที่ 124 ตอนที่ 47ก.

ราชกิจจานุเบกษา. 2542. เล่มที่ 116 ตอนที่ 74 ก.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2541. “ทฤษฎีการสร้างความรู้ กับ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.” ใน คณะกรรมการกองทุนศาสตราจารย์ ดร.อุบล เรียงสุวรรณ. **สาระการศึกษา “การเรียนการสอน”.** ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____. 2552. ทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยง. **วารสารเกษตรศาสตร์(สังคม).** 30: 113-129.

วรัญญา จีระวิพูลวรรณ. 2546. **การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรักติวิซึม : กรณีศึกษาโรงเรียนหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ้างถึง Hashweh, M.Z. 1996. “Effect of Science Teachers’ Epistemological Beliefs in Teaching”. **Journal of Research in Science Teaching.** 33(1): 47-63.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิระวรรณ เจริญศักดิ์. 2540. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูเคมีในเขตการศึกษา 10.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วิลาวัณย์ จารุอริยานนท์. 2549. **โครงการผลิตครูหลักสูตร 5 ปี หนทางที่สดใสหรือไร้อนาคต.** (Online). http://www.itie.org/eqi/modules.php?name=Journal&file=display&jid=424. 30 เมษายน 2553.

ศุภกาญจน์ รัตนกร. 2552. **การศึกษาแบบจำลองทางความคิดและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องกรด-เบส.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: องค์การ ค้าของคุรุสภา.

_____. 2545 . **มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. 2552. “ผลการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติของโครงการ TIMSS 2007 ประเทศไทยอยู่ตรงไหน.” **วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์** 37(160): 7-14.

สารัช บุญเมืองแสน. 2540. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตการศึกษา 9.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2544. “Constructivism กับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์.” **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์. 2548. **ทฤษฎีการเรียนรู้.** เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา 159223, ภาคปลาย ปีการศึกษา 2548.

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, พรทิพย์ ไชยโส. 2552. “ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” **วารสารวิจัย มข.** 14(4): 34-40.

สุนีย์ คล้ายนิล. 2546. “ข้อคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้.” **วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี** 31(122): 23-35.

สุภารัตน์ พรหมบุรมย์. 2542. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 6.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุระพงษ์ ศรีธรรม. 2541. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูเคมี ครูชีววิทยาและครูฟิสิกส์ ในสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 9.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2545. **จิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุริพล คันธา. 2541. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 10.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540. **ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร

_____. 2544. **รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูป วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย** กรุงเทพมหานคร: สิ่งพิมพ์สกศ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)** (online). http://www.ldd.go.th /Thaihtml /05022007/PDF/PDF01/index.htm., 30 เมษายน 2553.

อุไรลักษณ์ ยศพล. 2540. **การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ใน วิทยาลัยสังกัดกรมอาชีวศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Akerson, V.L., J.A. Morrison, A.R. McDuffie. 2006. "One course is not enough: preservice elementary teachers' retention of improved view of nature of science." **Journal of research in science teaching**, 43: 194-213

American Association for the Advancement of Science. 1990. **Science for all Americans Online** (online). http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm, July 3, 2008.

_____. 2008. **Benchmarks On-line** (online). www%2Eproject2061%2Eorg% 2F&txtURIOld=%2Fpublications%2Fbsl%2Fonline%2Fbolframe%2Ehtm., July 3, 2008.

Bell, R., F. Abd-El-Khalick, N.G. Lederman, W.F. McComas, and M.R. Matthews. 2001. "The nature of science and science education: a bibliography." **Science & Education**, 10: 187-204

Black, M. K. 2006. "An Examination of Preservice Teachers' Views of the Nature of Science Throughout their Science Methods Course." **International Journal of Learning,** 13(7)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Blanco,. R., M. Naiz. 1997. "Epistemological beliefs of students and teachers about the nature of science: from "Baconian inductive ascent" to the "irrelevance" of scientific laws." **Instruct Science**, 25: 203-231

Buaraphan, K. 2009. "Pre-service and in-service science teachers' responses and reasoning about the nature of science." **Educational Research and Review**, 4(11): 561-581.

Clough, M.P. 1995. "Longitudinal understanding of the nature of science as facilitated by an introductory high school biology course", in F. Finley, D. Allchin, D. Rhees & Fitfield (eds.), **The Proceedings of the Third International History**, Philosophy and Science Teaching Conference, Vol. II., Minneapolis, MI, University of Minnesota, 202-211

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

Crowther, D.T., N.G. Lederman, and J.S. Lederman. 2005. Method & Strategies: Understanding the True Meaning of Nature of science. **Science and Children**, Oct, 46(2) : 50-52

Darlene, M. 2001. **Science Curriculum Review Report**.(online). http://www.bced.gov.bc.ca/irp/reports/scireview.pdf., July 3, 2008.

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

Haidar, H. A. 1999. "Emirates pre-service and in-service teachers' views about the nature of science." **International journal of Science Education**, 21(8): 807-822

Hand, B., V. Prain, C. Lawrence, and L.D. Yore. 1999. "A Writing in Science Framework Designed to Enhance Scientific Literacy." **International Journal of Science Education**, 21(10): 1021-1035.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hodson, D. 2006. "Why we should prioritize learning about science." **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education.** 293-305.

Irez, S. 2006. "Are We Prepared?: An Assessment of Preservice Science Teacher Educators' Beliefs About Nature of Science." **Science Education**, 90(6), Nov 2006

Khishfe, R. 2008. "The Develop of Seventh Graders' Views of Nature of Science." **Journal of Research in Science Teaching**, 45(4), 470-496

Karen, M. and S. Renato. 1999. "Primary student teachers' conceptions of the nature of science." **International Journal of Science Education**, 21(11): 1123-1140

Lederman, N.G. 1992. "Students' and teachers' conceptions about the nature of science: a review of the research." **Journal of Research in Science Teaching**, 29:331-359

Lederman, N. G., F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell, and R. Z. Schwartz. 2002. "Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners's Conception of Nature of Science." **Journal of Research in Science Teaching**. 39(6): 497- 518

McComas, W. F., M. P. Clough, and H. Almazroa. 2000. "The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In W. F. Mc.comas (ed.), **The Nature of Science in Science Education**, pp. 3-39. London : Kluwer Academic Publishers.

McComas, W.F. 2004. "Keys to Teaching the Nature of Science." **The ScienceTeacher**, Nov, 71(9): 24-27

_____. 2008. "Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science." **Science & Education**, 17: 249-263

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mellado, V. 1997. "Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of Nature of Science." **Science and Education** . Kluwer Acadamic Publishers. 6: 331-354

Meyling, H. 1997. "How to change students' conceptions of the epistemology of science." **Science & Education** (6): 397-416

Mellado, V. C. Ruiz, M. L. Bermejo, and R. Jimenez, 2006. "Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers." **Science & Education**, 15: 419-445

Ministry of Education. 1993. **Science in the New Zealand CURRICULUM.** Learning Media Ltd., Box 3293, Wellington, New Zealand

Moss, M. D., 2001. "Examining student conception of the nature of science." **International Journal of Science Education**, 23(8): 771-790

Mucia, K. and R. Schibeci, 1999. "Primary Student teachers' conceptions of the nature of science." **International Journal of Science Education**, 21(11): 1123-1140

National Research Council. 1996. **National Science Education Standards.** Washington, DC : National Academy Press.

_____. 2008. **National Science Education Standards** (online). http://www.nap.edu /readingroom/books/nses/., June 3, 2010.

National Science Teachers Association. 2000. Position Statement: The Nature of Science. (online). www.nsta.org/positionstatement&psid=22., June 2, 2010

_____. 2003. **Standards for Science Teacher Preparation**(online). www.nsta.org/pdfs/ NSTAstandards2003.pdf., June 3, 2010.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Naiz, M. 2007. "Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies." **Science & Education**

Lonsbury, J. G. and J. D. 2002. "Science History as a Means to Teach Nature of Science Concepts:Using the Development of Understanding Related to Mechanisms of Inheritance." **Electronic Journal of Science Education** 7(2)

Palmquist, B.C. and F.N. Finley. 1997. "Preservice Teachers' Views of the Nature of Science During a Postbaccalaureate Science Teaching Program." **Journal of Research in Science Teaching.** 34(6): 595-615

Pomeroy, D. 1993. "Implications of teachers' beliefs about nature of science." **Science & Education**, 77: 261-278

Promkatkeaw, T. 2007. **A Development of Program for Primary School Teachers on Nature of Science Instruction.** Doctor of Philosophy . Graduate School , Kasetsart University

Promkatkeaw, T., M. Forret, and J. Moreland. 2007. "A Case Study of a Thai In-service Primary Teacher's Understanding of the Nature of Science." **CHAING MAI UNVERSITY JOURNAL.** 1(1)

Rowell,. J.A. and E. R. Cawthron. 1982. "Images of science: An empirical study." **European Journal of Science Education**, (4): 79-94

Rubba,. P.A., J. K. Homer, J. M. Smith. 1981. "A Study of two misconceptions about the nature of science among junior high school students" **School Science and Mathematics**, (81): 221-226

Tairab, H. H. 2001. "Pre-service teachers' views of the nature of science and technology before and after a science teaching method course." **Research in Education**, May 2001, (6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร.สาวิตรี โรจนะสมิต อาร์โนลด์	วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
2. อาจารย์ ดร.เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว	สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น	อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
4. ผศ.มาลิน ศักดิยากร	โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบวัดเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี
2. แบบวัดนี้ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

   ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ

   ตอนที่ 2 เป็นแบบวัดเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
3. ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนและการปรับปรุงหลักสูตรการผลิตครูต่อไป

ผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลในแบบวัดของท่านไว้เป็นความลับและจะไม่มีการนำไปเผยแพร่ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ให้ตรงกับความเป็นจริงของท่านหรือเขียนตอบในช่องว่างที่กำหนดให้

ชื่อ. . .. . .นามสกุล. . .. .

ชื่อเล่น. . .. . .เบอร์โทรศัพท์. . .. .

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ 17-19 ปี ☐ 20-22 ปี ☐ 23-25 ปี ☐ 26-28 ปี

3. สาขาวิชาเอก ☐ ฟิสิกส์ ☐ เคมี ☐ ชีววิทยา ☐ วิทยาศาสตร์ทั่วไป

4. ชั้นปี ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

5 เกรดเฉลี่ยสะสม ☐ ต่ำกว่า 2.00 ☐ 2.01-2.50 ☐ 2.51-3.00

☐ 3.01-3.50 ☐ 3.51-4.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง โปรดอ่านข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงช่องเดียวพร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ

ข้อความ		ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ตัวอย่างประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
1	วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว	TV	MV	CV	
2	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่แล้วในธรรมชาติโดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบ	TV	MV	CV	
3	หากมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าความรู้เดิมที่มี ความรู้เดิมนั้นจะถูกยกเลิก	TV	MV	CV	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความ		ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ตัวอย่างประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
4	ในปัจจุบันแบบจำลองอะตอมของดอลตันยังสามารถใช้อธิบายอะตอมได้เหมือนกับแบบจำลองอะตอมแบบอื่น	CV	MV	TV	
5	กฎทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	TV	MV	CV	
6	นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำภายใต้หลักฐานที่มีอยู่	CV	MV	TV	
7	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือได้เมื่อมีพยานและหลักฐานมาสนับสนุนที่เพียงพอ	CV	MV	TV	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความ		ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ตัวอย่างประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
8	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง	TV	MV	CV	
9	สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจากการทดลองล้วนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์	CV	MV	TV	
10	กฎทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่าทฤษฎี	TV	MV	CV	
11	เราสามารถเชื่อถือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพราะได้รับการยืนยันจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์	CV	MV	TV	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความ		ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ตัวอย่างประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
12	การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวและดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	TV	MV	CV	
13	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องทำเรียงลำดับขั้นตอนที่ตายตัวเสมอ ทำข้ามขั้นหรือกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ทำไปแล้วไม่ได้	TV	MV	CV	
14	การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมาประกอบด้วย	TV	MV	CV	
15	นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดเดาผลการทดลองล่วงหน้าจากการออกแบบการทดลองได้	TV	MV	CV	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความ		ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ตัวอย่างประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
16	นักวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและพยายามที่จะค้นหาคำอธิบายที่สมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด	CV	MV	TV	
17	นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอคติที่อาจมีผลต่อการสืบเสาะหาความรู้	CV	MV	TV	
18	นักวิทยาศาสตร์มีเพียงบทบาทเดียวในสังคม คือ ผู้เชี่ยวชาญ	TV	MV	CV	
19	นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพียงคนเดียวเพื่อที่จะหาคำอธิบายที่ดีที่สุดในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ	TV	MV	CV	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความ		ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ตัวอย่างประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
20	ในสถานการณ์เดียวกัน นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีมุมมองที่ต่างกันขึ้นกับความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน	CV	MV	TV	
21	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งเดียวกัน	TV	MV	CV	
22	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่มีความสัมพันธ์กัน	TV	MV	CV	
23	วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม วัฒนธรรมและการเมือง	CV	MV	TV	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความ		ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ตัวอย่างประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
24	ทุกสถาบันมีการใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ	CV	MV	TV	
25	การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงสิ่งที่จะเกิดประโยชน์มากกว่าจริยธรรมและความถูกต้อง	CV	MV	TV	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ. . .. . .ชั้นปี. . .. . .วดป. . .. .

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

1. ตามความเข้าใจของท่าน ธรรมชาติวิทยาศาสตร์คืออะไร และท่านคิดว่าตัวท่านเองมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด

. . ..

6. ตามความเข้าใจของท่าน ให้ท่านยกตัวอย่างประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆนั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร 2

. . ..

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายสุรยศ ทรัพย์ประกอบ
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 19 เดือนกันยายน พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์-เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์