การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ปริญญานิพนธ์

ของ

ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

กรกฎาคม 2558

การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ปริญญานิพนธ์

ของ

ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

กรกฎาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

บทคัดย่อ

ของ

ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

กรกฎาคม 2558

ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ. (2558). *การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์: อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศหอวัง นนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) รวมนักเรียนทั้งหมด 90 คน จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ห้องเรียน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 45 คน เป็นกลุ่มทดลอง โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด และอีก 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 45 คน เป็นกลุ่มควบคุม โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับแบบแผนการวิจัยคือ Pretest-Posttest Control Group Design สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t-test for dependent samples, t-test for independent samples และ t-test for one sample

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE STUDY OF TENTH GRADE STUDENTS' VIEWS OF NATURE OF SCIENCE, CRITICAL THINKING AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT BY USING EXPLICIT- REFLECTIVE INQUIRY BASED LEARING

AN ABSTRACT

BY

NATTAKARN TAECHATAPH

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education Degree in Educational Science and Learning Management

at Srinakharinwirot University

July 2015

Nattakarn Taechataph. (2015). *The Study of Tenth Grade Students' Views of Nature of Science, Critical Thinking and Science Learning Achievement by Using Explicit-Reflective Inquiry Based Learning.* Master thesis, M.Ed. (Educational of Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School, Sirnakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Wanphen Pratoomtong.

The purposes of this study were to investigate tenth grade students' views of nature of science, critical thinking and science learning achievement by using explicit - reflective inquiry based learning.

The samples were two classrooms of tenth grade students of Nawamintharachinuthit Horwang Nonthaburi School which were selected through cluster random sampling. One classroom was designed as the experiment group (45 students) which was taught through the explicit - reflective inquiry based learning whereas the other one was designed as the control group (45 students) which was taught through the traditional method. The design of this study was Pretest-Posttest Control Group Design. The hypotheses were tested by t-test for dependent samples, t-test for independent samples and t-test for one sample.

The results indicated that:

1. Students who learned through explicit - reflective inquiry based learning had views of nature of science higher than before the instruction at the .01 level of significance.

2. Students who learned through explicit - reflective inquiry based learning had critical thinking higher than before the instruction at the .01 level of significance.

3. Students who learned through explicit - reflective inquiry based learning had critical thinking higher than students who learned through the traditional method at the .01 level of significance.

4. Students who learned through explicit - reflective inquiry based learning had science learning achievements higher than before the instruction and higher than 65% of criteria at the .01 level of significance.

5. Students who learned through explicit - reflective inquiry based learning had science learning achievements higher than students who learned through the traditional method at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ของ

ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.สุนันทา มนัสมงคล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาและเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำการวิจัยทุกขั้นตอนจนเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาในการทำงานต่อไปและมีคุณค่ามากขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาและความใส่ใจของอาจารย์ที่ทุ่มเทให้กับศิษย์อย่างเต็มที่ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุนันทา มนัสมงคล รองศาตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย ในฐานะกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 8 ท่าน คือ อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ อาจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร อาจารย์ ดร.ประวีณา ติระ อาจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ ดร.สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ ดร.บุญรัตน์ กัณหาไธสงค์ และอาจารย์สังวาลย์ ทารัตน์ใจ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชินูทิศหอวัง นนทบุรี และโรงเรียนมักกะสันพิทยา ที่กรุณาให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดาและมารดาที่ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์และความห่วงใยเสมอ ทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษา รวมทั้งขอบคุณเพื่อนสาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกคนที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

คุณค่าของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยน้อมรำลึกและบูชาพระคุณแก่บุพการีของผู้วิจัยและบูรพาคณาจารย์ทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษาให้ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	7
	ความสำคัญของการวิจัย	7
	ขอบเขตของการวิจัย	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
	สมมติฐานในการวิจัย	12
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	13
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	14
	ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์	14
	กรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์	17
	มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์	23
	การวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์	29
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
	เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้	37
	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	37
	การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด	53
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
	เอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	62
	ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	62
	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	64
	องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	68
	การวัดและประเมินผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	70
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	74

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2 (ต่อ)

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 77

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 77

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 78

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 80

3 **วิธีดำเนินการวิจัย**..... 83

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง..... 83

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย..... 85

การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 94

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล..... 95

4 **ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**..... 98

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 98

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 99

5 **สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**..... 129

ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 129

สมมติฐานของการวิจัย..... 129

วิธีดำเนินการวิจัย..... 130

สรุปผลการวิจัย..... 133

อภิปรายผลการวิจัย..... 133

ข้อเสนอแนะ..... 139

บรรณานุกรม..... 141

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	157
ภาคผนวก ก.....	158
ภาคผนวก ข.....	160
ภาคผนวก ค.....	164
ภาคผนวก ง.....	167
ภาคผนวก จ.....	174
ภาคผนวก ฉ.....	213
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	217

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และมุมมองที่คลาดเคลื่อนของลักษณะทางวิทยาศาสตร์	27
2	เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบมุมมองหรือแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	29
3	กรอบการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด	56
4	แบบแผนการวิจัย	84
5	การบูรณาการประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ	87
6	รายละเอียดแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา	89
7	รายละเอียดการจัดกลุ่มมุมมองจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์	95
8	คะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนในภาพรวม	99
9	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้วิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์	101
10	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ (ข้อที่4)	103
11	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ (ข้อที่7)	105
12	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	107
13	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทาวิทยาศาสตร์	109
14	จำนวนร้อยละของนักเรียนในมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	111

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
15	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์.....	113
16	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2).....	115
17	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่3).....	117
18	จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	119
19	จำนวนร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์.....	122
20	การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของการคิดอย่างวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	123
21	การเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	124
22	การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	125
23	การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	126
24	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	127
25	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม....	128
26	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด.....	161
27	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์.....	161
28	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	162
29	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	163

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
30	ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	165
31	ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	166
32	คะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ การเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด.....	168
33	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ การเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิด.....	170
34	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	171
35	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ การเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด.....	172
36	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	173

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	12
2	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้วิทยาศาสตร์.....	101
3	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของความรู้วิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 4).....	103
4	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของความรู้วิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 7).....	105
5	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์.....	107
6	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	109
7	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	111
8	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์.....	113
9	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2).....	115
10	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3).....	117
11	จำนวนนักเรียนในมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	120
12	ภาพการทำกิจกรรม “The Load to DNA”.....	214
13	ภาพการทำกิจกรรม ชาร์ล ดาร์วิน.....	215
14	ภาพการทำกิจกรรม การแบ่งเซลล์.....	216

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

เป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันคือ นักเรียนต้องมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) (Emine; & Salih. 2012: 1107) เพราะความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically literate persons) (American Association for the Advancement of Science: AAAS. 1992) ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อและค่านิยมที่แฝงอยู่ในความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Lederman. 1992: 431) การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์นั้น หมายถึง บุคคลที่สามารถอธิบาย บรรยาย และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ โดยมีความเชื่อกันว่าความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจ ตัดสินใจในประเด็นหรือข้อถกเถียงต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่อาจเป็นประเด็นทางสังคม และลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นนั้นได้อย่างถูกต้อง (กาญจนา มหาลี; และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2553: 797) ซึ่งการสร้างให้พลเมืองของประเทศให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์นั้นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งคือ การส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (NOS) โดยควรมีการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Abd-El-Khalick; & BouJaoude. 1997: 673)

การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความหมายมากกว่าการเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์นั้นมีขั้นตอนกระบวนการทำงานอย่างไร ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร ดังนั้น มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงให้ความสำคัญกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (กาญจนา มหาลี; และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2553: 797) โดยในต่างประเทศนั้นนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้มีความพยายามและใช้กลยุทธ์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยการบรรจุธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายหลักลงไปในหลักสูตร มีการพัฒนากิจกรรมที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งการทำวิจัยเพื่อศึกษาแนวคิดและความเข้าใจของครูและนักเรียน (ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2555: 233) เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาตั้งแต่ช่วงประมาณ ปี ค.ศ. 1907 โดยแฝงในรูปของการศึกษาที่เน้นวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับประเทศแคนาดาได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ข้อหนึ่งว่า “นักเรียนจะต้องพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ

บริบททางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" และประเทศออสเตรเลีย ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ "เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับมนุษย์และวิทยาศาสตร์ต่อสังคม" เป็นต้น (ปริณดา ลิมปานนท์. 2547: 1-2) สำหรับประเทศไทยก็ให้ความสำคัญกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเช่นเดียวกัน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้บรรจุประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่สาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้ "มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน" (สสวท. 2545: 7)

เนื่องจากธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายวิทยาศาสตร์ในฐานะกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อและความรู้สึกนึกคิดของมนุษย์จึงถือว่าวิทยาศาสตร์เป็นอัตนัย (Bell; et al. 2000: 565) โดยจะส่งผลกระทบกับสิ่งต่างๆ เช่น ศีลธรรม ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ การตีความและมุมมองหรือแนวคิดที่หลากหลาย (สุทธิดา จำรัส. 2555: 6; อ้างอิงจาก Derry. 1999) ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนและส่งผลให้มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนไปด้วย ดังนั้น จึงมีนักการศึกษาจำนวนไม่น้อยที่มีความสนใจและให้ความสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการในการเรียนรู้และมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ขวัญหญิง ทิพแก้ว; และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. 2555:76; อังคณา ปัทมพงศา. 2555: 184; Emine; & Salih. 2001: 1108; Lederman; & et al. 2002: 498; Schwartz; & et al. 2004: 612; Quigley; Pongsanon; & Akerson. 2011: 129) โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจและมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะในประเด็นเรื่องความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และไม่เข้าใจว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ประเด็นเรื่องการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าวิธีการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อย่างไร และในประเด็นเรื่องกิจการหรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร และคนในสังคมสามารถมีส่วนร่วมในกิจการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร เป็นต้น (กาญจนา มหาลี. 2553: 76; ขวัญหญิง ทิพย์แก้ว.

2555: 1-2) ซึ่งมุมมองที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าวเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น อาจเป็นเพราะนักเรียนคงมีปัจจัยบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000: 670) ความรู้เดิมของนักเรียนที่คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสังคมไทยที่ได้รับอิทธิพลจากลัทธิความเชื่อ ไสยศาสตร์ ศาสนาและวัฒนธรรมที่ถูกปลูกฝังมาตั้งแต่เด็ก (อังคณา ปัทมพงศา. 2555: 4) รวมไปถึงการนำเสนอภาพลักษณ์วิทยาศาสตร์จากสื่อต่างๆ และสิ่งสำคัญที่อาจมองข้ามไปคือ การเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่มาจากครูผู้สอนที่ว่า ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นเป็นผลพลอยได้มาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000: 671; สุทธิดา จำรัส. 2555: 8) ครูวิทยาศาสตร์มีแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ถูกต้องครบถ้วนและเพียงพอ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. 2553: 115) อีกทั้งยังละเลยที่จะสอนแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน ไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดแทรกธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เน้นกระบวนการการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่เข้าใจแนวทางวิธีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (สุธาวัลย์ มีศรี. 2550: 2) ซึ่งการสอนของครูส่วนใหญ่ไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ ทำให้นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องหรือไม่เข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (เสาวลักษณ์ โรมา. 2551: 3)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้และการเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูยังส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะการคิดมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันเด็กไทยยังขาดการใช้ความคิด วิจารณญาณในการตัดสินประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงทางสังคม ตลอดจนการแก้ปัญหาต่างๆ โดยสังคมไทยมีการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ค่อยเอื้อให้เด็กได้โต้แย้งหรือตั้งข้อสงสัย และหาข้อพิสูจน์กับครู มีความเชื่อในข้อมูลเดิมๆ ที่ครูสอน ทั้งๆ ที่ข้อมูลต่างๆ มีมากมายและช่องทางการหาความรู้ก็มีเพิ่มมากขึ้น (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. 2554: ออนไลน์) จึงมีนักการศึกษาหลายท่านที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะสำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน โดยสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลอย่างถูกต้องเหมาะสม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 18)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ของครูก็เป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน จึงทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องพยายามเร่งหารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมซึ่งสามารถส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยธรรมชาติ-วิทยาศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนต้องบูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และครูควรให้ความสำคัญในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยยึดว่าการสอนธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์เป็นอีกจุดประสงค์หนึ่งในการสอน (อังคณา ปัทมพงศา. 2555: 4) ซึ่งจากการรายงานผลการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ผ่านมาจึงมีนักการศึกษาจำนวนไม่น้อยที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการในการเรียนรู้และมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000: 665; Khisfe; & Abd-El-Khalick. 2002: 551; Lederman; et al. 2002: 497; Schwartz; et al. 2004: 633; Quigley; & Pongsanon. 2010: 140; Emine; & Salih. 2012: 1111; กาญจนา มหาลี; และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2553: 808; พฤฒพร ลลิตานุรักษ์; และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2554: 6; อังคณา ปัทมพงศา. 2555: 4)

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่างๆ ที่จะเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและมีมุมมองเกี่ยวกับลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องตามที่วิทยาศาสตร์เป็น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทำให้นักเรียนเกิดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมุมมองของนักวิทยาศาสตร์หรือที่เรียกในทางวิชาการว่า มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Schwartz; et al. 2004: 611; Flick; & Lederman. 2006: 10) เนื่องจากการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจ เรียนรู้วิธีการหาความรู้ซึ่งเหมาะกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Martin; et al. 2005: 222) การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จึงได้รับการสนับสนุนให้ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง (NRC. 2000: 254; สสวท. 2546: 218) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่ให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. 2552: 56) แต่อย่างไรก็ดี ถึงแม้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้จะได้รับการยอมรับว่าสามารถทำให้นักเรียนพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ แต่หากครูไม่ได้ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยครูคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อผ่านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่าจะไม่มีอิทธิพลต่อการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากนัก (Bell; Lederman; Abd-El-Khalick. 2000: 572; Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000: 696; Khishfe; & Abd-El-Khalick. 2002: 552)

จากผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจและมุมมอง-ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ (Historical approach) (กาญจนา มหาลี; และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2553: 798; อ้างอิงจาก

Klopfer; & Cooley. 1963; Welch; & Walberg. 1972) ซึ่งพบว่าผลการศึกษาของวิธีการจัดการเรียนรู้นี้ยังให้ผลที่ไม่สอดคล้องกัน โดย คลอพเฟอร์ และ คูเลย์ (Klopfer; & Cooley. 1963: 45) รายงานว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่จากรายงานของ เวลช์ และวอลเบอท์ (Welch; & Walberh. 1972: 379) พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนประวัติการค้นพบของความรู้วิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพลที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากขึ้น ส่วนวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้งหรือการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย (Implicit Approach) ก็ยังไม่มีข้อสรุปว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด แต่ใช้ได้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์บางเนื้อหาเท่านั้น (Khisfe; & Abd-El-Khalick. 2002: 573) นอกจากนี้ยังมีการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (Explicit and Reflective approach) (Akerson; Abe-El-Khalick; & Lederman. 2000: 312; Khisfe; & Abd-El-Khalick. 2002: 554; Schwartz; et al. 2004: 614) ที่มีผลการวิจัยชี้ว่า เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการส่งเสริมมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Akerson; Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000: 313; Khishfe; & Abd-El-Khalick. 2001: 554) และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดยังสามารถใช้เป็นข้อมูลและกรอบกำหนดทิศทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ภายใต้บริบทของประเทศไทยที่แตกต่างจากประเทศอื่นๆ (สุทธิดา จำรัส. 2555: 8) นอกจากการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งที่สามารถทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจหรือมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ แล้วยังเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย ทำให้นักเรียนสามารถคิดไตร่ตรองมากขึ้น ไม่หลงเชื่ออะไรง่ายๆ ตัดสินปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล (Marin; & Halpern. 2011: 12)

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจและมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านจะเห็นว่า ในต่างประเทศมีผู้สนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งเป็นจำนวนมาก เช่น เอเคอสัน และคณะ (Akerson; et al. 2000: 295) ศึกษาเกี่ยวกับกรอบความคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดซึ่งใช้กิจกรรมเป็นฐาน นอกจากนี้ คิชเฟ และ เอบีดี-อีแอล-คาลิค (Khishfe; & Abd-El-Khalick. 2002: 551) ได้ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับเกรด 6 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งกับการจัดการเรียนรู้แบบไม่ชัดแจ้ง (หรือการจัดการเรียนรู้แบบเป็นนัย) รวมทั้ง ซวอซ์ท และคณะ (Schwartz; et al. 2002: 497; 2004: 610) ได้ศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามในบริบทสภาพจริงโดยใช้การจัดการ

เรียนรู้แบบชัดแจ้งเพื่อลดช่องว่างระหว่างธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ อีกทั้ง ชาแมน และคณะ (Scharmann; et al. 2005: 27) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ เชาว์ปัญญา และเอเคอสัน บัซเซลลี และดันเนลลี (Akerson; Buzzelli; & Donnelly. 2008: 748) ได้ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในครูระดับปฐมวัยในประเด็นของอิทธิพลต่อระดับสติปัญญา การประเมินค่าของวัฒนธรรม และการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เป็นต้น ส่วนในประเทศไทยยังพบผู้ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจและมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์น้อย โดยเฉพาะรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนี้ ซึ่งผู้ที่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ กาญจนา มหาลี (2553: 124) ได้ศึกษานักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในเรื่องสารในชีวิตประจำวัน อังคณา ปัทมพงศา (2555: 184) ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในวิชาเคมี เรื่องการหายใจระดับเซลล์ การสังเคราะห์ด้วยแสง และ เบญจพร สาภักดี (2555: 80) ได้ศึกษาในระดับประถมศึกษาตอนต้น ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สภาพอากาศ ซึ่งพบว่าสามารถพัฒนาความเข้าใจและมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ จะเห็นได้ว่าการศึกษาของผู้วิจัยดังกล่าวเป็นการศึกษาในเนื้อหาวิชาเคมีและฟิสิกส์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญและปัญหาเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่คลาดเคลื่อนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังกล่าว และสนใจที่จะศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ว่าจะสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างไร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะแก้ปัญหาความไม่เข้าใจหรือการมีมุมมองที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตลอดจนได้รับการปรับเปลี่ยนมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจและมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดีขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้พิจารณาไตร่ตรอง นำไปสู่การแก้ปัญหาบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาได้ และเตรียมความพร้อมในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

2. เพื่อศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผลของการศึกษาทำให้ทราบถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดในเนื้อหาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ และส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิชาให้กับครูในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 4 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 162 คน โดยนักเรียนมีความสามารถคละกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) รวมนักเรียนทั้งหมด 90 คน โดยนักเรียนมีความสามารถคละกัน

จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ห้องเรียน 1 ห้อง จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มทดลอง โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด และอีก 1 ห้อง เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบบปกติ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้ระยะเวลาทดลองทั้งหมด 24 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งออกเป็น

1. ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ
2. ดำเนินการทดลอง 20 คาบ
3. ทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด (Explicit – Reflective Inquiry based learning)
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
   2.1 มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์
   2.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
   2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด (Explicit – Reflection Inquiry based learning)** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนอภิปรายถึงประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็นและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และได้รับการแก้ไขปรับปรุงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องจากการสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน โดยในขั้นตอนการสอนไม่ได้มุ่งไปที่การบรรยายถึงมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะแต่จะเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐานที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับทั้งเนื้อหาและกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ด้าน ผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้รูปภาพ ข่าว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและเกิดขึ้นจริงทางสังคม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและนำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ครูทำการชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่จะสอนโดยพิจารณาความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาพร้อมกับชี้แนะและอธิบายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา หมายถึง การทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดแทรกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา โดยให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ทำกิจกรรม และการสืบค้นความรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างการทำกิจกรรมหรือการจัดการเรียนรู้จะมีการแสดงความคิดเห็น ถาม-ตอบ ระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อสะท้อนความคิดของนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอในการอภิปรายและสรุปต่อไป

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป หมายถึง การนำความรู้ ข้อมูล ที่ได้จากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์ โดยครูใช้สื่อการเรียนรู้ ใช้คำถามนำอภิปรายและกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและสะท้อนความคิด จากนั้นครูบ่งชี้เกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำมาสู่การเชื่อมโยงระหว่างความรู้จากกิจกรรมกับเนื้อหาวิชาที่เรียน โดยครูวิเคราะห์มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และทำการปรับแก้มุมมองต่อประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากการสะท้อนความคิดของนักเรียนให้ถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การอธิบายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน

1.4 ขั้นขยายความรู้ หมายถึง การนำความรู้ที่เรียนมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสามารถนำไปปรับใช้กับสถานการณ์เหตุการณ์อื่นๆ เพื่อช่วยให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยครูใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลายหลาย นำเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับกับเรื่องที่สอนและเกิดขึ้นจริงทางสังคม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียน และสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.5 ขั้นประเมิน หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ มีทั้งครูประเมินนักเรียน และนักเรียนเป็นผู้ประเมินครู โดยหลังจบการเรียนแต่ละครั้งครูก็จะให้นักเรียนเขียนลงในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนซึ่งจะมีหัวข้อในการเขียนในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) กิจกรรมในชั้นเรียน 2) สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหา และความเป็นวิทยาศาสตร์/ลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3) ข้อสงสัยหรือประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ 4) ความรู้สึกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และ 5) ข้อเสนอแนะสำหรับการสอนของครู เป็นต้น เพื่อการปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2. **มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงทัศนะหรือการแสดงความคิดเห็นของตนเองในการอธิบายขยายความ และตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002) ซึ่งประกอบด้วยประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3) ด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ 4) ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 6) ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ 7) ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ 8) ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดจากการตอบแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์รูปแบบซี (VNOS-Form C) ของนักเรียน โดยแบบวัดนี้เป็นข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 10 ข้อ โดยผู้วิจัยแปลและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาและการใช้ภาษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

3. **การคิดอย่างมีวิจารณญาณ** หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลโดยมีการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบของข้อมูล สถานการณ์ปัญหา มีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐานที่เชื่อถือได้โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ เพื่อนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลว่าควรเชื่อ หรือไม่ควรเชื่อ สิ่งใดถูกต้อง หรือไม่ถูกต้อง ซึ่งวัดโดยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ โดยแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นลักษณะแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 6 สถานการณ์ๆ ละ 5ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน คือ

3.1 ความสามารถในการอ้างอิง เป็นความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการลงข้อสรุปอ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้

3.2 ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามรถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยค โดยสามารถจำแนกได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

3.3 ความสามารถในการนิรนัย เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้เพื่อตัดสิน ลงข้อสรุปข้อความที่เป็นไปได้

3.4 ความสามารถในการตีความ เป็นความสามารถในการลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป จำแนกได้ว่าข้อสรุปที่เป็นไปได้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่หรือไม่เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

4. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้จากประสบการณ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากครูผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นี้สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยแบบทดสอบดังกล่าวเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ สามารถวัดได้ 6 ด้าน ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom.1999) ที่ปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยใหม่ ดังนี้

4.1 จำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว ความจำ การรวบรวม การอธิบาย การเรียกข้อมูลกลับคืนมา การกำหนด การค้นหา สิ่งต่างๆที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.2 เข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายตามความคิดหรือความคิดรวบยอด การจำแนก การขยายความและการแปลความรู้ การสรุป การแปลความต่างๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.3 ประยุกต์ใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างออกไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4.4 วิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกเรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อยๆ นั้นแต่ละส่วนสำคัญอย่างไร ส่วนใดสำคัญที่สุด แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและมีหลักการใดร่วมอยู่

4.5 ประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตีราคาสิ่งต่างๆ หรือเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์ เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

4.6 คิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการรวมเอาข้อมูล ความคิดรวบยอด ทฤษฎีต่างๆ ไปสู่รูปแบบที่จำเพาะเจาะจงได้ และมีความต้องการให้มีความคิดสร้างสรรค์และความแปลกใหม่

5. **การจัดการเรียนรู้แบบปกติ** หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมิทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด (Explicit - Reflective Inquiry based learning) โดยจัดกิจกรรมเรียนรู้ผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พร้อมกับร่วมกันอภิปรายระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งจะสามารถพัฒนาและปรับแก้มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องได้ นอกจากนี้ยังต้องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิดมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.2 กรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.3 มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.4 การวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.3 องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.4 การวัดและประเมินผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเพื่อหาความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พบว่ามีผู้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลาย ดังนี้

เลดเดอร์แมน (Lederman. 1992: 331; 2013: 140) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของธรรมชาติและความรู้ของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาของความรู้วิทยาศาสตร์ หรือค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่เพื่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แมคโคมาส (McComas. 2000: 4-5) กล่าววว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การผสมผสานการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ทั้งทางด้านประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ประกอบกับการวิจัยทาง cognitive science เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานแบบเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร และสังคมมีปฏิกิริยาอย่างไรต่อความอุตสาหะพยายามทางวิทยาศาสตร์ มีการผสมผสานอย่างกลมกลืนกันของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ทั้งทางด้านประวัติศาสตร์ สังคมวิทยาและปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการศึกษาด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น จิตวิทยา เพื่ออธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ การทำงานที่เป็นกลุ่มของสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และความพยายามของนักวิทยาศาสตร์

เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002: 917) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาลักษณะทางสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ และญาณวิทยาหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ รวมทั้งค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ เพื่ออธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร สังคมมีปฏิสัมพันธ์อย่างไรต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้

ลอนซ์บูรี และเอลลิส (Lonsbury; & Ellis. 2001: 1-6) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ที่ใช้ในการอธิบายธรรมชาติ การได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ที่มาและการเปลี่ยนแปลงของความรู้นั้น จะช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้

จอห์นตัน และเซาท์เทอแลนด์ (Johnston; & Southerland. 2002: 2) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งการหาความรู้ การทำงานหรือสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเลดเดอร์แมน (The American Association for the Advancement of Science: AAAS.1990; & Lederman. 2004: 302) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง แนวคิด คำอธิบาย เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์คืออะไร ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มาอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร งานทางด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับใครในสังคมบ้าง ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547: 11; 2554: 13) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับ 1)ญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ 2) สังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานแบบกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์และความเกี่ยวของระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม และ 3) ค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่งการศึกษาและอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต้องมีการผสมผสานระหว่างประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบคำถามว่า “วิทยาศาสตร์คืออะไร” “วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร” “นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างไร” “นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร” และ “สังคมมีปฏิกิริยาอย่างไรต่อวิทยาศาสตร์” ทั้งนี้การศึกษาธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ในด้านการช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการพิจารณาว่านักเรียนควรเรียนสิ่งใดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

กุศลิน มุสิกุล (2551: 66) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นค่านิยมข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม แนวคิดหรือคำอธิบายที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการและขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

เสาวลักษณ์ โรมา (2551: 46) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งคุณค่าและข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ ซึ่งใช้เป็นหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553: 22) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านของความหมายของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร แตกต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมไปถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกับสังคม

ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555: 10) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานการศึกษาทางสังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ญาณวิทยา รวมถึงค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ ซึ่งธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะทำให้เข้าใจได้ว่า การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานขอนักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นอย่างไร และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับสังคมอย่างไร

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2555: 235) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งความรู้ การทำงานหรือสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม

เบญจพร สาภักดี (2555: 22) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านของความหมายของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร แตกต่างจากศาสตร์อื่นอย่างไร ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมไปถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกับสังคม

อังคณา ปัทมพงศา (2555: 31) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานการศึกษาทางสังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ ญาณวิทยา รวมถึงค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ซึ่งจะช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินในเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้

ประดับชัย อินมณี (2556: 13) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ เป็นค่านิยมข้อสรุปแนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์คือใครทำงานอย่างไรและงานด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไร กับสังคมค่านิยมข้อสรุปแนวคิด หรือคำอธิบายเหล่านี้จะผสมผสานกลมกลืนอยู่ในตัววิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมและวัฒนธรรม

จากความหมายของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ โดยมีการผสมผสานองค์ความรู้ทางสัมคมวิทยา ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์และประวัติศาสตร์ และเป็นการศึกษาวิธีการได้มาซึ่งความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คุณค่าของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงเป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด และคำอธิบายที่บอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างไร มีกระบวนการศึกษาที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร

1.2 กรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหน่วยงานต่างๆ ทางการศึกษาได้กำหนดกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและนักวิจัยได้อธิบายเกี่ยวกับกรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้มากมาย ดังนี้

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science: AAAS. 2009) และปริณดา ลิมปานนท์ (2547: 13) อธิบายถึงกรอบแนวคิดของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ด้าน คือ

ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) เป็นความเชื่อมุมมอง ข้อตกลงพื้นฐานที่นักวิทยาศาสตร์มีหรือสร้างขึ้นเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ ได้แก่ มนุษย์สามารถทำความเข้าใจและอธิบายธรรมชาติได้ (Scientific Ideas are Subject to change) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (Scientific Knowledge is Durable) และนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม (Scientific cannot Provide Complete Answers to All Question)

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนมากกว่าที่หลายคนคิด การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายโดยนัยมากกว่าการสังเกตอย่างละเอียดแล้วจัดกระทำข้อมูลเป็นลำดับขั้นที่ตายตัว การสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Inventiveness) ประกอบด้วยประเด็นต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย (Science Explain and Predict) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงอคติ (Scientists Try to Identify and Avoid Bias) และไม่มีเผด็จการทางความคิดในประชาคมนักวิทยาศาสตร์ (Science is not Authoritarian)

ด้านที่ 3 องค์กรทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) กล่าวถึงกิจกรรมและลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่มีความซับซ้อน (Science is Complex Social Activity) วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร (Science is Organized into Content Disciplines and is Conducted in Various Institutions) วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ (There are Generally Accepted Ethical Principles in the Conduct of Science) และนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง

เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002: 499-502) ได้อธิบายถึงกรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS. 2009: 112) โดยเสนอไว้ 8 ประเด็นด้วยกัน คือ

1) การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Empirical Nature of Science Khowledge) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งมีหลักฐานที่ตรวจสอบได้

2) การสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Observations, Inference and Theoretical Entities in Science) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทั้งการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลจากการสังเกตเป็นการรับรู้ว่าผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรือผ่านเครื่องมือการลงความเห็นเป็นการแปลความ จากการสังเกตเหล่านั้น ความเชื่อที่ได้รับการยอมรับในประชาคมนักวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ความเชื่อนี้เป็นตัวกำกับการสังเกตและการลงความเห็น มุมมองจากหลายๆ แหล่งจะช่วยให้การแปลความจากการสังเกตนั้นถูกต้องมากขึ้น ความเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น จะทำให้เข้าใจความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่เราไม่อาจใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ได้ เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขีดจำกัดของประสาทสัมผัสของมนุษย์ แต่มนุษย์เชื่อว่ามีสิ่งนั้นเนื่องจากมีประจักษ์พยานจากการทดลองหรือการสังเกตโดยอ้อม

3) ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Therories and Laws) ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎ (Law) คือข้อสรุปทั่วไปเป็นการบรรยายรูปแบบ หรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้หรือสิ่งที่สามารถรับรู้ได้ในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี (theory) คือคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์อาจนำไปสู่กฎหรือทฤษฎีก็ได้ โดยการสะสมหลักฐานที่เป็นข้อสนับสนุน ทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ เช่นเดียวกับกฎก็ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี ทั้งสองเป็นประเภทขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน

4) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ การสร้างสรรค์นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถเฉพาะตัวของมนุษย์แต่ละคน ทำให้การแปลความหมายสิ่งเดียวกันของแต่ละคนแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการหาความรู้ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถาม ออกแบบการหาคำตอบ การทดลอง ไปจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล

5) การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Theory-Laden Nature of Scienctific Knowledge) วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลและถูกขับเคลื่อนโดยทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้รับการยอมรับในเวลาใดเวลาหนึ่ง ทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปภายใต้กรอบแนวคิดเดิมเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การถูกเหนี่ยวนำ ทำให้นักวิทยาศาสตร์มอง คิด หรือ ตัดสินใจตามกรอบ ยกเว้นมีการตีความข้อมูลจากมุมมองที่แตกต่างจากเดิม การถูกเหนี่ยวนำและชักจูงโดยทฤษฎีนี้ทำให้การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัยแฝงอยู่อย่างไม่รู้ตัว สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เห็นจึงมักเจือด้วยกรอบความคิด ความเชื่อหรือค่านิยมของเขาด้วย

6) มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ (The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge) วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ดังนั้นจึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมจะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา วิธีการศึกษา การตีความข้อมูล และสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ

7) มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Myth of Scientific Method) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว และนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตามลำดับก่อนหลังในการทำวิจัยจริง ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวถึงนี้คือ เริ่มจาก ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 1 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 4 ทำการทดลอง ขั้นที่ 5 ทดสอบสมมติฐาน และขั้นที่ 6 ลงข้อสรุป โดยในความเป็นจริงการทำงานวิจัยอาจมีการย้อนกลับไปกลับมาข้ามขั้นตอน หรือทำซ้ำ นอกจากนี้วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะการทดลองเพียงอย่างเดียว อาจได้มาจากการสำรวจ สังเกต การเปรียบเทียบ รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์แบบจำลองในคอมพิวเตอร์ การเสนอโมเดลความคิด แม้กระทั่งความบังเอิญ เป็นต้น

8) ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Tentive Nature of Scienctific Knowledge) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลใหม่จากการสังเกตหรือการแปลความใหม่จากชุด ข้อมูลเดิม คุณลักษณะอื่นๆ ทั้งหมดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นเหตุผลของความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั่นเป็นสิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสิ่งที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์

ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555: 11-14) และประดับชัย อินมณี (2556: 13-19) กล่าวว่า ธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยแนวคิดเกี่ยวกับตัววิทยาศาสตร์อยู่หลายแนวคิด ซึ่งอาจจัดหมวดหมู่ของแนวคิดเหล่านั้นได้เป็น 3 องค์ประกอบ ตามการจัดของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS. 1993: 233) ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

1) โลก คือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ในปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกหรือในจักรวาลที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปแบบ (pattern) สามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา วิธีการศึกษาที่เป็นระบบซึ่งร่วมกับการใช้ประสาทสัมผัส และเครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งต่างๆ สามารถทำความเข้าใจได้และคำถามใหม่ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ไม่มีความเข้าใจใดที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ คือกระบวนการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้นๆ

3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมาอย่างช้าๆ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน เชื่อถือได้เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาษสตร์ที่เน้นความถูกต้องแม่นยำ และตรวจสอบอย่างเข้มข้นจากประชาคมวิทยาศาสตร์ (Scientific Community)

4) ทฤษฎี และกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน ทั้งกฎ และทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน

5) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม หลายสิ่งหลายอย่างในโลกไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนมากกว่าที่หลายคนคิด การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายโดยนัยมากกว่าการสังเกตอย่างละเอียดแล้วจัดกระทำข้อมูล นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นมากกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือ “การทำการทดลอง” ที่มักถูกจำกัดให้ทำเป็นลำดับขั้นที่ตายตัว การสืบเสาะความรู้ประกอบด้วยการ ให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Immagination) และความคิดสร้างสรรค์ (Inventiveness) และเป็นทั้งการทำงานโดยส่วนตัวและการทำงานร่วมกันของกลุ่มคน

1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันความถูกต้อง และได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์ (Scientific Enteprise)

2) วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ การทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกซึ่งต้องมีการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ที่เชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อสรุป

3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำงาน นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน

4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุ และหลีกเลี่ยงความลำเอียง การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ปราศจากความลำเอียง บางครั้งหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้อาจมาจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการใช้การตีความหมายหรือการรายงานข้อมูล โดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุ เชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือความเชื่อ เป็นต้น

5) วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น (Authority) และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหน ไม่ว่าจะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่การงานสูงเพียงใดที่จะมีอำจาจตัดสินว่าอะไรคือความจริง เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจะต้องพิสูจน์ตัวเองด้วยความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ ได้ดีกว่าแนวคิดที่มีอยู่เดิม

องค์ประกอบที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมของมนุษยชาติ (Human activity) ซึ่งมีมิติในระดับของบุคคล สังคม หรือองค์กร โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน

1) วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมมนุษย์ ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงอาจได้รับการสนับสนุนหรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่างๆ ทางสังคม เช่น ประวัติศาสตร์ ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม หรือสถานะทางสังคม

2) วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร วิทยาศาสตร์ คือ การรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมาย และเทคนิควิธีการที่ใช้ การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่างๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่างๆ โดยสิ้นเชิง

3) วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (Ethical norms of science)

4) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และประชาชน

5) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้ เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

จากกรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กรอบแนวคิดของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ด้านหลัก คือ ด้านที่ 1 โลกทัศน์หรือโลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) ด้านที่ 2 ด้านการสืบเสาะหรือการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และด้านที่ 3 ด้านองค์กรหรือกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) นอกจากนี้ยังพบว่า ทั้งกรอบแนวคิดของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS) และกรอบแนวคิดของ เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002) มีความสอดคล้องกัน

โดยในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002) ซึ่งประกอบด้วยประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน ได้แก่ 1) การอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) การสังเกต ลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3) ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ 4) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 6) มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ 7) มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ 8) ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกรอบแนวคิดของเลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002) นี้มีความครอบคลุมและมีประเด็นที่สำคัญๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน อีกทั้งยังมีผู้นำกรอบแนวคิดดังกล่าวไปใช้อ้างอิงอย่างแพร่หลายในการจัดการเรียนรู้และงานวิจัยต่างๆ

1.3 **มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์** (View of Nature of Science)

1.3.1 **ความหมายของมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์**

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความเข้าใจหรือมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่า ยังไม่มีการนิยามเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน โดยส่วนใหญ่จะพบการวิจัยเกี่ยวกับมุมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศมากกว่า ซึ่งในประเทศไทยมีนักการศึกษาหรือนักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังมีน้อย นักวิจัยและนักการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ได้กล่าวถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ไดรว์ฟเวอร์ และคณะ (Driver; et al. 1996: 726) และ แมคโคมาส และคณะ (McComas; et al. 1998: 547) ได้กล่าวถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า นอกจากการมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว ไม่เพียงแต่จะมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการแสดงออกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่การมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ดีจะส่งผลต่อการตีความเกี่ยวกับประสบการณ์และข้อมูลต่างๆ ที่ผ่านมาในชีวิตได้

เลดเดอร์แมน (Lederman; et al. 2004: 301) ได้กล่าวถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีผลทำให้มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปโดยสามารถตีความ อธิบายและแสดงความคิดเห็นถึงแหล่งที่มาของข้อมูลนั้นๆ ได้

เดง และคณะ (Deng; et al. 2011: 965) ได้กล่าวถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความหมายของคำว่า “มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์” ยังคงทำให้คนเข้าใจผิดหรือยังมีการโต้เถียงเกี่ยวกับการให้คำนิยามอยู่ แต่นักการศึกษาก็พยายามให้ความหมายโดยตีความเป็น 2 ทิศทาง คือ 1) นักเรียนสามารถบอกหรืออธิบายถึงกระบวนการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับปรัชญาวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) การอภิปรายถึงลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2554: 3) ได้กล่าวถึงทรรศนะหรือมุมมองไว้ว่า ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการบรรยาย หรือการอธิบายความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีความสัมพันธ์กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านเพื่อให้ครอบคลุมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาในประเทศ คือ 1) การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ 2) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) กิจการทางวิทยาศาสตร์

ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555: 7) ได้กล่าวถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดเห็น ทัศนคติ หรือความสามารถของครูและนักเรียนในการอธิบายขยายความ และตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์

อังคณา ปัทมพงศา (2555: 9) ได้กล่าวถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบาย ขยายความ และตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับประชามติประชาคมวิทยาศาสตร์

จากความหมายของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงทัศนะหรือการแสดงความคิดเห็นของตนเองในการอธิบายขยายความ และตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.3.2 ปัจจัยส่งเสริมหรือขัดขวางมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยเกี่ยวกับมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้ว ส่วนใหญ่จะกล่าวถึงปัจจัยที่ส่งเสริมหรือขัดขวางมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาจากส่วนของการอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะไว้อย่างน่าสนใจ ซึ่งเป็นการอภิปรายผลและเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เอบีดี อีแอล คาลิค และคณะ (Abd-El-Khalick; et al. 1997: online) ได้เสนอแนะไว้ว่า นอกจากการจัดการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือฝึกปฏิบัติแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องสื่อสารออกมาให้นักเรียนได้รับรู้ รับฟัง หรือได้มองเห็นถึงความสำคัญของงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยอีกทางหนึ่ง

กาญจนา มหาลี (2553: 135) ได้อภิปรายผลของการวิจัยไว้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญเพราะจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ลักษณะ ข้อจำกัด และวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการ การคิด และการแก้ปัญหาอย่างมีระบบตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ครูควรให้ความสำคัญกับการอภิปรายธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์

สุทธิดา จำรัส (ขวัญหญิง ทิพแก้ว. 2555: 20; อ้างอิงจาก สุทธิดา จำรัส. 2552) ได้อภิปรายผลการวิจัยไว้ว่า สิ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากขึ้น คือ การสอนวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอประเด็นที่หลากหลาย เช่น การเปิดโอกาสให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ให้ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์

หรือการสอนเพื่อให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรม และชีวิตประจำวัน การนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่สนใจของสังคมบูรณาการกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมุมมองมากขึ้น รวมทั้งการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (explicit approach)

ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555: 20) กล่าวว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ วิธีการสอนของครูที่จะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง และให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

อังคณา ปัทมพงศา (2555: 195) ได้เสนอแนะไว้ว่า ครูผู้สอนก็เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทุกวิชา ทุกระดับชั้นควรให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ในการสอนในเนื้อหาบางเรื่องอาจจะไม่สามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ทุกด้าน และควรปลูกฝังลักษณะความเป็นวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนั้นหากนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องน่าจะทำให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับประชามติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้น

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ วิธีการจัดการเรียนรู้ของครูที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากขึ้น จัดบรรยายกาศการเรียนในลักษณะที่มีการตอบโต้ อภิปรายกันอย่างมีเหตุผล และให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ

ส่วนปัจจัยที่ขัดขวางความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีนักการศึกษาได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้

เอเบล และสมิท (Abell; & Smith. 1994: 484) กล่าวว่า ครูอาจจัดการเรียนการสอนโดยเน้นให้นักเรียนท่องจำแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการสอนให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรืออาจสอนให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพียงเพื่อสนับสนุนแนวคิด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องในประเด็นต่างๆ ได้

เบล และคณะ (Bell; et al. 2003: 505) ได้แสดงความคิดในประเด็นที่นักเรียนมีมุมมองไม่สอดคล้องไว้ว่า อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางการทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของงานทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนเชื่อว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่สามารถสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ เชื่อว่ากฎทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากหลักฐานเชิงประจักษ์และทฤษฎีเท่านั้น หรือ

เชื่อว่าการตีความของข้อมูลที่ต่างกันไม่ได้มาจากข้อมูลชุดเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งอาจมาจากภูมิหลังของนักเรียนหรือแนวคิดเดิมที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก

ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555: 20-21) กล่าวว่า ปัจจัยที่ขัดขวางความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอาจมากจากการที่ครูไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และครูบางคนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และต้องท่องจำเพื่อนำไปใช้ นับเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดร่วมสมัยในปัจจุบัน

ลฎาภา สุทธกูล นฤมล ยุตาคม และบุญเกื้อ วัชรเสถียร (2555: 134) กล่าวว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ยังขาดความเข้าใจที่เพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยครูบางคนไม่ทราบแม้กระทั่งว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คืออะไร ขณะที่ครูอีกจำนวนหนึ่งเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการแปลความหมายอย่างผิวเผินของคำว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ครูบางคนเข้าใจว่าการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้พิสูจน์ความเป็นจริงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลอง ซึ่งยังถือว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใหม่สำหรับครูที่ยังขาดความเข้าใจที่เพียงพอ ตลอดจนความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์

จากปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ขัดขวางความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเริ่มจากครูผู้สอนเป็นสำคัญ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมายังพบว่าครูยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังไม่เพียงพอ ซึ่งจะส่งผลไปยังการจัดการเรียนรู้หรือจัดกิจกรรมให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจและเข้าถึงความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง จึงทำให้นักเรียนยังมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนแล้วจึงส่งผลให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ยังไม่สอดคล้องกับประชามติประชาคมวิทยาศาสตร์อีกด้วย

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งในและต่างประเทศพบว่าการศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งในนักเรียน ครู นิสิตครู เหล่านี้มีการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังพบมุมมองที่คลาดเคลื่อนอยู่หลายลักษณะ ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมุมมองที่คลาดเคลื่อนของลักษณะทางวิทยาศาสตร์

ด้านของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์	นักวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (ปีที่ศึกษา)
1. มุมมองต่อวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์เป็นความจริง เป็นข้อเท็จจริง เป็นรูปธรรม	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552)
2. กฎและทฤษฎี	กฎเป็นความรู้ที่น่าเชื่อถือกว่าทฤษฎี มีลำดับความสำคัญสูงกว่าทฤษฎี สมมติฐานเปลี่ยนแปลงเป็นทฤษฎี และทฤษฎีจะเปลี่ยนแปลงเป็นกฎ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้ทฤษฎีต้องอาศัยผลจากการทดลองสมมติฐานหลายๆ ครั้งมายืนยัน แต่กฎเป็นความจริงที่พิสูจน์แล้ว นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีหรือกฎ เพราะทฤษฎีหรือกฎนั้นมีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เพียงแต่ค้นหามันเท่านั้น	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) Mccomas (1996) Akerson; et al. (2000) Schwartz; et al. (2004)
3. วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเดียวที่จะนำมาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มีวิธีการเดียวคือ การทดลอง วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) Mccomas (1996) Mccomas (1996)
4. การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548) Khishfe and Abd-El-Khalick. (2000)

ตาราง 1 (ต่อ)

ด้านของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์	นักวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (ปีที่ศึกษา)
5. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	นักวิทยาศาสตร์ต้องให้ผลการสรุปเหมือนกันหมดหากศึกษาในสิ่งเดียวกัน	สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552)
	วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการทดลองอย่างระมัดระวัง ทำโดยละเอียด รอบคอบ ปราศจากอคติและความลำเอียง	Mccomas (1996)
	เนื่องจากวิทยาศาสตร์คือการทดลองตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด	Akerson; et al. (2000)
	นักเรียนไม่เข้าใจว่าความรู้และประสบการณ์เดิมของนักวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการสังเกตและลงความเห็น	Khishfe and Abd-El-Khalick. (2000)
		Akerson; et al. (2000)
		Khishfe and Abd-El-Khalick. (2000)
6. การสังเกตและลงข้อสรุป	นักเรียนไม่สามารถแยกแยะการสังเกตและการลงความเห็นได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุน โดยหลักฐานนั้นมาจากการทดลองและเป็นสิ่งที่สามารถตรวจสอบได้ สังเกตและสัมผัสได้	Khishfe. (2008)
		Khishfe and Abd-El-Khalick. (2000)
		Akerson; et al. (2000)
		สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548)
		Khishfe and Abd-El-Khalick. (2000)
		Schwartz; et al. (2004)

ที่มา: อังคณา ปัทมพงศา. (2555). *การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. หน้า 41-43.

1.4 การวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีนักการศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์รวมไปถึงมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่างๆ และจึงมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่แสดงรายละเอียดต่อไปนี้

ตาราง 2 เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบมุมมองหรือแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Test (FAST)	Stice
1959	Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley & Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS
1966	Inventory of Science Attitude, Interests and Appreciations	Swan
1966	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Literacy Research Scientific Center
1968	Science Support Scale	Schwirian
1968	Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore & Sutman
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford & Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh & Hasan
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of Science – Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham & Smith

ตาราง 2 (ต่อ)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on Science – Technology – Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleing & Ryan
1990	Views of Nature of Science A (VNOS – A)	Lederman & O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical Incidents	Nott & Wellington
1998	Views of Nature of Science B (VNOS – B)	Abd – El – Khalick , Bell & Lederman
2000	Views of Nature of Science C (VNOS – C)	Abd – El – Khalick & Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS – D)	Lederman & Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS – E)	Lederman & Ko

ที่มา: Lederman; et al. (1998). *Assessing understanding of the nature of science*. p. 862.

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์พบว่า นักวิทยาศาสตร์ศึกษาพยายามคิดค้นและสร้างเครื่องมือในการประเมินมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะรูปแบบของการเขียนตอบของ เลดเดอร์แมน และคณะ ได้ทำการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากลักษณะสำคัญต่างๆของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลายมิติและเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน การได้มาซึ่งเครื่องมือประเมินที่เป็นแบบเขียนตอบที่ครอบคลุม มีความตรงและความเที่ยงสูง และปราศจากอคติจึงไม่ใช่เรื่องง่าย และมีนักการศึกษาที่ทำการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาอย่างต่อเนื่องซึ่งรายละเอียดของเครื่องมือในการวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

กาญจนา มหาลี (2553: 38) ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555: 16) และอังคณา ปัทมพงศา (2555: 39) ได้กล่าวถึง ลักษณะเครื่องมือวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกัน ดังนี้

การเขียนตอบ (Paper and Pencil Test) เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามให้แสดงความคิดเห็น (เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย) หรือเป็นข้อความให้เลือกตอบว่าถูกหรือผิด หรือเป็นตัวเลือกให้เลือกมากกว่า 2 ตัวเลือก (multiple choice item) บางครั้งอาจจะเป็นแบบวัดที่มีลักษณะ

เป็นข้อความและให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นในหลายระดับ (Linkert-type) โดยเครื่องมือลักษณะดังกล่าวนี้มีข้อจำกัดในการใช้วัดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ประการด้วยกัน คือ

1) เครื่องมือชนิดนี้ข้อมูลที่มาจากการสันนิษฐานว่าผู้ตอบมีความเข้าใจหรือไม่เข้าใจ เข้าใจมากหรือน้อย แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเข้าใจอย่างไร

2) คุณภาพเครื่องมือชนิดนี้ยังเป็นที่ตั้งข้อสงสัยของนักการศึกษาทั่วไปเนื่องจากกระบวนการสร้างและการตรวจคุณภาพทำโดยผู้วิจัย

3) เครื่องมือชนิดนี้ไม่สามารถให้ข้อมูลที่จะนำมาใช้อธิบายมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกได้ และผู้วิจัยอธิบายไม่ว่าความเข้าใจในระดับต่างๆ นั้นมีความหมายแตกต่างกันอย่างไรและมีเกณฑ์ใดในการบ่งชี้ว่าจะเป็นไปตามเกณฑ์นั้น โดยปราศจากการอคติหรือความลำเอียงของผู้ตอบ แต่เครื่องมือชนิดนี้สามารถศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้โดยครอบคลุงทุกประเด็น

เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002: 503-511) กาญจนา มหาลี (2553: 38-41) ขวัญหญิง ทิพแก้ว (2555: 16-19) และอังคณา ปัทมพงศา (2555: 39-40) กล่าวถึงเครื่องมือในการวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) Views of Nature of Science Questionnaire Form A (VNOS-Form A)

VNOS-Form A เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในเชิงลึกเพื่อหารูปแบบในการวัดประเมินผลมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องมือนี้มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้คู่กับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดย เลดเดอร์แมน และโอ มอลเลย์ (Lederman and O'Malley) ได้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1990 ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 7 ข้อ ซึ่งใช้ร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ประเด็นธรรมชาติวิทยาศสาตร์ที่สอดคล้องกัน เพื่อนำมาใช้อธิบายมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแบบวัดนี้ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับนักเรียนที่มีความเข้าใจวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และเป็นการให้อิสระมากขึ้นสำหรับผู้ตอบแบบสอบถามที่จะแสดงมุมมองของผู้ตอบเองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ในขณะเดียวกันยังช่วยหลีกเลี่ยงการกำหนดมุมมองของผู้วิจัยเองอีกด้วยต่อมาได้มีการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่หลากหลาย โดยนักการศึกษาได้ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็น ดังนี้

1.1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

1.2) การสังเกตและลงข้อสรุป

1.3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

1.4) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

1.5) ความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี

2) Views of Nature of Science Questionnaire Form B (VNOS Form-B)

VNOS Form-B เป็นแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ เอบีดี อีแอล คาลิค และคณะ (Abd-El-Khalick; et al. 1996) ได้ปรับปรุงจาก VNOS-Form A ในปี 1998 เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบมุมมองของครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษา โดยการปรับข้อคำถามของ VNOS-Form A ซึ่ง VNOS-Form B จะประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 7 ข้อ เป็นคำถามที่สามารถศึกษามุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ของผู้ตอบแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในบริบทที่กว้างขวางสามารถนำมาอธิบายได้ ส่วนใหญ่นักวิจัยมักใช้ VNOS-Form B ร่วมกับแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก ในระหว่างที่มีการสัมภาษณ์นั้น ผู้เข้าร่วมสัมภาษณ์ทุกคนได้คำถามตามที่จัดไว้และถูกถามเพื่อให้ครูอธิบายในคำตอบของตน โดยการให้ความหมายที่เข้าใจง่าย เช่น ความสามารถในการสร้างสรรค์ ความคิดเห็นต่างๆ ตามทัศนคติของตน และมีหลักฐานประกอบคำอธิบายและยกตัวอย่างที่เห็นภาพอย่างชัดเจน โดยประเด็นที่ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีดังนี้

2.1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

2.2) การสังเกตและลงข้อสรุป

2.3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

2.4) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

2.5) ความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี

3) Views of Nature of Science Questionniare Form C (VNOS Form-C)

VNOS-Form C นี้ เอบีดี อีแอล คาลิค (Adb-El-Khalick. 1998) เป็นผู้พัฒนาเพิ่มเติมจาก เลดเดอร์แมน และโอมาลเลย์ (Lederman; & O'Malley) แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้ถูกปรับปรุงแก้ไขและขยายเพิ่มเติมจาก VNOS Form-B โดยการเลือกใช้คำถามข้อที่ 3 ปรับปรุงคำถามข้อที่ 1, 2, 5, และ 7 และเพิ่มคำถามใหม่อีก 3 ข้อ เพื่อให้สามารถวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ร่วมกันตรวจสอบจนได้ข้อคำถามที่สมบูรณ์ โดยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ VNOS-Form C มี 10 ข้อ ประเด็นที่เพิ่มมา คือ วิทยาศาสตร์กับสังคมวัฒนธรรม โดยประเด็นที่ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

3.1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

3.2) การสังเกตและลงข้อสรุป

3.3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

3.4) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

3.5) ความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี

3.6) วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม

4) Views of Nature of Science Questionnaire Form D (VNOS Form-D)

เลดเดอร์แมน (Lederman. 2007) ได้ปรับปรุงแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ VNOS-D เพื่อให้สามารถวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยปรับให้มีข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 7 ข้อ ซึ่งมีประเด็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลอง และการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกฎและทฤษฎีและความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรม VNOS-Form D เป็นคำถามที่เข้าใจง่าย ไม่สับสน เหมาะสมกับนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

5) Views of Nature of Science Questionnaire Form E (VNOS Form-E)

แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ VNOS-Form E นี้ เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2001) ได้ปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น โดยมีข้อคำถามปลายเปิด 7 ข้อใหญ่ มีประเด็นของข้อคำถามคล้ายกับ VNOS-Form D แต่จะเป็นการยกตัวอย่างสถานการณ์และมีการเพิ่มเติมรูปภาพ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น แต่ข้อจำกัดของ VNOS-Form E คือ การนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลค่อนข้างจะยุ่งยากเพราะนักเรียนมีอายุน้อย เขียนหนังสือได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจะต้องมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากขึ้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ การใช้เครื่องมือในการวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายทั้งแบบสอบถามปลายเปิด หรือปลายปิด แบบสัมภาษณ์ และแบบสังเกต โดยมีข้อคำถามที่อาศัยหลักการพัฒนาความรู้ในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะสามารถวัดความเข้าใจมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ตรงประเด็นมากที่สุด

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์รูปแบบซี (VNOS-Form C) เนื่องจากได้รับการปรับปรุงมาให้เหมาะสมกับการวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และได้รับการยอมรับให้นำไปใช้อย่างแพร่หลาย โดยมีประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมตามที่ผู้วิจัยวางไว้รวมทั้งมีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแบบวัดนี้เป็นข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 10 ข้อ โดยผู้วิจัยแปลและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาและการใช้ภาษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

เอบีดี อีแอล คาลิค และเลดเดอร์แมน (Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000: 673) ได้ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับนักศึกษาฝึกสอนระดับปริญญาตรีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบประวัติของวิทยาศาสตร์ ผลที่ได้จากการศึกษาส่วนใหญ่ พบว่า ผู้เรียนมีมุมมองหรือความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามประชามติของประชาคมวิทยาศาสตร์

ชาวอชซ์ และคณะ (Schwartz; et al. 2004: 611) ได้ศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง โดยการสอนแบบชัดแจ้งเพื่อลดช่องว่างระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู 5 ปี ผลการศึกษาพบว่า 3 ปัจจัยสำคัญสำหรับการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสะท้อนความคิด บริบท/สภาพแวดล้อม และทัศนคติ ซึ่งส่งผลให้การเขียนวารสารและการสัมนามีผลอย่างมากกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เอเคอสัน แฮนสัน และคัลเลน (Akerson; Hanson; & Cullen. 2007: 766) ได้ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนระดับเกรด 6 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ผลการศึกษาพบว่า ครูได้รับการปรับปรุงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นโดยการพัฒนารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ปริณดา ลิมปานนท์ (2547: 115-117) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยการสังเกต การจัดการเรียนรู้ การศึกษาเอกสาร และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 คน พบว่า

1) สาระธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูจัดการเรียนรู้มีทุกด้านตรงกับกรอบ คือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

2) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนใช้มากที่สุดคือ การบรรยาย นอกจากนั้น ยังพบการแนะนำแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง การทดลอง และการมอบหมายงาน

3) เหตุผลที่ครูจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มี 2 ประการ คือ การจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และมีความต้องการพัฒนานักเรียนในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตประจำวัน และการเป็นนักวิทยาศาสตร์

สุทธิดา จำรัส (2551: 228-239) ศึกษาความเข้าใจและการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี และศึกษาครูมีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเรื่องอะตอมอย่างไร โดยศึกษาจากครูผู้สอนวิชาเคมี 3 คน จากโรงเรียนรัฐบาลระดับมัธยมศึกษา 3 แห่ง เก็บข้อมูลด้ว แบบสัมภาษณ์และการสังเกตการเรียนการสอนในเรื่องภูมิหลังของครู ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสะท้อนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการสอน เรื่อง โครงสร้างอะตอม ปัญหาที่พบในการสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมและปัญหาในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ครูเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่าหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานในการสนับสนุน ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ แต่ครูก็เข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินตามวิธีการวิทยาศาสตร์เท่านั้น และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม จากการสังเกตการเรียนการสอนพบว่าครูสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนน้อยมากแม้ในบางแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูเข้าใจเป็นอย่างดี

กาญจนา มหาลี (2553: 124-135) ได้ศึกษาและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด แบ่งการศึกษาเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกสำรวจความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา 3 โรงเรียน จำนวน 110 คน ประเด็นที่ศึกษาคือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ กิจการทางวิทยาศาสตร์ เก็บข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ระยะที่สอง พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน เก็บรวบรวมข้อมูล แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนคิด ใบงานบันทึกการเรียนรู้ ผลการวิจัยระยะ ที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทุกด้าน โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอน วิธีแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนระยะที่ 2 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยเน้นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้นทุกประเด็นที่ศึกษาโดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบได้อย่างสมบูรณ์กับทุกคำถาม การหลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ และการคำนึงถึงคุณธรรมของนักวิทยาศาสตร์

พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2554: 1-8) ได้ศึกษาทรรศนะของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาคือสถาบันการผลิตครูจำนวน

4 แห่ง เป็นนักศึกษาจำนวน 59 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้และกระบวนการ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคม แต่นักศึกษาเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการไม่มีส่วนในการสร้างข้อความรู้ และวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล (2555: 73-88) ได้ศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพโดยการสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายบุรี “แจ้งประชาคาร” จำนวน 14 คน การวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน ในตอนที่ 1 ผู้วิจัยสำรวจความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบปลายเปิด และระบุลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน 13 คน ไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลการอนุมานจากหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 กิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการอนุมาน มีนักเรียน 9 คน ที่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมครบทั้ง 5 กิจกรรม ในตอนที่ 2 ผู้วิจัยประเมินความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 9 คนนี้ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน 5 คน มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ขึ้น ผลการวิจัยนี้สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง

อังคณา ปัทมพงศา (2555: 184-194) ได้ศึกษาการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยใช้การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้ ผลการวิจัยพบว่า การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบบ่งชี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกด้านที่ศึกษา โดยเฉพาะด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายกลยุทธ์และเทคนิคการสอน ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบบ่งชี้ที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติเพื่อเป็นประโยชน์กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีนั้นมีข้อดี ข้อเสีย จุดเด่น จุดด้อยแตกต่างกันออกไป ดังนั้นครูผู้สอนควรเลือกวิธีการสอนโดยต้องวางแผนว่าต้องการพัฒนาธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านใด ประเด็นอะไรบ้าง และครูผู้สอนจำเป็นต้องทำความเข้าใจประเด็นนั้น

อย่างละเอียด เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมต่างๆ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน โดยให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และที่สำคัญนักเรียนต้องสามารถเชื่อมโยงธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านและสะท้อนออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบันคือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry based learning) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติทักษะต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงมีนักการศึกษาที่สนใจและศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ซัน และโทรว์บริดจ์ (Sund; & Trowbridge. 1974. 53-55) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

สถาบันวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC. 2000: 214) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง ชุดของกระบวนการที่เกี่ยวโยงกันที่เริ่มจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติโดยนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน จากนั้นดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบนั้น และด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้เองจึงทำให้นักเรียนได้มาซึ่งความรู้และสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ แบบจำลอง และทฤษฎี

สคาร์ดามาเลีย (Scardamalia. 2002: 70) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ได้ฝึกตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็นและการสังเกต โดยครูผู้สอนมีหน้าที่ดำเนินการสอนผ่านการเสนอแนะ ชี้นำในสิ่งที่น่าเชื่อถือ มีการทดสอบนักเรียนซึ่งอาจมาการการตั้งคำถาม และปรับแก้มุมมองของนักเรียนจากความสังสัย งงงวยนำไปสู่ความเข้าใจในการเรียนรู้นั้นได้ดียิ่งขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545: 37) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนนี้เป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์ (2551: 43) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมของการเรียนการสอน และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้

ณฐกรณ์ ดำชะอม (2553: 26) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนพยายามสร้างความรู้ใหม่ โดยอาศัยฐานความรู้เดิมเป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เพราะการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเองจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและเข้าใจความรู้นั้นดียิ่งขึ้นมากกว่าที่ครูจะเป็นเพียงผู้บอกและบรรยาย เพราะผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติเอง

ณัฐวรรณ เวียนทอง (2554: 34) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

ณัฐรินีย์ อภิวงศ์งาม (2554: 28) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้และข้อเท็จจริงต่างๆ ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมของการเรียนการสอน และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2554: 2) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิดสืบสวนสอบสวน และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆ กัน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนมีหน้าที่

จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน

2.1.2 หลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นได้มีผู้กล่าวไว้หลายแนวทาง ดังนี้

คลาร์ค (Clark. 1976: 418) ได้กล่าวถึงหลักการทั่วไปของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1) ครูพยายามชักจูงนักเรียนให้คิดด้วยตนเองโดยการถามคำถามให้คิด ถามให้ตีความ อธิบายและตั้งสมมติฐานได้ ถามให้นำหลักการมาปรับใช้กับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ถามเพื่อการรวบรวมข้อมูลและความรู้ต่างๆ และเสนอปัญหาให้แก่นักเรียนโดยการคาดการณ์ล่วงหน้า

2) ครูพยายามที่จะสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการกระตุ้นนักเรียนให้ทดลองโดยใช้ความคิดของตนเอง โดยครูให้การสนับสนุนและยอมรับ เสริมแรง กระตุ้นและพิสูจน์เพื่อนำไปสู่เรื่องราวนั้น ยอมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง และกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดและวิเคราะห์ความคิดที่แตกต่าง

3) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ส่วนใหญ่จะรวมเอาวิธีของการแก้ปัญหาไม่ว่าจะเป็นวิธีแก้ปัญหาของคนเดียวหรือเป็นกลุ่ม

4) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบอิสระ

ซัชแมน (นฤพล จันทู. 2549: 28; อ้างอิงจาก Suchman. 1996: 1) ได้กล่าวถึงหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการค้นคว้า และสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การสอนแบบนี้จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการสอนที่ครูเป็นผู้บอกทั้งหมด ผู้เรียนมีอิสระในการหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531: 36) ได้กล่าวถึงหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า“การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะไม่ประสบความสำเร็จอย่างใดเลย ถ้าหากนักเรียนไม่ได้มีส่วนในการที่จะพบปัญหา วิธีสอนที่ดีที่สุด คือ ให้นักเรียนได้เข้าไปปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ได้เข้าพบปัญหา จึงจะเกิดความคิดในการแก้ปัญหาเหล่านั้น”

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 16) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง บทบาทของครู คือ ผู้ให้ความกระจ่างและผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน “ค้นพบ” ข้อมูลและจัดระบบความหมายข้อมูลของตนเอง ครูต้องฝึกทักษะและกระบวนการสืบค้น (Inquiry Process) ให้กับผู้เรียนก่อนให้เขาสืบค้นข้อความรู้ ประเด็น

ปัญหาที่ครูเลือกให้ผู้เรียนศึกษาควรสัมพันธ์กับหลักสูตร และสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน ครูจะต้องตระหนักเสมอว่าต้องเน้นที่ “กระบวนการ” มากกว่าผลที่เกิดจากกระบวนการ

สิริกุล อินพานิช (2550: 36) กล่าวถึงหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา ผู้เรียนเสาะแสวงหาความรู้ โดยครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น และทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการสืบเสาะของผู้เรียน

จากหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนแบบอิสระ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง มีส่วนในการเผชิญปัญหาซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความคิดในการแก้ปัญหาเหล่านั้น โดยมีครูผู้สอนที่คอยกระตุ้น ชี้แนะ เสริมแรง และพิสูจน์และนำไปสู่การค้นพบเรื่องราวนั้นได้อย่างมีเหตุมีผล

2.1.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถจัดจำแนกประเภทของการสืบเสาะโดยอาศัยตามเกณฑ์ต่างๆ กัน ทำให้มีประเภทของการสืบเสาะมากขึ้น ดังนี้

ทาโฟย่า และคณะ (Tafoya; et al. 1980: 43-48) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1) การสืบเสาะสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา ในขณะที่นักเรียนกำหนดขั้นตอนในการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

2) การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูให้คำปรึกษาหรือแนะนำวิธีการทดลองและการจัดกระทำข้อมูลนักเรียน นักเรียนเป็นผู้แปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

3) การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) หรือการค้นพบ (Discovery) นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

คาริน และซัน (พันทพา บุญสรรค์ 2550: 19; อ้างอิงจาก Carin; & Sund. 1980) แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1) แบบที่ 1 Guided Discovery เป็นวิธีที่ให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองหรือทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวิธีสืบเสาะที่มีคำแนะนำ

ปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป (Structureed Laboratory) โดยวิธีนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน โดยเตรียมวิธีการปฏิบัติการทดลองไว้แล้วเป็นระดับง่ายที่สุด

2) แบบที่ 2 Less Guided Discovery เป็นวิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้วางแผน (Teacher Planned Investigation) เป็นวิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยเริ่มต้นตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า วิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) โดยวิธีนี้ครูมีบทบาทลดลงเมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่ซับซ้อนกว่าแบบที่ 1

3) แบบที่ 3 Free Guided Discovery เป็นวิธีสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Student Planned Investigation) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูล ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น ซึ่งอาจเรียกว่า วิธีสืบเสาะแบบอิสระ โดยวิธีนี้นักเรียนมีบทบาทมากที่สุด ครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย เป็นระดับที่ซับซ้อนและยากที่สุด

ชวาป (ไพฑูรณ์ สุขศรีงาม. 2545: 141; อ้างอิงจาก Schwab. 1960) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของการสืบเสาะไว้ คือ การสืบเสาะที่อาศัยการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) การสืบเสาะโดยใช้ความรู้เดิม (Stable Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาที่นำความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วไปใช้ในการกำหนดปัญหาเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การสืบเสาะชนิดนี้ซึ่งเกี่ยวข้องเฉพาะช่องว่างที่มีอยู่ในความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ไม่ได้สนใจหาความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

2) การสืบเสาะหาความรู้ใหม่ (Fluid Inquiry) การสืบเสาะจะพัฒนาหลักความรู้ใหม่ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิชาการต่างๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนใช้หลักการใหม่ในการสืบเสาะหาความรู้ให้การสืบเสาะโดยใช้ความรู้เดิม (Stable Inquiry) นั่นเอง

จากการศึกษาประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถสรุปได้ว่าการจำแนกประเภทของการสืบเสาะหาความรู้อาศัยหลักเกณฑ์ที่ต่างกันออกไป จึงทำให้มีประเภทของการสืบเสาะหาความรู้จำนวนมากขึ้น จึงสรุปได้ ดังนี้

1) การสืบเสาะปฏิบัติการ (Laboratory Investigation) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1) การสืบเสาะสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้มีบทบาทในการกำหนดปัญหา แต่นักเรียนเป็นผู้กำหนดขั้นตอนการทดลอง จัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปผลด้วยตนเอง

1.2) การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการเป็นส่วนใหญ่ โดยนักเรียนเป็นแค่ผู้แปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

1.3) การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นักเรียนเป็นอิสระมากที่สุด โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

2) การสืบเสาะสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1) การสืบเสาะโดยใช้ความรู้เดิม (Stable Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นำความรู้ที่มีอยู่แล้วไปใช้ในการกำหนดและเป็นแนวทางในการหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว

2.2) การสืบเสาะหาความรู้ใหม่ (Fluid Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่หาหลักการ ความรู้ใหม่ๆ มาใช้ในการปรับปรุงความรู้เดิมให้มีความถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ความรู้ใหม่ที่กว้างขวางขึ้น

2.1.4 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การกำหนดขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ได้มีผู้ที่ศึกษากำหนดไว้ ดังนี้

เอเซป (Australian Science Education Project: ASEP. 1974: 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1) สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้

2) ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้

3) สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

จากขั้นตอนทั้งสามข้างต้นที่กล่าวมาจะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาแทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้งสามด้วย

มาร์ค วินซิติ และเฮเลน บัทเทอร์เมอร์ (Mark Windschiti; & Helen Buttermer. 2000; อ้างอิงจาก National Science Education: NRC. 1996) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เบื้องต้น โดยอาศัยความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นหลัก แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1) การตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัยใคร่รู้หรือการระบุปัญหา

2) การสืบเสาะหาความรู้เพื่อตอบคำถาม

3) การวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

โดยแต่ละขั้นตอนมีความสำคัญ แต่ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดน่าจะเป็นการวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบ เพราะขั้นนี้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือแนวความคิดขึ้นใหม่ โดยอ้างอิงถึงหลักฐานข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกตหรือทดลอง และเชื่อมโยมองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมกับการสรุปที่ได้จากการค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ (2540: 12-13) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ถูกเสนอโดยนักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกาชื่อโรเบิร์ด คาร์พลัส (Robert Karplus) ที่เริ่มต้นใช้ในการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และช่วยลดความน่าเบื่อของการเรียนในห้องเรียน ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษานำวิธีการนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนแตกต่างกัน นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการเรียนการสอนมาใช้พัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และได้เสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2) การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลองการสำรวจการสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวนักเรียนเองโดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3) การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4) การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วนตนเองถึงแนวความคิดหลักที่ได้สรุปไว้ในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมาน้อยเพียงใด รวมทั้งมี

การยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นหลักฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545: 41-43) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1) สร้างความสนใจ จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต สงสัย กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2) สำรวจและค้นหา ผู้เรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานและกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ ให้ได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอ สรุปสิ่งที่คาดว่าจะเป็นคำตอบของปัญหา

3) อธิบายและลงข้อสรุป ผู้เรียนนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลในรูปแบบต่างๆ การค้นพบในขั้นนี้อาจสนับสนุนหรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขยายความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่นๆ

5) ประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 219-220) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยมกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่

ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ ที่จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม

3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้างเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดเล็กน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขึ้น

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด นำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เป็นประเด็น คำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปในทิศทางเดียวกัน คือ การนำเข้าสู่ปัญหาหรือประเด็นที่น่าสนใจ การอภิปรายปัญหา การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่เพียงเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นหรือชี้แนะแนวทางในการคิด ค้นคว้า สืบหาข้อมูลต่างๆ เท่านั้น และผู้เรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมให้สำเร็จด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนการจัดการ

เรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2546: 219-210) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

2.1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1.5.1 บทบาทของครู

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: ออนไลน์) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้เป็นคุณลักษณะ ดังนี้

1) กระตุ้นให้เด็กคิดโดยการสร้างสถานการณ์ชัดชวนให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน

2) ให้การหนุนกำลังเมื่อเด็กถามมาก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างขึ้น

3) ทวนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามอยู่บ่อยๆ เพื่อพิจารณาดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร

4) เป็นผู้กำกับ แนะนำ ครูจะชี้แนวทางเพื่อให้เกิดความตามแนวทางที่ถูกต้อง ควบคุมเด็กเมื่อเด็กออกนอกลู่นอกทาง

5) จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีเรียน การสร้างบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมี ประสิทธิภาพ

ชุติมา วัฒนะคีรี (ม.ป.ป.: 162) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1) แนะนำนักเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2) จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น

3) คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน เช่น ถามคำถาม อธิบายข้อข้องใจบางอย่าง

4) แนะนำศัพท์ใหม่ๆ ที่พบขณะทำการทดลอง เช่น ละลาย ขยายตัว แรงดัน อุณหภูมิ

5) กระตุ้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูล และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ์ (2546: 9-10) กล่าวว่า คุณลักษณะของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีคุณลักษณะ ดังนี้

1) ต้องรู้จักใช้คำถาม

2) อดทนที่จะไม่บอกคำตอบ แต่กระตุ้นและเสริงพังให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง

3) ต้องให้กำลังใจให้นักเรียนมีความพยายาม

4) ธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ดังนั้น การถามนำให้นักเรียนอาจคิดไม่เหมือนกัน บางครั้งอาจต้องบอกให้บ้าง

5) เข้าใจและรู้ความหมายของพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก

6) มีเทคนิคในการจัดการให้นักเรียนแก้ปัญหา

7) อดทนที่จะฟังคำถามและคำตอบของนักเรียน แม้ว่าคำถาม คำตอบเหล่านั้นอาจไม่ชัดเจน

8) รู้วิธีบริหารจัดการชั้นเรียนให้นักเรียนมีอิสระในการคิด การศึกษาค้นคว้าโดยไม่เสียระเบียบของชั้นเรียน

9) รู้จักนำข้อผิดพลาดมาใช้เป็นโอกาสในการสร้างสรรค์แนวคิดในการค้นคว้าทดลองใหม่

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์ (2551: 49-50) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้อยากเห็น

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง

3) จัดหาอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน

4) ตั้งคำถามต่างๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปผลจากการทดลอง หรือการทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง

ธนวรรณ อิสโร (2554: 61) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1) ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ เสนอแนะ และช่วยเหลือนักเรียนในการค้นหาคำตอบและคิดอย่างมีระบบ

2) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้สอดคล้องกับเรื่องที่สอน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและประสบการณ์เดิมของนักเรียน รวมทั้งเริ่มจากวิธีง่ายไปยังวิธีที่สลับซับซ้อน

3) กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยแล้วตั้งคำถามกลับ อีกทั้งพยายามเชื่อมโยงคำตอบของนักเรียนไปสู่คำถามใหม่ เพื่อช่วยขยายแนวคิดหรือขยายคำตอบเดิมให้ชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4) เสริมแรง ให้กำลังใจ และอดทนเพื่อให้นักเรียนมีความพยายามในการค้นหาคำตอบด้วยตนเองอย่างมีอิสระในการคิด เข้าใจธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน ตลอดจนยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน

5) จัดสภาพการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ

จากบทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ บทบาทหน้าที่สำคัญของครูผู้สอนคือ เป็นผู้สร้างสถานการณ์โดยการกระตุ้นนักเรียนให้คิดโดยการตั้งคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนในการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้แนะนำ เสนอแนะ ช่วยเหลือนักเรียนในการค้นหาคำตอบเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง

2.1.5.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

อรอุมา กาญจนี (2549: 18) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1) พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2) ใช้หลักการต่างๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ

3) แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระ มีเหตุผล

4) พูด ซักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียน เชื่อมั่นและมีเหตุผล

พันธ์ ทองชุมนุม (2544: 56) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1) สำรวจอุปกรณ์

2) สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้

3) รายผลการสืบเสาะหรือผลการสังเกต

4) สืบเสาะหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลและตั้งสมมติฐาน

5) เสนอแนะการทดลองและการทดสอบ

6) สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

7) อภิปรายมโนมติของรูปแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสำรวจได้

8) ขยายมโนมติโดยผ่านขั้นตอนการสำรวจ ตามข้อชี้แนะของมโนมติ

ปิยะมาศ อาจหาญ (2554: 41; อ้างอิงจาก สุวัฒน์ นิยมค้า. 2531: 560-563) ได้กล่าวถึงบทบามของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้นี้ สสวท.พูดไว้ชัดเจนว่า ในบทเรียนต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง หมายความว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้มิใช่มาจากครูทั้งหมด ที่มาจากครูมีเพียงส่วนน้อย เป็นแต่เพียงส่วนประกอบเท่านั้น นักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดเป็นผู้สรุปองค์ความรู้ นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใด ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

จากบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้สรุปได้ว่า นักเรียนจะต้องพยายามค้นหาสิ่งที่สนใจหรือสิ่งที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยหลักการ ทักษะต่างๆ รวมไปถึงเครื่องมือในการทดลอง ดำเนินการทดลอง บันทึกข้อมูล อภิปรายและการสรุปผล และนักเรียนควรมีการแสดงความคิดเห็น ซักถามหรือโต้แย้งในการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมนั้นๆ อย่างมีเหตุผลและมีความเชื่อมั่น เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

2.1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบต่างมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไป ครูผู้สอนจึงควรศึกษาและทำความเข้าใจเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับบริบทของแต่ละวิชา สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้มีนักการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญ และนักวิชาการ ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนี้

จอยซ์ และเวล (Joyce; & Well. 1986: 67) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1) เป็นวิธียั่วยุให้นักเรียนต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน ฝึกให้รู้จัดการทำงานเป็นกลุ่มตามระบบประชาธิปไตย

ภพ เลาไพบูลย์ (2542: 156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1) นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2) นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการปฏิบัติ ทำให้ได้เรียนรู้ วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4) นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5) นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4) นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5) ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 60-61) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1) เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาด ริเริ่มสร้างสรรค์ และเป็นนักจัดระเบียบ

2) การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3) ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4) ช่วยให้จดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้

5) นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมาย

6) ช่วยพัฒนาอัตมโนทัศน์แก่ผู้เรียน

7) ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่ากระทำสิ่งใดๆ จะทำสำเร็จด้วยตนเองสามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

8) สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนด

2) ถ้าสถานการณ์ไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนไม่อยากเรียน

3) นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำหรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีนี้ได้

4) เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

5) ถ้านักเรียนไม่รู้หลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

6) ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก

7) ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้

ปิยะมาศ อาจหาญ (2554: 43) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1) นักเรียนได้ใช้ความคิด ลงมือทดลอง และสรุปผลการทดลองหรือทำกิจกรรมด้วยตนเอง

2) นักเรียนสามารถเข้าใจ จดจำในสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้อย่างคงทน

3) นักเรียนสามารถเกิดทักษะที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ เช่น ทักษะการทดลอง การลงข้อสรุปจากข้อมูล การทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1) หากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่น่าสนใจก็อาจส่งผลเสียต่อนักเรียนได้ เช่น นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน

2) ถ้าครูใช้วิธีการสอนนี้บ่อยๆ ก็อาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

3) ถ้าหากผู้เรียนมีระดับสติปัญญาต่ำหรือเนื้อหาที่สอนยากเกินไปอาจทำให้ไม่สามารถตอบปัญหาที่ครูสร้างขึ้นได้

ธนวรรณ อิสโร (2554: 63) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มุ่งส่งเสริมศักยภาพด้านสติปัญญาเป็นสำคัญ

2) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิด แก้ปัญหา และตัดสินใจ

3) พัฒนาทักษะในการศึกษาค้นคว้า ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4) ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

5) นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1) ต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบเพื่อให้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีความน่าสนใจชวนติดตาม มิฉะนั้นจะทำให้นักเรียนไม่อยากเรียน

2) ต้องสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนในการทำกิจกรรมโดยเฉพาะนักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำและเมื่อเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก

3) การจัดการเรียนรู้นี้ใช้เวลามากในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนด

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวสามารถสรุปได้ ดังนี้

ข้อดี คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนได้มีอิสระในการเรียนรู้ ได้ใช้ความคิด ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเกิดทักษะที่ได้จากการเรียนรู้อีกด้วย เช่น ทักษะการทดลอง การสรุปผล การแปลและตีความจากข้อมูล และการทำกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น จึงทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจ จดจำในสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ได้อย่างคงทน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ที่คอยสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการสืบเสาะหาความรู้ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่ต้องเผชิญต่อไปได้

ข้อจำกัด คือ การจัดการเรียนรู้วิธีนี้ ถ้าหากครูผู้สอนสร้างสถานการณ์ที่ไม่น่าสนใจหรืออาจจะนำวิธีการสอนนี้มาใช้บ่อยก็อาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงระดับสติปัญญาของผู้เรียนด้วย ถ้าหากผู้เรียนมีระดับสติปัญญาต่ำหรือเนื้อหาที่สอนยากเกินไปอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบปัญหาหรือเรียนรู้ และไม่สามารถบรรลุผลตามที่ครูได้วางแผนไว้ ดังนั้น ครูผู้สอนควรวางแผนให้รอบคอบในการจัดการเรียนรู้

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

คิชเฟ และอีบีดี อีแอล คาลิค (Khishfe; & Abd-El-Khalick. 2002: 554) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด หมายถึง วิธีการจัดการเรียนเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญแก่นักเรียนให้มีความตระหนักและเข้าใจลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องตามที่ครูผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและมีการสะท้อนความคิดจากกิจกรรม จึงสามารถช่วยให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงกรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุม

ซาควอซ เลดเดอร์แมน และคราลฟอด (Schwartz; Lederman; & Crawford. 2004: 614) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการะสะท้อนคิด หมายถึง วิธีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่มีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยการเพิ่มการสอนองค์ประกอบที่เน้นไปที่ลักษณะเฉพาะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งจะสามารถปรับปรุงหรือแก้ไขให้มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ควรมีเป้าหมาย การให้ความสนใจกับวิธีการสอน และการประเมินผล โดยวิธีการสอนแบบชัดแจ้งนี้ตั้งใจให้นักเรียนให้ความสำคัญกับคุณลักษณะหรือมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปราย การสะท้อนคิด โดยเฉพาะการตั้งคำถามในบริบทของการทำกิจกรรมนั้นๆ การสืบค้นหาความรู้ และตัวอย่างประวัติศาสตร์ ครูจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝน และประเมินความเข้าใจของนักเรียน และที่สำคัญควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนไป

เอเคอสัน แฮนสัน และคัลเลน (Akerson; Hanson; & Cullen. 2007: 753) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนให้ความสำคัญกับลักษณะหรือมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปรายและการลงมือเขียนจากกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือทำ การสอนสะท้อนคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต้องการให้ผู้เรียนได้คิดเกี่ยวกับวิธีการทำงานของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ว่ามีความคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างจากการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่อธิบายจุดประสงค์ในการสอนอย่างชัดเจนเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การตั้งคำถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสะท้อนความคิดออกมาเกี่ยวกับวิธีการในการสืบเสาะหาความรู้นั้นๆ ว่ามีความเหมือนหรือต่างจากการวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์

กาญจนา มหาลี (2553: 34) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับสะท้อนคิด หมายถึง การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในการสอนเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้ความสำคัญในเนื้อหาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งจะสอนในบริบทของการจัดการเรียนรู้แบบใดก็ได้แต่ที่มีความเหมาะสมและมีหลักฐานว่ามีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือ การจัดกิจกรรมโดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน นอกจากนั้นการสอนด้วยวิธีการดังกล่าวยังสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ประดับชัย อินมณี (2556: 23-24) กล่าวว่า การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจโดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการ ลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียน โดยเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการอภิปรายสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมจะต้องมีการสอนธรรมชาติอย่างชัดเจน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน ส่วนใหญ่ใช้กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เชื่อว่าความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ไม่เกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติหลังจากการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน ดังนั้นการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิดมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในประเด็นต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนอภิปรายถึงประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็นและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และนักเรียนได้รับการแก้ไขปรับปรุงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องจากการสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน โดยในขั้นตอนการสอนไม่ได้มุ่งไปที่การบรรยายถึงมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะแต่เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ซึ่งการจัดกิจกรรมการสอนนั้นจะมีความหลากหลายและสอดคล้องกับทั้งเนื้อหาและสอดคล้องกับกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ

2.2.2 ลักษณะสำคัญของการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควบคู่ไปกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือการให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่ได้หมายความว่าต้องบรรยายถึงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แต่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยผ่านกระบวนการคิดของนักเรียนเอง (Khishfe; & Abe-El-khalick. 2002: 554) ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และนักเรียนได้รับการปรับปรุงแก้ไขมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นผลมาจากการอภิปรายและสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000: 698) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะจัดโดยวิธีการใดก็ได้ แต่ในระหว่างการทำกิจกรรมจะต้องมีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ อย่างชัดเจน (ขวัญหญิง ทิพแก้ว: 2555: 23; กาญจนา มหาลี. 2553: 33) โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตลอดจนการประเมินผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ซึ่งในขั้นตอนการสอนมีการอภิปรายสะท้อนความคิด โดยมีการชี้นำและถามคำถามจากครูผู้สอนในระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน ซึ่งครูผู้สอนอาจจะต้องอธิบายให้นักเรียนอีกครั้งหากจำเป็น (Schwartz; et al. 2004: 614) โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดอาจใช้กับการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Akerson; Abe-El-Khalick; & Lederman. 2000: 378) สอนโดยผ่านประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Abe-El-Khalick; et al. 1997: 673; Khishfe; & Abe-El-Khalick. 2002: 552; อ้างอิงจาก Ogunniyi. 1983) แต่กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งส่วนใหญ่ใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based/Explicit approach) เนื่องจากการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับ การสะท้อนคิดนั้นจำเป็นต้องอาศัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในขณะที่ทำกิจกรรมในห้องเรียน (กาญจนา มหาลี. 2553: 33-34)

2.2.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีกรอบการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังแสดงตาราง 3

ตาราง 3 กรอบการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย
1. ครูกำหนดวัตถุประสงค์ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ครูกำหนดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอนเป็นหนึ่งในผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยพิจารณาความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา
2. ครูหาสถานการณ์ที่แสดงให้เห็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ครูตั้งประเด็นคำถาม สาธิต หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูได้กำหนดไว้ในขณะทำกิจกรรมหรือหลังทำกิจกรรมการเรียนการสอน
3. ครูบ่งชี้และอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ครูแสดงให้นักเรียนเห็นถึงลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดและให้นักเรียนร่วมอภิปรายผ่านบทสนทนาและแสดงความคิดเห็นในประเด็นดังกล่าว
4. การประเมินผลธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ครูวิเคราะห์มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและประเมินมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. การให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์	หลังจากครูบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และนักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้วให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปโดยผ่านทางการถามตอบในชั้นเรียน

ที่มา: อังคณา ปัทมพงศา. (2555). *การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. หน้า 38.

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด เนื่องจากมีงานวิจัยซึ่งยืนยันประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ในการส่งเสริมมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์จำนวนมาก อีกทั้งยังสอดคล้องกับข้อเสนอแนะเรื่องการบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิชาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) อีกด้วย นอกจากนี้งานวิจัยที่ผ่านมายังระบุว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังสามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Schwartz; et al. 2004: 633)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนอภิปรายถึงประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็นและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และได้รับการแก้ไขปรับปรุงมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องจากการสะท้อนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน โดยในขั้นตอนการสอนไม่ได้มุ่งไปที่การบรรยายถึงมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะแต่จะเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐานที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับทั้งเนื้อหาและกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ด้าน ผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้รูปภาพ ข่าว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและเกิดขึ้นจริงทางสังคม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและนำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ครูทำการชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่จะสอนโดยพิจารณาความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา พร้อมกับชี้แนะและอธิบายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

2) ขั้นสำรวจและค้นหา หมายถึง การทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดแทรกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา โดยให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ทำกิจกรรม และการสืบค้นความรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างการทำกิจกรรมหรือการจัดการเรียนรู้จะมีการแสดงความคิดเห็นมีการถาม-ตอบ ระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อสะท้อนความคิดของนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอในการอภิปรายและสรุปต่อไป

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป หมายถึง การนำความรู้ ข้อมูล ที่ได้จากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์ โดยครูใช้สื่อการเรียนรู้ ใช้คำถามนำอภิปรายและกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและสะท้อนความคิด จากนั้นครูบ่งชี้เกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องซึ่งนำมาสู่การเชื่อมโยงระหว่างความรู้จากกิจกรรมกับเนื้อหาวิชาที่เรียน โดยครูวิเคราะห์มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และทำการปรับแก้มุมมองต่อประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากการสะท้อนความคิดของนักเรียนให้ถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การอธิบายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน

4) ขั้นขยายความรู้ หมายถึง การนำความรู้ที่เรียนมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสามารถนำไปปรับใช้กับสถานการณ์เหตุการณ์อื่นๆ เพื่อช่วยให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยครูใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลายหลาย นำเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับกับเรื่องที่สอนและเกิดขึ้นจริงทางสังคม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียนและสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5) ขั้นประเมิน หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ มีทั้งครูประเมินนักเรียน และนักเรียนเป็นผู้ประเมินครู โดยหลังจบการเรียนแต่ละครั้งครูก็จะให้นักเรียนเขียนลงในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนซึ่งจะมีหัวข้อในการเขียนในประเด็นต่างๆ ได้แก่ 1) กิจกรรมในชั้นเรียน 2) สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาและความเป็นวิทยาศาสตร์/ลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3) ข้อสงสัยหรือประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ 4) ความรู้สึกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และ 5) ข้อเสนอแนะสำหรับการสอนของครู เป็นต้น เพื่อการปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

โคลีบาส (Kolebas. 1972: 4443-A) ได้ศึกษากับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเน้นทักษาะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดวิส (Davis. 1979: 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided Inquiry Discovery Approach) กับการจัดการเรียนรู้ตามตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลอง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามตำราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คอลลินส์ (Collins. 1990: 2783-A) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการอภิปรายเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มจัดให้มีการเรียนรู้แบบสืบเสาะตลอดเวลา นอกจากนี้ยังจัดประสบการณ์ด้านต่างๆ เช่น จัดฉายภาพยนตร์ และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลวิจัยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คิชเฟ่ และเอบีดี อีแอล คาลิค (Khishfe; & Abd-El-Khalick. 2001: 551) ได้ศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบไม่ชัดแจ้งโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 62 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด โดยทำกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านขั้นตอนสืบเสาะหาความรู้และมีการอภิปรายสะท้อนความคิดเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และ 2) กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งทำกิจกรรมเดียวกัน แต่ไม่ได้รับการบ่งชี้หรือครูไม่ได้กำหนดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้อภิปราย ซึ่งเมื่อทำการวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คำถามปลายเปิด และสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แล้วนำมาเปรียบเทียบกันพบว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งผลให้มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น และสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เอมมีน และซาลีห์ (Emine; & Salih. 2001: 3074) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดของวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้นั้น นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติในการทำการทดลอง ในระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้นครูผู้สอนได้สอดแทรกลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ ผลการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถสรุปเป็นความคิดรวบยอดและสามารถจดจำความรู้ที่ได้เรียนไปได้ดีอีกด้วย

มาริน และฮาเพิร์ล (Marin; & Halpern. 2011: 5) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ของโรงเรียนทางตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1

ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้ง โดยการจัดการเรียนรู้นี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบฝึกหัดในการโต้แย้ง วิเคราะห์ แยกแยะระหว่างความสัมพันธ์ของเหตุและผล และความเข้าใจในการตัดสินใจต่างๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยในการสอนนักเรียนได้รับการสอนตามองค์ความรู้ที่เป็นหลักทั่วไปที่ต้องเรียนและได้รับการทดลองตามปกติ จะไม่มีการชี้นำหรือบ่งชี้เกี่ยวกับทักษะการคิดใดๆ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งมีการคิดอย่างวิจารณญาณที่ดีขึ้นและส่งผลต่อผลการเรียนที่สูงขึ้นและสูงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

งานวิจัยในประเทศ

ขนิษฐา กรกำแหง (2551: 107) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทาการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพลา ทองแป้น และพูนสุข อุดม (2552: 57-66) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลบ้านคูพาสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง จำนวน 17 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 771 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/17 โรงเรียนเทศบาลคูพาสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร เจียมโคกสูง (2552: 47-49) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 33 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) อัตราพัฒนาการด้านทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพิ่มขึ้น 0.80 คะแนนต่อครั้ง จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

ณัฐรินีย์ อภิวงค์งาม (2554: 114) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ชนธิชา ปะนัดโส และคณะ (2555: 437) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองสระบุรี จำนวน 30 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์เนื้อหาตามตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้วจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มคำตอบที่ถูกต้อง 2) กลุ่มคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ 3) กลุ่มคำตอบที่คัดลอกข้อความจากสถานการณ์ และ 4) กลุ่มคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ แต่หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบที่ถูกต้องในทุกตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เบญจพร สาภักดี (2555: 80) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสภาพอากาศ จำนวนนักเรียน 41 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังจากที่ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งแล้วพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจ

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้นทุกองค์ประกอบ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงทักษะขั้นสูงของนักเรียนได้ทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น เนื่องมากจากระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้นและสามารถจดจำเป็นความรู้ที่นำไปใช้ได้

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรูปแบบการคิดที่อาศัยกระบวนการทางสมอง ไม่ว่าจะเป็น การวิเคราะห์ การตีความ การประเมินค่า ประกอบการพิจารณาข้อมูล สถานการณ์ต่างๆ ที่ได้รับมาว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ควรเชื่อหรือไม่เชื่อ ด้วยสาเหตุใด นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยแง่มุมที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 336) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการตัดสินข้อความหรือปัญหาว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือเป็นเหตุเป็นผลกัน

กู๊ด (Good. 1973: 680) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

เอนนิส (Ennis. 1985: 46) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่า สิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดควรทำ ช่วยให้ตัดสินใจสภาพการณ์ได้ถูกต้อง

ดิวอี้ (Dewey. 1993: 9) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

เอ็ดเวอร์ด เกลเซอร์ (บรรจง อมรชีวิน. 2556: 2; อ้างอิงจาก Edward Glaser. 1941) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง 1) ทัศนคติที่โน้มน้าวต่อการพิจารณาด้วยความ

ไตร่ตรองต่อปัญหาและประเด็นภายในขอบเขตของประสบการณ์ 2) ความรู้ในวิธีการของการถามและการให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ 3) ทักษะบางอย่างในการประยุกต์เข้ากับวิธีการเหล่านั้น

ทิศนา แขมมณี (2542: 78) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การประเมินความถูกต้อง แม่นตรง (Accuracy and Validity) ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระดับกว้างให้นิยามว่า เป็นความคิดสะท้อนออกมาอย่างมีเหตุผล เพื่อแสดงการตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือทำอะไร ความคิดใดจะ “มีเหตุผล” ก็ต่อเมื่อสามารถจะอธิบายข้อถกเถียงโต้แย้งได้อย่างสมเหตุสมผล โดยมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือได้

อารุณี ไทยบัณฑิตย์ (2545: 10) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดที่ประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย พิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล และมีหลักในการประเมินความน่าเชื่อถือได้ ความถูกต้องและมีคุณค่าของข้อมูล โดยอาศัยความรู้ ความคิด ประสบการณ์ของคนในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบระมัดระวังเพื่อนำไปสู่การตัดสินความถูกต้องของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผลว่าสิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ

กนกทอง มหาวงศนันท์ (2550: 14) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณา ไตร่ครองสถานการณ์ หรือข้อมูลต่างๆ อย่างถี่ถ้วน แล้วสามารถประเมินสถานการณ์นั้นๆ โดยใช้ความรู้ ความคิด เจตคติ หรือประสบการณ์ในชีวิต มาประกอบหรือเป็นเหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ ก่อนที่จะลงข้อสรุป

สุวิทย์ มูลคำ (2550: 9) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่าสิ่งใดถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือก หรือสิ่งใดควรทำ

ธรรมราช บุญทิพย์เจริญ (2553: 7) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิด ที่มีเหตุผล พิจารณาไตร่ตรองเกี่ยวกับข้อมูล สถานการณ์ที่เป็นปัญหา ข้อมูลที่คลุมเครือหรือข้อโต้แย้งต่างๆ อย่างระเอียดรอบคอบ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนมาพิจารณาเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

สุคนธ์ สินธพานนท์ วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรรณี สินธพานนท์ (2555: 106) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้เหตุผลโดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน และข้อมูลต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ แล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผลก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ

บรรจง อมรชีวิน (2556: 2) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการที่จะคิดได้อย่างกระจ่างแจ่มแจ้งและอย่างมีเหตุผล และยังรวมถึงความสามารถในการที่จะคิดได้อย่างอิสระและการสะท้อนคิด การคิดอย่างไตร่ตรอง

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลโดยพิจารณาไตร่ตรองข้อมูลอย่างรอบคอบ สถานการณ์ปัญหา มีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐานที่เชื่อถือได้โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ เพื่อนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลว่าควรเชื่อ หรือไม่ควรเชื่อ สิ่งใดถูกต้อง หรือไม่ถูกต้อง

3.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาคำนิยามและความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว จะเห็นว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบด้วยกระบวนการคิดต่างๆ ซึ่งได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

เดรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel; & Mayhew. 1957: 179-181) ได้เสนอแนวคิดว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยความสามารถ 5 ด้าน คือ

1) ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการที่จะทำความเข้าใจหรือตระหนักถึงความมีอยู่ของปัญหาและสามารถที่จะกำหนดปัญหาได้

2) ความสามารถในการเลือกหรือรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา โดยการพิจารณาความเพียงพอของข้อมูล

3) ความสามารถในการระบุข้อสันนิษฐานหรือจัดระบบข้อมูลได้ว่า ข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น และมีความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลมากน้อยเพียงใด

4) ความสามารถในการกำหนดและตั้งสมมติฐานจากปัญหา โดยการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น

5) ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลหรือการประเมินการสรุปอ้างอิงโดยพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผลและประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

วัตสัน และเกลเซอร์ (ปิยะอนงค์ นิศาวัฒนานันท์. 2551: 31-32; อ้างอิงจาก Watson; & Glaser. 1964: 1-10) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบไปด้วยเจคติ ความรู้และทักษะ ดังนี้

1) เจตคติ หมายถึง เจตคติในการแสวงหาความรู้ ความสามารถในการตระหนักถึงปัญหาที่เป็นอยู่ และการยอมรับหลักฐานสำคัญที่มาสนับสนุนเพื่อยืนยันว่าเป็นจริง

2) ความรู้ หมายถึง ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง การให้น้ำหนัก หรือความถูกต้องของหลักฐานต่างๆ ด้วยเหตุและผล

3) ทักษะ หมายถึง ทักษะในการใช้และการประยุกต์ใช้เจตคติและความรู้ดังกล่าว

วัตสัน และเกลเซอร์ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างต่อเนื่องจนได้ผลสรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ เพื่อวัดความสามารถในด้านต่างๆ ที่รวมกันเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

3.1) ความสามารถในการอ้างอิง เป็นความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการลงข้อสรุปอ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้

3.2) ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยค โดยสามารถจำแนกได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

3.3) ความสามารถในการนิรนัย เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้เพื่อตัดสิน ลงข้อสรุปข้อความที่เป็นไปได้

3.4) ความสามารถในการตีความ เป็นความสามารถในการลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป จำแนกได้ว่าข้อสรุปที่เป็นไปได้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

ดีคาโรลลี (Decaroli. 1973: 67-69) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย

1) การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ และข้อความ และกำหนดเกณฑ์

2) การกำหนดสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือก และการพยากรณ์

3) การประมวลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หาหลักฐานและการจัดระบบข้อมูล

4) การตีความข้อเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน

5) การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุ และผลความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6) การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล

7) การประยุกต์ใช้หรือนำไปปฏิบัติ

เอนนิส (Ennis. 1985: 45-48) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1) ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2) ทักษะการตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การติดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง

3) ทักษะการสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างและการตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัยโดยมีความตรง การทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

เคลล์มอลซ์ (Quellmalz. 1985: 29-34) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1) การระบุหรือกำหนดคำถาม วิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญและนิยามคำสำคัญ

2) ตัดสินความน่าเชื่อถือของการสนับสนุน แหล่งข้อมูล และการสังเกต

3) การสรุปอ้างอิงโดยการนิรนัย การอุปนัย การตัดสินคุณค่าและการตัดสินความเท็จ

4) ใช้เกณฑ์ตัดสินความพอเพียงของข้อสรุป

นิพนธ์ วงศ์เกษม (2534: 8-9) ได้เสนอแนวคิดว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถด้านต่างๆ 8 ด้าน คือ

1) แยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น

2) พิจารณาประเด็นปัญหา

3) พิจารณาข้ออ้างหรือข้อโต้แย้งที่คลุมเครือ

4) พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงอคติความลำเอียง

5) แยกสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือความคิดเห็น

6) พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

7) พิจารณาเหตุผลที่ผิดไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น

8) สรุปข้อความจากข้อมูลที่มีอยู่

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2542: 60) ได้อธิบายกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งมีวิธีคิดดังนี้

1) ตั้งเป้าหมายในการคิด

2) ระบุประเด็นในการคิด

3) ประมวลข้อมูลทั้งทางด้านข้อเท็จจริงและความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิดทางกว้าง ลึก และไกล

4) วิเคราะห์ จำแนกแยกแยะจัดหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้

5) ประเมินข้อมูลที่จะใช้ในแง่ความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือ

6) ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูล เพื่อแสวงหาทางเลือกหรือคำตอบที่สมเหตสมผลตามข้อที่มี

7) เลือกทางเลือกที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงผลที่จะตามมาและคุณค่าหรือความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น

8) ชั่งน้ำหนักผลได้ผลเสีย คุณโทษในระยะสั้นและระยะยาว

9) ไตร่ตรอง ทบทวนกลับไปมาให้รอบคอบ

10) ประเมินทางเลือกและลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด

อรุณี รัตนวิจิตร (2543: 11) อธิบายกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ดังนี้

1) การระบุหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาข้อคำถาม ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ เพื่อกำหนดประเด็นปัญหา ข้อสงสัยและประเด็นหลักที่พิจารณา

2) การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับประเด็นที่พิจารณาจากแหล่งต่างๆ ที่มีอยู่ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลโดยการสังเกตทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งการใช้ข้อมูลจากประสบการณ์เดิม

3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล และการระบุความพอเพียงของข้อมูล โดยอาศัยการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การประเมินความถูกต้องของข้อมูลและการพิจารณาความถูกต้องของข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ ตามประเด็นที่พิจารณา

4) การระบุลักษณะข้อมูล โดยอาศัยความสามารถในการพิจารณาความแตกต่างของข้อมูล การตีความข้อมูล การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล การสังเคราะห์ เพื่อให้เป็นแนวทางในการพิจารณาตั้งสมมติฐาน

5) การตั้งสมมติฐาน เพื่อกำหนดขอบเขต แนวทางของการพิจารณาหาข้อสรุปที่อาจเป็นไปได้ของคำถาม ประเด็นปัญหา หรือข้อโต้แย้ง

6) การลงข้อสรุป โดยอาศัยความสามารถในการใช้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย

7) การประเมินข้อสรุป เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของข้อสรุปโดยอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และการประเมิน

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2550: 79-80) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1) การทำความเข้าใจกับปัญหา ประเด็นสำคัญ สถานการณ์ที่พบ

2) การรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา

3) การวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาข้อมูล เพื่อหาทางเลือกหรือคำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ ประเมินทางเลือกหลายๆ ทาง

4) การสรุป เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ

จากกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวมา สรุปได้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดที่ต้องอาศัยคุณภาพการคิดขั้นสูง ในการประมวลองค์ความรู้ ประสบการณ์ต่างๆ การที่บุคคลจะสามารถใช้การตัดสินข้อมูลหรือแก้ปัญหาได้อย่างมีวิจารณญาณได้นั้น ต้องมีขั้นตอนในการฝึกคิดหลายรูปแบบ โดยอาศัยหลักการ แนวคิด และทฤษฎีของนักการศึกษาต่างๆ เพื่อนำข้อมูลต่างๆ ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

ฟีเลย์ (สุคนธ์ สินธพานนท์. 2550: 73; อ้างอิงจาก Feeley. 1976) ได้แยกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 10 ประการคือ

1) การแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง และความรู้สึกหรือความคิดเห็น

2) การพิจารณาความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

3) การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อความนั้น

4) การแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อคิดเห็น หรือเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น

5) การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติหรือความลำเอียง

6) การระบุถึงข้ออ้าง ข้อสมมติที่ไม่กล่าวไว้ก่อน

7) การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ

8) การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้

9) การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ตามหลักการและเหตุผล

10) การพิจารณาความมั่นคงหนักแน่นในข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็น

ศูนย์พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Center for Critical Thinking. 1996: 3-9) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 7 ประการ ดังนี้

1) จุดหมาย คือเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือ คิดเพื่อหาความรู้

2) ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้คือ ผู้คิดสามารถระบุคำถามของปัญหาต่างๆ รวมทั้งระบุปัญหาที่สำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้อการรู้

3) สารสนเทศ คือ ข้อมูล ข้อความรู้ต่างๆ เพื่อให้ประกอบการคิด ข้อมูลต่างๆ ที่ได้มามีความกว้าง ลึก ชัดเจน ยืดหยุ่นได้และมีความถูกต้อง

4) ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้น ต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจนถูกต้อง และมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5) แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอาจรวมถึง กฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผลและแนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบและต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย

6) ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสันนิษฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินได้ เพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล

7) การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ คือ ต้องมีความสามารถคิดไกล มองถึงผลรวมที่ตามมารวมกับการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

ชนาธิป พรกุล (2544: 177-178) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 4 องค์ประกอบ และในแต่ละองค์ประกอบจะมีทักษะที่สามารถนำมาใช้ในชั้นเรียน ได้แก่

1) การให้คำจำกัดความและการทำให้กระจ่าง ทักษะที่ฝึก ได้แก่ การระบุข้อสรุป การระบุเหตุผลที่กล่าวถึง การระบุเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การระบุและการจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและการสรุปย่อ

2) การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อทำให้กระจ่างหรือท้าทาย เช่น ข้อความสำคัญคืออะไร หมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างคืออะไร อะไรไม่ใช่ตัวอย่าง จะนำเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร อะไรคือข้อเท็จจริง นี่คือสิ่งที่กำลังพูดถึงหรือไม่ มีอะไรที่ยังไม่ได้พูดถึง

3) การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล โดยพิจารณาจากความมีชื่อเสียง ความสอดคล้องกันระหว่างแหล่งข้อมูล ความไม่ขัดแย้งประโยชน์ ความสามารถในการให้เหตุผล

4) การแก้ปัญหาและลงข้อสรุป โดยวิธีการนิรนัยและตัดสินอย่างเที่ยงตรง วิธีการอุปนัยและตัดสินข้อสรุปการคาดคะเนผลที่จะเกิดตามมา

จากองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่นักการศึกษาได้ศึกษาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ ซึ่งการที่บุคคลหนึ่งจะสามารถมีความคิดอย่างวิจารณญาณเพื่อใช้ตัดสิน หรือพิจารณาปัญหาหนึ่งๆ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านั้นคือ การพิจารณาแยกแยะถึงข้อมูลนั้นๆได้ว่าข้อเท็จจริง ความถูกต้อง

หลีกเลี่ยงความเป็นอคติหรือความลำเอียง มีการตระหนักถึงหลักการและเหตุผล สามารถระบุถึงปัญหา และหาข้อมูลต่างๆ มีหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อความน่าเชื่อถือและเพียงพอต่อการคิดอย่างมีเหตุผล ที่นำไปสู่การพิจารณาในการโต้แย้งที่หนักแน่นและมั่นคง

3.4 การวัดและประเมินผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในการวัดความสามารถในการคิดมีวิธีหรือเทคนิคในการวัดที่สามารถเลือกใช้ที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยใช้แบบทดสอบ การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล การสังเกตพฤติกรรมโดยตรง การบันทึกรายบุคคล ตลอดจนการตรวจผลงานจากแฟ้มสะสมหรือพัฒนางาน ซึ่งก็ได้มีนักการศึกษาสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นแบบทดสอบมาตรฐานดังนี้

3.4.1 แบบสอบ Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal

1) ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

แบบสอบนี้สร้างโดยวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1937) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ. 1980 สำหรับใช้กับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่ แบบสอบมี 2 แบบ ซึ่งคู่ขนานกันคือ แบบ A และ แบบ B แต่ละแบบประกอบด้วย 5 แบบสอบย่อย มีข้อสอบรวมทั้งหมด 80 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที แต่ละแบบย่อยวัดความสามารถในการคิดต่างๆ กันดังนี้

1.1) ความสามารถในการอ้างอิง เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ และเป็นเท็จ

1.2) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็น ลักษณะแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อความตามมา สถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินข้อความในแต่ละข้อว่า ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

1.3) ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ ตามสถานการณ์นั้น

1.4) ความสามารถในการตีความ เป็นการวัดความสามารถในการให้น้ำหนักข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์อันนั้น

1.5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบ

2) คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบนี้มีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยมีวิธีหาความเที่ยงแบบแบ่งครึ่งข้อสอบ มีพิสัยระหว่าง 0.69 ถึง 0.85 และมีความเที่ยงแบบคงที่โดยวิธีสอบซ้ำ (ระยะห่างระหว่างการสอบ 3 เดือน) เท่ากับ 0.73 มีการตรวจสอบความตรง โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบสอบเชาวน์ปัญหาแบบวัดเจตคติ และแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.2 แบบสอบ Comell Critical Thinking Test, Level X and Level Z

1) ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

Comell Critical Thinking Test พัฒนาโดยเอนนีสและนิลแมน (Ennis; & Millman. 1985) พัฒนาขึ้นมาโดยทฤษฎีของ Ennis เป็นหลัก ทฤษฎีนี้ได้กำหนดว่าการคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

1.1) การนิยามปัญหา/ สิ่งที่เกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

1.1.1) ระบุประเด็นปัญหาต่างๆที่สำคัญ ระบุข้อสรุป

1.1.2) ระบุเหตุผลที่ปรากฏและไม่ปรากฏ

1.1.3) ตั้งคำถามให้เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

1.1.4) ระบุข้อตกลงเบื้องต้น

1.2) การพิจารณาข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

1.2.1) ตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต

1.2.2) ตัดสินความเกี่ยวข้องของข้อมูลปัญหา

1.2.3) ตระหนักในความคงเส้นคงวาของข้อมูล

1.3) การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

1.3.1) ตัดสินสรุปแบบอุปนัย และอ้างอิง

1.3.2) การนิรนัย

1.3.3) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นตามมา

คู่มือการใช้แบบสอบได้ระบุถึงผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น จะต้องมีสมรรถภาพในการตัดสินได้อย่างสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งมี 10 ลักษณะดังนี้

1) ข้อความที่ใช้สืบเนื่องมาจากข้อความที่กำหนดให้

2) สิ่งที่กล่าวถึงเป็นข้อตกลงเบื้องต้น

3) สิ่งที่สังเกตได้มีความตรง

4) สิ่งที่ถูกกล่าวหาเชื่อถือได้

5) การสรุปอ้างอิงเบื้องต้นมีความถูกต้อง

6) สมมติฐานมีความสมเหตุสมผล

7) ทฤษฎีที่ใช้มีความเหมาะสม

8) ประเด็นโต้แย้งขึ้นกับประเด็นคลุมเครือ

9) ข้อความที่ใช้ความมีเฉพาะและชัดเจน

10) การใช้เหตุผลได้ตรงประเด็น

แบบทดสอบ Comell Critical Thinking Test ทั้ง Level X และ Level Z เหมาะสำหรับใช้กับกลุ่มต้วอย่างคนละกลุ่ม และสมรรถภาพที่มุ่งวัดความแตกต่างกันตามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ โดยแบบสอบ Level X ใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษา ประกอบด้วยข้อสอบเลือกตอง 71 ข้อ โดยวัดองค์ประกอบของการคิด 4 ด้าน คือ ด้านการตัดสินสรุปการอ้างอิงแบบอุปนัย การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต การนิรนัย และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุม 7 ลักษณะ ยกเว้นสมรรถภาพที่ 7,8 และ 9

สำหรับแบบสอบ Comell Critical Thinking Test , Level Z ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา รวมทั้งผู้ใหญ่ ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 52 ข้อ โดยวัดองค์ประกอบของการคิด 7 ด้าน คือ การนิรนัย การให้ความหมาย ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การสรุปโดยอ้างเหตุผลที่สนับสนุนด้วยข้อมูล การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐาน และการทำนาย การนิยามและการใช้เหตุผลที่ไม่ปรากฏ และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุมทั้ง 10 ลักษณะยกเว้นสมรรถภาพที่ 7 และเน้นน้อยลงสำหรับสมรรถภาพที่ 3 และ 4

2.คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบ Comell Critical Thinking Test, Level X มีค่าความเที่ยงอยู่ในช่วง 0.67 ถึง 0.79 ส่วน Level Z มีค่าความเที่ยงอยู่ใน 0.50 ถึง 0.77 ในด้านความตรงของแบบสอบมีการศึกษาทางด้านเนื้อหา ความตรงตามเกณฑ์และการวิเคราะห์ตัวประกอบ

3.4.3 แบบสอบ The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test

1. ลักษณะทั่วไปของแบบวัด

พัฒนาโดยเอนนีสและอิริก แบบสอบนี้เป็นแบบอัตนัย ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา แต่มีผู้นำไปใช้อย่างได้ผลกับเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบนี้ต้องการทดสอบประเด็นการคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการจับประเด็น การพิจารณาเหตุผลและข้อตกลงเบื้องต้น การเสนอประเด็นของตนเอง การใช้เหตุผลที่ดี การพิจารณาประเด็นหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้ของผู้อื่น ในการสอบผู้สอบจะได้อ่านจดหมายสมมติที่มีผู้เขียนถึงบรรณาธิการหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง จดหมายประกอบด้วยข้อความ 8 ย่อหน้า แสดงการโต้แย้งถึงการให้ยกเลิกกฎระเบียบอย่างหนึ่ง งานของผู้สอบคือจะต้องเขียนจดหมายงานของผู้สอบคือจะต้องเขียนจดหมายดังกล่าว คู่มือของการสอบมีการระบุถึงลักษณะการตอบที่อาจนำมาใช้ และวิธีการตรวจให้คะแนน เมื่อเข้าใจคำแนะนำแล้วจึงให้ลงมือทำ

2. คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบมีค่าความเที่ยงและความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจเท่ากับ 0.86 และ 0.82

จากการศึกษาทฤษฎีการวัดและประเมินผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้มีนักการศึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญได้สร้างขึ้นไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งเราสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยและสมรรถภาพที่ต้องการวัด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารญาณโดยยึดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน ตามรายละเอียดดังนี้

1) ความสามารถในการอ้างอิง เป็นความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ในการลงข้อสรุปอ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้

2) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยค โดยสามารถจำแนกได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

3) ความสามารถในการนิรนัย เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้เพื่อตัดสิน ลงข้อสรุปข้อความที่เป็นไปได้

4) ความสามารถในการตีความ เป็นความสามารถในการลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป จำแนกได้ว่าข้อสรุปที่เป็นไปได้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่หรือไม่เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

งานวิจัยต่างประเทศ

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 11-12) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับความสามารถในการอ่าน ผลการศึกษาพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการอ่าน และยังได้อธิบายเพิ่มเติมว่าบุคคลจะต้องมีความสามารถในการอ่าน จึงจะทำแบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อคำถามในแบบทดสอบอาศัยกิจกรรมทางสมองที่ยุ่งยากซับซ้อนต้องรับรู้เกี่ยวกับคำศัพท์และความเข้าใจประโยค บุคคลที่มีความสามารถในการอ่านดีกว่า ซึ่งวัดจากแบบทดสอบการอ่านอาจจะได้รับคะแนนที่ต่ำในแบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่ถ้าบุคคลใดที่คะแนนในแบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง ก็จะได้รับคะแนนที่สูงจากแบบทดสอบการอ่านด้วย

อีเดลแมน (Edelman. 1996: 2954-A) ได้ศึกษาผลของการทดลองใช้รูปแบบอภิปรายที่มีต่อการคิดวิจารณญาณของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 จำนวน 10 คน ในช่วงเวลา 1 เดือน บทเรียนนำมาเสนอโดยครูและเทปเสียงใช้วิธีการอภิปราย ส่วนเนื้อหาการสอนจะได้รับการจัดไว้สำหรับนักเรียน ซึ่งบทเรียนดังกล่าวใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อกำหนดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับนักเรียน ครูจะได้เข้าร่วมการฝึกปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อให้คุ้นเคยกับธรรมชาติของการคิดวิจารณญาณ เท่ากับทักษะอื่นที่ใช้ในกลุ่มย่อย และครูใช้วิธีการอภิปรายกับผู้เรียนกลุ่มย่อย เมื่อเสนอบทเรียนที่ออกแบบมา เพื่อส่งเสริมการคิดวิจารณญาณ นอกจากนี้ทุกบทเรียนจะได้รับการสังเกตและบันทึกเสียงไว้ ผลการวิจัยปรากฏว่า การใช้โปรแกรมการสอนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูและนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ในระหว่างการเรียนพบว่าความถี่ในการพูดของครูจะลดลง ส่วนความถี่ในการพูดของนักเรียนจะเพิ่มขึ้น สำหรับจำนวนหลักฐานที่นักเรียนใช้เพื่อสนับสนุนข้อสรุปของตนก็เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในการใช้คำถามของครู เพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน และจากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการถ่ายโอนการคิดวิจารณญาณของนักเรียน

คิม (Kim. 1998: 1378-A) ได้ศึกษาผลการสอนเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหญิงระดับเกรด 8 ในกรุงโซล ประเทศเกาหลี เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งนักเรียนหญิงเกรด 8 เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนเชิงสร้างสรรค์และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า การสอนคิดเชิงสร้างสรรค์ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นและสูงมากกว่ากลุ่มควบคุม

งานวิจัยในประเทศ

บุษกร คำคง (2542: 92) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ผลการวิจัยโดยรวมทุกชั้นปีพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่ออำนาจภายในตน การอบรมเลี้ยงดูแบบควบคุมและการเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผลส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมิวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยะอนงค์ นิศาวัฒนานนท์ (2551: 63-66) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมตามแนวคิดแบบโยนิโสมนสิการ โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง จำนวน 35 คน ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมตามแนวคิดแบบโยนิโสมนสิการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมตามแนวคิดแบบโยนิโสมนสิการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554: 106-109) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และกลุ่มที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงแนวคิดและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐวรรณ เวียนทอง (2554: 77-79) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเจตคติในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเจตคติในการเรียนภาษาไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ศารทูล อารีวรวิทย์กูล (2554: 118-121) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ศุจิกา เพชรล้วน (2554: 135-145) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยกลุ่มตัวอย่างได้จากการจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนแบบสรรค์สร้างความรู้ และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่า ในการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การที่จะพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้นั้นขึ้นอยู่กับการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนซึ่งมีหลากหลายรูปแบบด้วยกัน โดยการเลือกรูปแบบ เทคนิค วิธีการสอนนั้นควรเลือกให้เหมาะสมกับนักเรียน เนื้อหา นอกจากนั้นควรเป็นรูปแบบ เทคนิค วิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดดังกล่าวด้วย เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นไป

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นจากการเรียนการสอน มีนักการศึกษาและนักวิจัยได้กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

กู๊ด (Good. 1973: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ (Accomplishment) ความคล่องแคล่ว ความชำนาญ ในการใช้ทักษะหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ต่างๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้มาจากผลการทดสอบของครูผู้สอน หรือผู้รับผิดชอบในการสอน หรือทั้งสองอย่างรวมกัน

ฮิวเซน และโพสต์เลทเวท (Husen; & Postlethwaite. 1985: 35) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสะท้อนของความรอบรู้และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างที่ทักษะและความรู้กำลังพัฒนา

จินตนา ช่วยด้วง (2547: 27) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสดงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2548: 12) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการเรียนรการสอน 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ 4) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นภาพร วงค์เจริญ (2550: 40) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว และวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชชุดา อ้วนศรีเมือง (2554: 38) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างเป็นระบบ อันเกิดจาก การเรียนรู้จากประสบการณ์ ที่ได้รับจากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้จากประสบการณ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากครูผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดความรู้เนื้อหาวิชา ผู้ประเมินต้องมีการวางแผนการดำเนินการสร้างที่เป็นระบบ มีความรู้ในด้านเนื้อหา เขียนข้อคำถามที่ตรงประเด็นตลอดจนสามารถตรวจสอบคุณภาพแต่ละข้อได้ อุทุมพร จามรมาน (2540: 27) ในการกำหนดจุดประสงค์เพื่อเขียนข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้

บลูม (Bloom. 1999) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของความรู้ที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้คือ

1) ด้านความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว ความจำ การรวบรวม การอธิบาย การเรียกข้อมูลกลับคืนมา การกำหนด การค้นหา สิ่งต่างๆที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2) ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายตามความคิดหรือความคิดรวบยอด การจำแนก การขยายความและแปลความรู้ การสรุป การแปลความต่างๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3) ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างออกไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4) ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกเรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อยๆ นั้นแต่ละส่วนสำคัญอย่างไร ส่วนใดสำคัญที่สุด แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและมีหลักการใดร่วมอยู่

5) ด้านการประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตีราคาสิ่งต่างๆ หรือเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์ เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

6) ด้านการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการรวมเอาข้อมูล ความคิดรวบยอด ทฤษฎีต่างๆ ไปสู่รูปแบบที่จำเพาะเจาะจงได้ และมีความต้องการให้มีความคิดสร้างสรรค์และความแปลกใหม่

คลอฟเฟอร์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2545: 110-113; อ้างอิงจาก Klopfer. 1971) ได้กล่าวถึงการประเมินผลด้านการเรียนรู้ ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ

1) ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนมีความจำในเรื่องราวต่างๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังการบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

1.1) ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว

1.2) ความรู้เกี่ยวกันมโนมติหรือมโนทัศน์

1.3) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์

1.4) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

1.5) ความรู้เกียวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ

1.6) ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่างๆ

1.7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

1.8) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2) ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้-ความจำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2.1) ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่างๆ คือ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2) ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนมติ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเนสัญลักษณ์อื่นได้

3) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนมติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

4.1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

4.2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

4.3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถสรุปได้ว่า ในการวัดผลสัมฤธิ์ทางการเรียนสิ่งที่สำคัญในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คือ การคำนึงถึงวัตถุประสงค์เนื้อหาวิชา เพื่อความครอบคลุมในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนมา โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom. 1999) ที่มี

การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้าน พุทธิพิสัยของบลูมใหม่ และจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน ดังนี้

1) จำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว ความจำ การรวบรวม การอธิบาย การเรียกข้อมูลกลับคืนมา การกำหนด การค้นหา สิ่งต่างๆที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2) เข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายตามความคิดหรือความคิดรวบยอด การจำแนก การขยายความและแปลความรู้ การสรุป การแปลความต่างๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3) ประยุกต์ใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างออกไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4) วิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกเรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อยๆ นั้นแต่ละส่วนสำคัญอย่างไร ส่วนใดสำคัญที่สุด แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและมีหลักการใดร่วมอยู่

5) ประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตีราคาสิ่งต่างๆ หรือเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์ เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

6) คิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการรวมเอาข้อมูล ความคิดรวบยอด ทฤษฎีต่างๆ ไปสู่รูปแบบที่จำเพาะเจาะจงได้ และมีความต้องการให้มีความคิดสร้างสรรค์และความแปลกใหม่

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ยัง (Young. 1970: 53) ได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบาย สำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างขัดแย้ง โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน โดยทดลอง 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยสอบก่อนและหลัง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนอื่นแตกแตกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เดวิส (Devis. 1979: - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository–Text Approach) ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิลเลี่ยม (William. 1981: 1605 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คนสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิม กลุ่มควบคุม 43 คน ส่วนแบบเดิมทำการสอนเป็นเวลา24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมิท (Smith. 1994: 2548 - A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้รับการสอนแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีการสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรบาย

งานวิจัยในประเทศ

จินตนา ศิริธัญญรัตน์ (2548: 55-62) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นภาพร วงค์เจริญ (2550: 59-63) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองทั้งหมด ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพัตรา ฝ่ายขันธ์ (2552: 59-61) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จีรวรรณ ขุริรัง (2553: 82-86) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุวิชา วันสุดล (2554: 89-99) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะวิธีการที่ให้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 162 คน โดยนักเรียนมีความสามารถคละกัน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมิน-ทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) รวมนักเรียนทั้งหมด 90 คน โดยนักเรียนมีความสามารถคละกัน

จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ห้องเรียน 1 ห้อง จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มทดลอง โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัด-แจ้งและการสะท้อนคิด และอีก 1 ห้อง เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experiment Research) ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Pretest-Posttest Control Group Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังตาราง 4

ตาราง 4 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ก่อนเรียน	ทดลอง	หลังเรียน
กลุ่มทดลอง	T_{1E}	X_1	T_{2E}
กลุ่มควบคุม	T_{1C}	X_2	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

T_{1E} แทน การสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

T_{2E} แทน การสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

T_{1C} แทน การสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

T_{2C} แทน การสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

2. แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

3. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด และกรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของเลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002) เนื่องจากผู้วิจัยเลือกใช้กรอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการบูรณาการเนื้อหาวิชาและสอดแทรกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์

3. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

4. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 20 คาบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

แผนที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม 2 คาบ

แผนที่ 2 โครโมโซมและสารพันธุกรรม 1 คาบ

แผนที่ 3 การแบ่งเซลล์ 3 คาบ

แผนที่ 4 โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3 คาบ

แผนที่ 5 กฎการค้นพบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม(เมนเดล) 2 คาบ

แผนที่ 6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3 คาบ

แผนที่ 7 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม 2 คาบ

แผนที่ 8 เทคโนโลยีชีวภาพ 2 คาบ

แผนที่ 9 ความหลากหลายทางชีวภาพ 2 คาบ

ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1) สาระการเรียนรู้

2) มาตรฐานการเรียนรู้

3) สาระสำคัญ

4) จุดประสงค์การเรียนรู้

5) สาระการเรียน/เนื้อหา

6) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

7) สื่อการเรียนรู้

8) การวัดและประเมินผล

9) บันทึกหลังการสอน

10) แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สอดแทรกธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ เข้าไปในการจัดการเรียนรู้ได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของกิจกรรมและเนื้อหาที่สอน ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 การบูรณาการประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Aspect)	แผนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-
2.การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
3.ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-
4.จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-
5.การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-
6.มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	-
7.มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
8.ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓

วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ที่สร้างขึ้นจำนวน 9 แผน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ความเที่ยงตรง ความถูกต้องของสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ และนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิดที่สร้างขึ้นจำนวน 9 แผน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง ความถูกต้องของสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ .05 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 117) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขโดยผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความสม่ำเสมอของการใช้ภาษา เป้าหมายในการตั้งประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนไม่ควรตั้งหลายประเด็นต่อ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมักกะสันพิทยา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร จำนวน 25 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ โดยประเด็นที่ปรับแก้คือ ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป้าหมายในการตั้งประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิดที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง (ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในภาคผนวก

2. แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ รูปแบบซี (Views of Nature of Science Form C) พัฒนาโดย เลดเดอร์แมน และคณะ ในปี ค.ศ.2002 เนื่องจากเป็นแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาแล้ว ได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย มีประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมกรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยวางไว้ รวมทั้งมีความเหมาะสมกับวัยในกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบวัดมุมมอง

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์นี้มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ (รายละเอียดของข้อคำถามที่วัดในแต่ละด้านแสดงในตาราง 6) ครอบคลุมด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน คือ

1) การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2) การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3) ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์
4) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
5) การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
6) มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์
7) มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์
8) ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 6 รายละเอียดแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา

ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Aspect)	**ข้อที่**
1. การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1
2 การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	4,7 (6,9,10)
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์	5
4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	8 (3,4,6,7,9,10)
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9 (3,6,7,10)
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์	10 (6,9)
7. มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์	2,3
8. ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6 (9,10)

หมายเหตุ หมายเลขที่อยู่ในวงเล็ก หมายถึง ข้อที่มีความเชื่อมโยงและสามารถวัดด้านนั้นๆ ได้

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษากรอบเนื้อหาธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ รูปแบบซี (VNOS-Form C) ของ เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002) ซึ่งประกอบด้วยประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 ด้าน โดยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ รูปแบบซี (VNOS-Form C) นี้ เป็นรูปแบบที่ถูกพัฒนามาสำหรับวัดความสามารถในการอธิบาย ขยายความและตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับมหาวิทยาลัย โดยลักษณะของแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์รูปแบบนี้เป็นคำถามปลายเปิด 10 ข้อ

2. ผู้วิจัยทำการแปลแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ รูปแบบซี (VNOS-Form C) เป็นภาษาไทย จำนวน 10 ข้อ โดยข้อคำถามมีการดัดแปลงตามความเหมาะสมของบริบทการศึกษาของนักเรียนไทย

วิธีการหาคุณภาพแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการแปลเป็นภาษาไทย จำนวน 10 ข้อ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของการแปลและความเหมาะสมของข้อคำถาม จากนั้นทำการแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องของการแปลและความเหมาะสมของภาษา โดยมีค่าความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำในเรื่องของภาษาที่ใช้ยังไม่ชัดเจนในบางข้อคำถามที่อาจจะทำให้นักเรียนอ่านแล้วไม่เข้าใจ หรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้ดูกระชับชัดเจนและเหมาะสมกับวัยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 จำนวน 80 คน จากนั้นนำผลจากการทดสอบมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้การวิจัย ซึ่งมีข้อปรับปรุงคือ ปรับภาษาในข้อคำถามให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เนื่องจากยังมีนักเรียนตอบไม่ตรงคำถาม และปรับรูปแบบข้อคำถามให้ง่ายต่อการตอบเพื่อนักเรียนจะได้ตอบครบทุกประเด็น

4. นำแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กำหนดเวลาในการทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 60 นาที

3. **แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ**

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสัน และเกลเซอร์ (Watson; & Glaser) ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน คือ

1) ความสามารถในการอ้างอิง (Inference) เป็นความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความเห็นนั้นอาจจะเป็นจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

2) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

3) ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุและอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลสำหรับข้อความนั้น

4) ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อความย่อยว่าเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ

5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นความสามารถในการตีคุณค่า การประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการตัดสินความถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด

โดยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นประกอบด้วย ข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหาข้อโต้แย้งสถานการณ์ หรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากบทความ หรือรายงานต่างๆ เช่น การอ่านบทความ การอ่านหนังสือพิมพ์ เป็นต้น โดยผู้วิจัยสร้างข้อสอบเป็นแบบปรนัย 2 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว การตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

วิธีการหาคุณภาพของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดำเนินการดังนี้

1. นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข

2. นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขด้านความสอดคล้องของข้อคำถามและความเหมาะสมของสถานการณ์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความชัดเจนของข้อคำถาม แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้มีค่าระหว่าง 0.67-1.00

3. นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 จำนวน 80 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Chung The Fan. 1952)

4.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้จำนวน 40 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.21-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.23-0.64

5. หาความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ตสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

6. นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่หาคุณภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยวิจัย

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างข้อสอบและการเขียนข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 แบ่งพฤติกรรมเป็น 6 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า และด้านการคิดสร้างสรรค์

3. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ความเที่ยงตรง ความถูกต้องของเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องของภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องของภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 จำนวน 80 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Chung The Fan. 1952)

4.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.21-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.22-0.60

5. จากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-รีชาร์ตสัน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197-199) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ส่วนแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นทดสอบทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิด เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลา 20 คาบ คาบละ 50 นาที สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมนั้นได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนของโรงเรียน
นวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี และเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่บันทึกไว้ทุกครั้งหลังการสอน

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มเดิมด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

4. ทำการตรวจให้คะแนนการทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ทำการรวบรวมแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ให้รหัสแบบวัดแต่ละฉบับ ดังนี้

VN_a แทน แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

VN_b แทน แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียน

จากนั้นตามด้วยเลข 2 หลักซึ่งเป็นลำดับเลขที่ของนักเรียนในห้องเรียน เช่น VN_a01 คือคำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเลขที่ 1 เป็นต้น เพื่อใช้ในการอ้างอิงคำตอบในการรายงานผลการวิจัย

2. จัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามวิธีการของ โฮ-วิวส์กี (Ho-Wisniewski. 2008) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed view: IV) 2) มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition view: TV) 3) มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve view: NV) 4) ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized: NC) รายละเอียดดังตาราง 7 จากนั้นหาค่าความถี่และรายงานโดยใช้ค่าร้อยละในแต่ละกลุ่มมุมมอง

ตาราง 7 รายละเอียดการจัดกลุ่มมุมมองจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

กลุ่มมุมมอง	ลักษณะคำตอบ
1.มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed view: IV)	นักเรียนสามารถบอกถึงลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้อย่างสมบูรณ์
2.มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition view: TV)	นักเรียนสามารถบอกถึงลักษณะที่ต้องการวัดได้บางส่วนแต่ไม่สมบูรณ์ หรือมีมุมมองตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์บางส่วนและไม่เป็นตามมิตประชาคมวิทยาศาสตร์บางส่วน
3.มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naiive view: NV)	นักเรียนไม่สามารถบอกถึงลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้ตามมติประชาคมวิทยาศาสตร์
4.ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized: NC)	นักเรียนตอบไม่ตรงคำถาม ไม่ตอบ หรือตอบว่าไม่ทราบ

3. ให้คะแนนแต่ละกลุ่มมุมมองเพื่อนำไปเปรียบเทียบการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมของทุกด้านระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์	ให้ 3 คะแนน
มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน	ให้ 2 คะแนน
มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์	ให้ 1 คะแนน
ไม่สามารถจัดกลุ่มได้	ให้ 0 คะแนน

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ t-test แบบ Dependent samples

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด โดยใช้ t-test แบบ Dependent samples

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ t-test แบบ Independent samples

7. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด โดยใช้ t-test แบบ Dependent samples

8. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ t-test แบบ One sample

9. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ t-test แบบ Independent samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

1.2 หาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson)

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

3.1 t-test for Dependent Sample

3.2 t-test for Independent Sample

3.3 t-test for One-sample

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์และเสนอผลการวิจารณ์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย เพื่อความเข้าใจตรงกันผู้วิจัยขอเสนอสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\overline{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
$\overline{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจง
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็น
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
กลุ่มทดลอง	แทน	กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด
กลุ่มควบคุม	แทน	กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเสนอตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

2. เพื่อศึกษาการคิดอย่างวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

1.1 การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในภาพรวม

จากการเปรียบเทียบคะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งได้จากการแปลงคะแนนการจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ซึ่งผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีรายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน ในภาพรวม

สิ่งที่ศึกษา	N	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
			$\overline{X}_1$	S.D.	$\overline{X}_2$	S.D.	
มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์	45	30	8.04	3.81	15.87	4.23	14.06*

*$p < .01$

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีคะแนนเฉลี่ยมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 8.04 คะแนน และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.81 และเมื่อนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดแล้ว พบว่า นักเรียนมีคะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยสูงขึ้นเป็น 15.87 คะแนน มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.23 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

1.2 การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

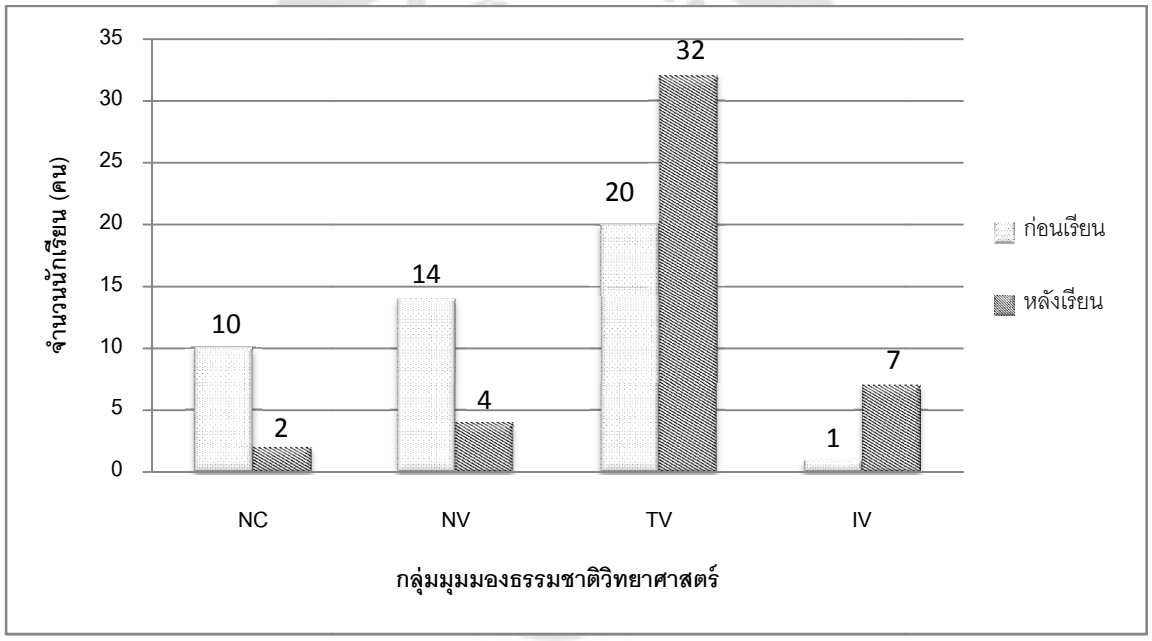
จากการทดสอบและการจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดรายด้านดังต่อไปนี้

1.ด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการอิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ “ข้อที่ 1 ถามว่า ในมุมมองของนักเรียนวิทยาศาสตร์คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น (เช่น ภาษาไทย สังคมศาสนา ปรัชญา)” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ “วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบนพื้นฐานการสังเกต ซึ่งวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการให้คำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น คือ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยได้มาจากกระบวนการที่เป็นเหตุเป็นผล และที่สำคัญคือมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ให้ผลที่วัดได้ ตรวจสอบได้ ทำซ้ำได้และมีการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการอยู่เสมอ” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 9 และภาพประกอบ 2

ตาราง 9 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	10 (22.22%)	2 (4.44%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	14 (31.11%)	4 (8.89%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	20 (44.44%)	32 (71.11%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	1 (2.22%)	7 (15.56%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 2 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ (n=45)

จากตาราง 9 และภาพประกอบ 2 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 ในขณะที่มีนักเรียนเพียง 1 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 2.22 ที่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการอิงหลักฐาน

เชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดยนักเรียนจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 71.11 มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) และมีนักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เพิ่มขึ้น จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 15.56 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NC) มีจำนวนลดลง

เมื่อพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนมีมุมมองว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุมีผล สามารถพิสูจน์ได้แต่นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ จากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนยังมีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์เข้ามาบางส่วนตรงที่เห็นว่า วิทยาศาสตร์เป็นการค้นคว้าหาความจริงหรือวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการทดลอง เป็นต้น

สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV: 15.56%) มากขึ้น ซึ่งนักเรียนสามารถบอกถึงลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ได้ แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 71.11%) แต่เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนยังมีความเห็นว่าวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากสาขาวิชาอื่นตรงที่ต้องมีการทดลองทุกอย่างยืนยันจากการทดลอง เป็นต้น

2. ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

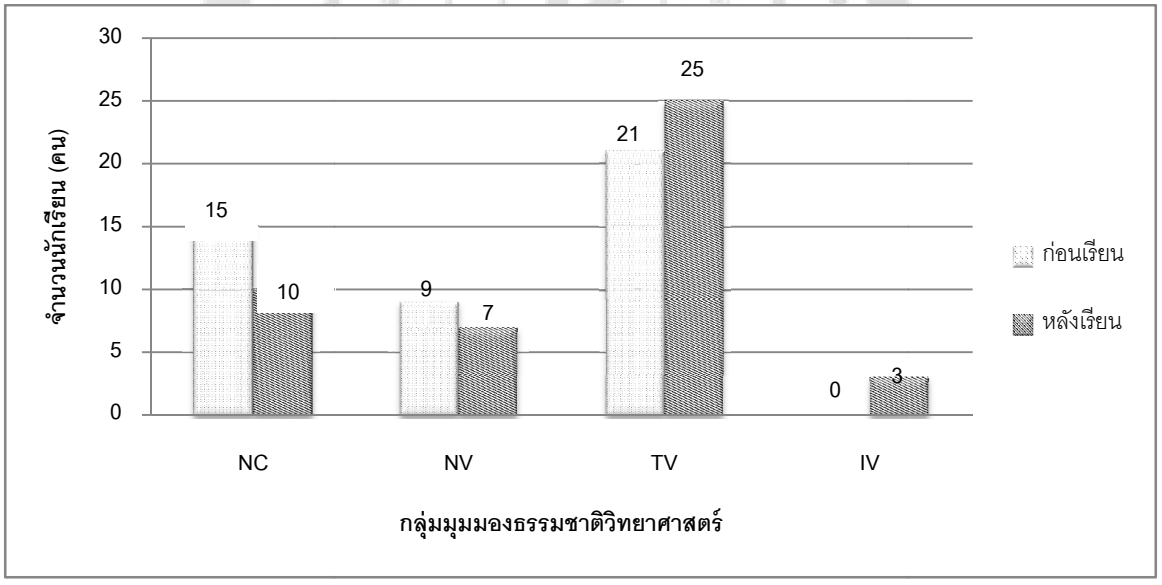
มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นี้มีคำถามที่เกี่ยวข้อง 2 ข้อ โดยมีบริบทคำถามที่ต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามข้อที่ 4 ถามว่า “หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มักนำเสนอโครงสร้างอะตอมว่า ตรงกลางมีนิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตอน (อนุภาคที่มีประจุบวก) และนิวตรอน (อนุภาคที่เป็นกลาง) และมีอิเล็กตรอน (อนุภาคที่เป็นประจุลบ) โคจรอยู่รอบๆ นิวเคลียส” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้างดังกล่าวเป็นเช่นนั้น มีหลักฐานอะไรที่จำเพาะเจาะจงที่บ่งบอกถึงโครงสร้างของอะตอมดังกล่าวหรือไม่” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ “นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเห็นโครงสร้างอะตอมที่แท้จริงได้เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก เล็กเกินขีดจำกัดของประสาทสัมผัสที่มนุษย์จะรับรู้ได้ แต่ที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าโครงสร้างอะตอมมีลักษณะอย่างนั้น เนื่องจากมีประจักษ์พยานจากการทดลองหรือการสังเกตโดยอ้อม จากเครื่องมือที่มีอยู่ขณะนั้น รวมทั้งการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ในการสร้าง

แบบจำลองเหล่านั้นขึ้นมา และกำหนดข้อความที่จะอธิบายถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกี่ยวข้องกับหลักฐานที่มีอยู่" ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 10 และภาพประกอบ 3

ตาราง 10 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 4) (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	15 (33.33%)	10 (22.22%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	9 (20.00%)	7 (15.56%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	21 (46.67%)	25 (55.56%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	0 (0.00%)	3 (6.67%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 3 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของความรู้วิทยาศาสตร์(ข้อที่ 4) (n=45)

จากตาราง 10 และภาพประกอบ 3 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 และไม่พบนักเรียนที่มี

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของความรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเล็กน้อย โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 และมีนักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์(IV) เพิ่มขึ้น จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลง

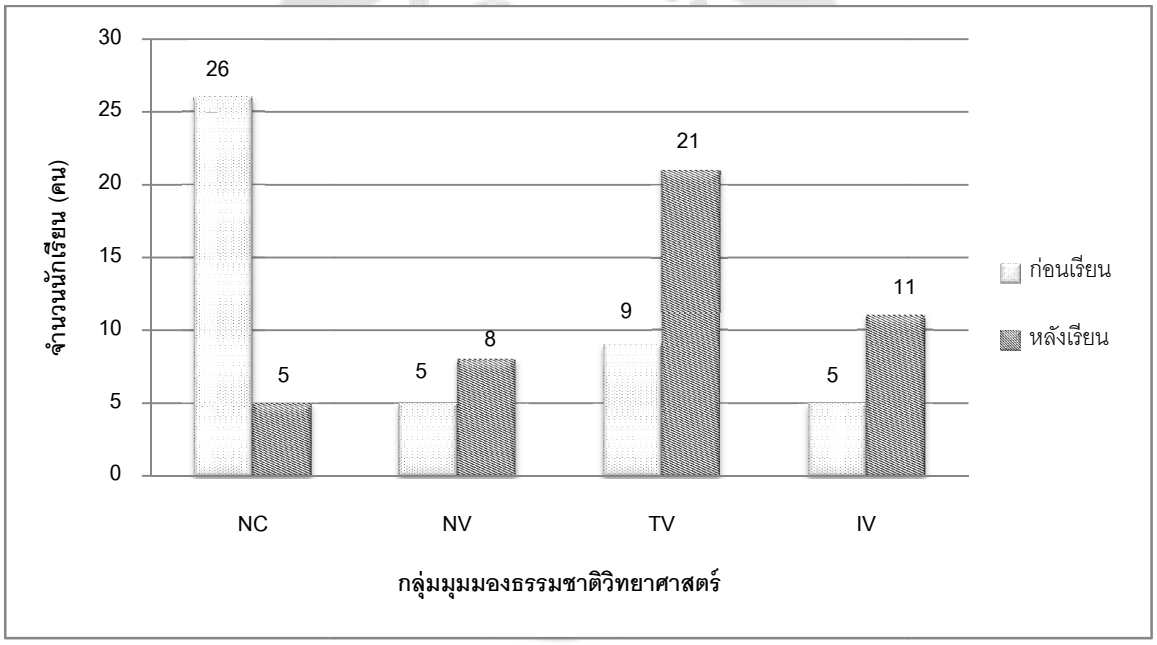
เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 46.67%) โดยนักเรียนมีมุมมองว่า ข้อสรุปของความรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละเรื่องนั้นมาจากการทดลองซ้ำๆหลายครั้ง แต่ยังพบว่านักเรียนไม่มีมุมมองเกี่ยวกับการสังเกตโดยอ้อม

สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV: 6.67%) มากขึ้น ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่า การที่นักวิทยาศาสตร์จะสรุปความรู้หนึ่งๆ ได้นั้นมาจากนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาจากการสังเกตและทำการทดลองซ้ำแล้วซ้ำอีก ประกอบกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่ช่วยอธิบายผลจากการสังเกตและการทดลองนั้นๆ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 55.56%) ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนที่มีมุมมองในกลุ่มนี้สามารถบอกได้ว่า ความรู้หนึ่งๆ นั้นได้มาจากการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง แต่ยังคงไม่มีการพูดถึงการสังเกตโดยอ้อม

สำหรับมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 7 ถามว่า “หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักนิยาม “สปีชีส์” ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนกันและสามารถผสมพันธุ์กันแล้วให้ลูกที่ไม่เป็นหมัน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าลักษณะของสปีชีส์เป็นเช่นนั้น” มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ “การนิยามคำว่า สปีชีส์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายข้อมูลจากการสังเกตและการลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์ใช้นิยามคำว่าสปีชีส์ไว้อย่างนั้น เนื่องจากมีประจักษ์พยานจากการเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นมีการลงความเห็นอย่างเป็นเหตุเป็นผล ร่วมกับความคิดสร้างสรรค์และความรู้เดิมของนักวิทยาศาสตร์” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 11 และภาพประกอบ 4

ตาราง 11 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 7) (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	26 (57.78%)	5 (11.11%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	5 (11.11%)	8 (17.78%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	9 (20.00%)	21 (46.67%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	5 (11.11%)	11 (31.11%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 4 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของความรู้วิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 7) (n=45)

จากตาราง 11 และภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 57.78 และหลังเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 และนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) มากขึ้น จำนวน

11 คน คิดเป็นร้อยละ 31.11 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่ม ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลง

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมอง-ธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC: 57.78%) ที่เป็นเช่นนี้สามารถแบ่งเหตุผลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ นักเรียนมีการตอบที่ไม่ตรงคำถามหรือในคำตอบไม่มีลักษณะของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านนี้อยู่ด้วย กล่าวคือ นักเรียนมองว่าการที่นักวิทยาศาสตร์จะแน่ใจได้คงมาจากการคาดเดาหรือเหมารวมในการนิยามคำหนึ่งๆขึ้นมา อีกส่วนหนึ่งคือนักเรียนไม่ได้ตอบคำถามในข้อนี้จึงจัดอยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) ตามข้อตกลงที่ว่ากรณีที่นักเรียนที่ตอบไม่ตรงคำถาม คำตอบไม่มีลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่เลย และการไม่ตอบคำถามจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)

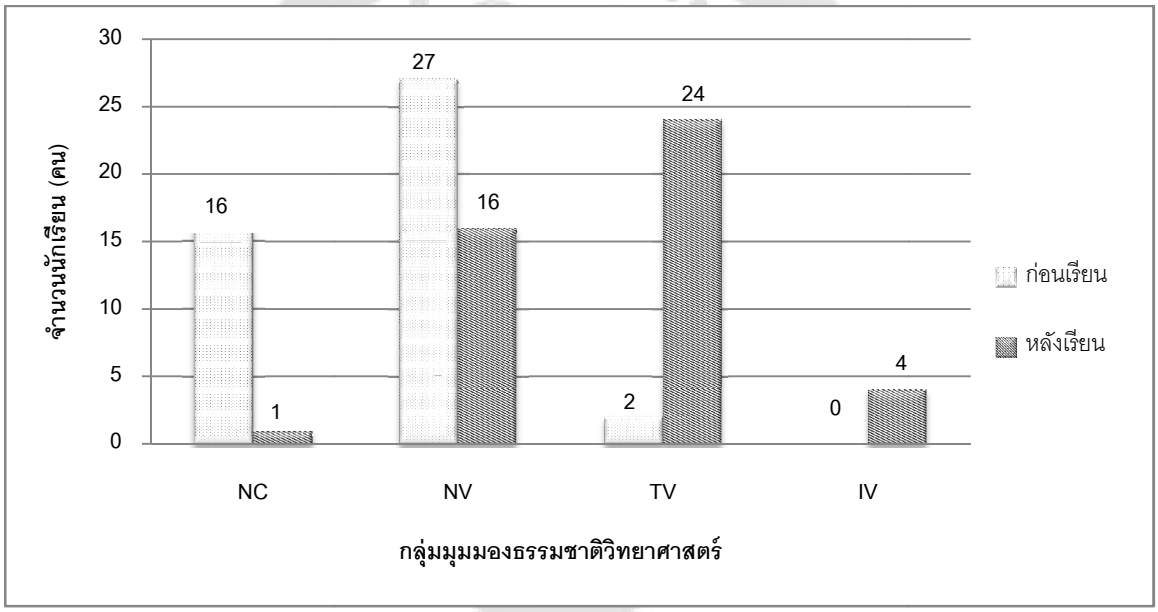
สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV: 31.11%) มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่า การที่นักวิทยาศาสตร์สรุปผลหรือลงความเห็นนั้นมาจากการสังเกต ค้นคว้า ทดลองมาหลายครั้ง แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 46.67%) ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนบอกได้เพียงว่าการที่นักวิทยาศาสตร์แน่ใจในการให้คำนิยามความรู้นั้นเพราะมีหลักฐานจากการทดลอง แต่นักเรียนยังไม่ได้พูดถึงการลงความเห็นจากหลักฐานเหล่านั้น

3. ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 5 ถามว่า “นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ “ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภทกัน กฎ(Law) คือ ข้อสรุปทั่วไปเป็นการบรรยายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้หรือสิ่งที่สามารถรับรู้ได้ตามธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี (theory) คือ คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์อาจนำไปสู่กฎหรือทฤษฎีก็ได้ โดยการสะสมหลักฐานที่เป็นข้อสนับสนุนทฤษฎีไม่ได้พัฒนาไปเป็นกฎ เช่นเดียวกับกฎก็ไม่ได้พัฒนาไปเป็นทฤษฎี ทั้งสองประเภทขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าแตกต่างกัน” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 12 และภาพประกอบ 5

ตาราง 12 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	16 (35.56%)	1 (2.22%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	27 (60.00%)	16 (35.56%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	2 (4.44%)	24 (53.33%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	0 (0.00%)	4 (8.89%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 5 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

จากตาราง 12 และภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และไม่พบนักเรียนคนใดที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 และมีนักเรียนที่มีมุมมองที่สอดคล้องกับ

มติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เพิ่มขึ้น จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8.89 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลงค่อนข้างมาก

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีมุมมอง-ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ อยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ซึ่งนักเรียนมีมุมมองว่า ทฤษฎี คือ สิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ส่วน กฎ เป็นสิ่งที่ตายตัวไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

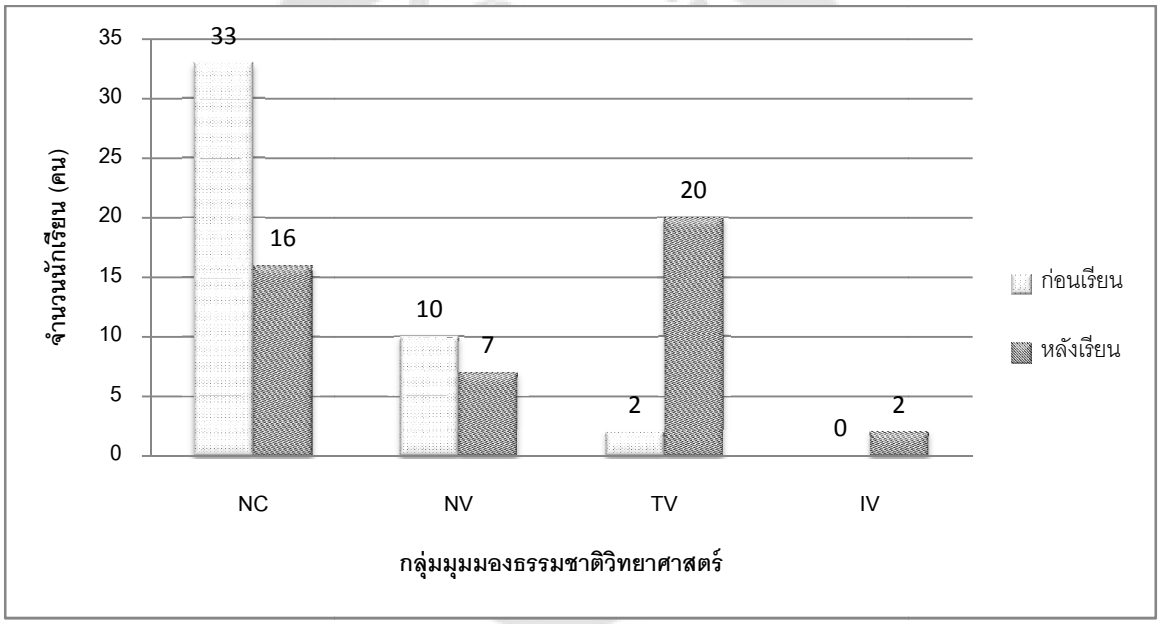
สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV: 8.89%) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนซึ่งไม่มีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีอยู่ในกลุ่มนี้เลย และนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน(TV: 53.33%) จากที่ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ซึ่งนักเรียนในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยนนี้สามารถอธิบายได้ว่าทั้งกฎและทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แต่ยังไม่สามารถบอกได้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างกฎและทฤษฎี โดยเฉพาะที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหน้าที่ของ “กฎ” เท่าไหร่

4. ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 8 ถามว่า “นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการในขั้นตอนต่างๆ (ขั้นก่อนการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูล หลังเก็บข้อมูล) ในการแสวงหาคำตอบหรือไม่ พร้อมอธิบายยกตัวอย่างประกอบ” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์คือ “ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการถูกใช้ในทุกขั้นตอนของการทดลองหรือการแสวงหาคำตอบ ตัวอย่างเช่น ก่อนการเก็บข้อมูลใช้ในการสร้างคำถาม ตั้งสมมติฐาน การทำนายผล การวางแผนและออกแบบการเก็บข้อมูล ระหว่างการเก็บข้อมูลใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการศึกษา หลังการเก็บข้อมูลใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล การนำเสนอผลการศึกษา เป็นต้น” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 13 และภาพประกอบ 6

ตาราง 13 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	33 (73.33%)	16 (35.56%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	10 (22.22%)	7 (15.56%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	2 (4.44%)	20 (44.44%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	0 (0.00%)	2 (4.44%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 6 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

จากตาราง 13 และภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 และไม่พบนักเรียนคนใดที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่

ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 และมีนักเรียนที่มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เพิ่มขึ้น จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.44 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)มีจำนวนลดลง

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีมุมมอง-ธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้นั้น โดยนักเรียนรู้แค่ว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานนักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการ แต่นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าในแต่ละขั้นตอนใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการอย่างไร

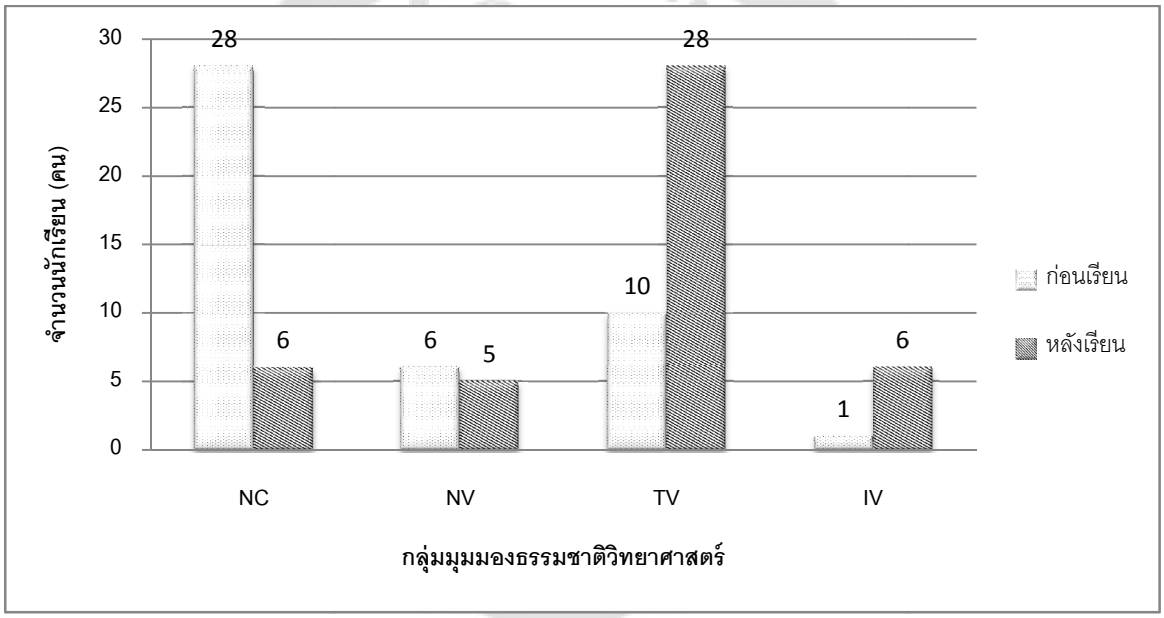
สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV: 4.44%) มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของการทดลองหรือการแสวงหาคำตอบและใช้ไปอย่างไรบ้าง แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 44.44%) โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าก่อนการเก็บข้อมูลมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง วางแผนการทดลอง และใช้หลังจากเก็บข้อมูล หรือนักเรียนอธิบายได้ 2 ขั้นตอนจาก 3 ขั้นตอนดังคำถามข้างต้น

5. ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 9 ถามว่า “เชื่อกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อน ในบรรดาสมมติฐานทั้งหลายที่นักวิทยาศาสตร์เสนอเพื่อใช้อธิบายการสูญพันธุ์ มีอยู่เพียง 2 สมมติฐานเท่านั้นที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง ถ้านักวิทยาศาสตร์สองกลุ่มสังเกตและลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันในการสร้างสมมติฐาน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะยังคงเสนอสมมติฐานที่แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์คือ “แม้ว่านักวิทยาศาสตร์สังเกตและลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันแต่สามารถสร้างสมมติฐานที่แตกต่างกันได้ เนื่องจากค่านิยม ความเชื่อส่วนบุคคล ประสบการณ์เดิมของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งอิทธิพลต่อสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สนใจและวิธีการที่ใช้ และเป็นตัวกำหนดให้นักวิทยาศาสตร์มองเห็น หรือมองไม่เห็นอะไร” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนผลปรากฏดังตาราง 14 และภาพประกอบ 7

ตาราง 14 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	28 (62.22%)	6 (13.33%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	6 (13.33%)	5 (11.11%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	10 (22.22%)	28 (62.22%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	1 (2.22%)	6 (13.33%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 7 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

จากตาราง 14 และภาพประกอบ 7 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 62.22 และหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีมุมมองที่พัฒนาขึ้นโดยส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 62.22 และมีนักเรียนที่มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เพิ่มขึ้น จำนวน 6 คน คิดเป็น

ร้อยละ 13.33 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลง

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC: 62.22%) ซึ่งลักษณะการตอบคำถามของนักเรียนคือตอบไม่ตรงคำถามหรือไม่มีลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่เลย ส่วนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในลำดับรองลงมาคือนักเรียนมีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 22.22%) โดยนักเรียนมีมุมมองว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนก็มีความคิดที่ต่างกันไป แต่นักเรียนไม่ได้บอกเหตุผลว่าทำไมนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนถึงมีความคิดต่างกัน

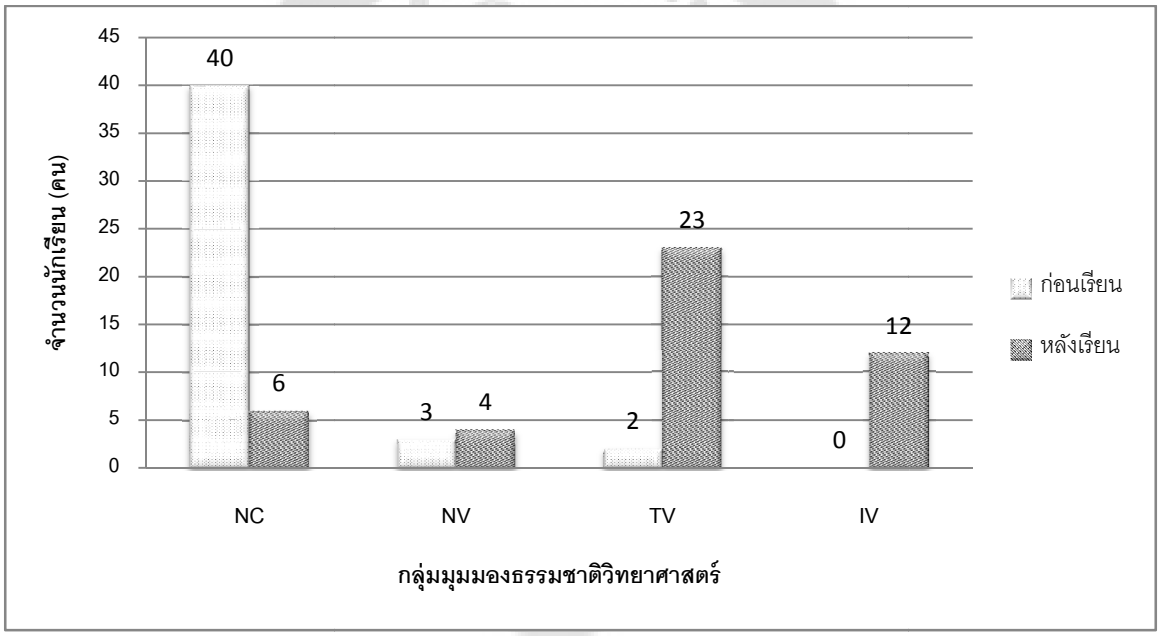
สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคม-วิทยาศาสตร์ (IV: 16.67%) มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่า มีความเป็นไปได้ที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนจะนำเสนอข้อมูลที่แตกต่างกัน เพราะพื้นฐานความรู้ความสามารถและความเชื่อต่างกันจึงมีผลต่อการสร้างสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV: 62.22%) โดยนักเรียนมีมุมมองที่ว่า นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนต่างมีความคิดที่แตกต่างกัน แต่นักเรียนยังไม่บอกเหตุผลที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์มีความคิดต่างกัน

6. ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 10 ถามว่า “มีคนกล่าวว่า วิทยาศาสตร์รวมอยู่ในสังคมและวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นถึงค่านิยมของสังคม การเมือง บรรทัดฐานทางความคิด ขณะที่ก็มีคนกล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสากลที่อยู่เหนือขอบเขตของประชาชาติและวัฒนธรรมและไม่มีผลกระทบต่อสังคม การเมือง ค่านิยมปรัชญาและบรรทัดฐานทางความคิด นักเรียนเชื่อจากคำกล่าวข้างต้นหรือไม่ พร้อมยกตัวอย่างและอธิบายประกอบ” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติ-ประชาคมวิทยาศาสตร์ คือ “วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ดังนั้นจึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรมและจะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา วิธีการศึกษา การตีความข้อมูลและสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติ-วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 15 และภาพประกอบ 8

ตาราง 15 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	40 (88.89%)	6 (13.33%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	3 (6.67%)	4 (8.89%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	2 (4.44%)	23 (51.11%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	0 (0.00%)	12 (26.67%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 8 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนาธรรมทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

จากตาราง 15 และภาพประกอบ 8 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้(NC) จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 โดยไม่พบนักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติ-ประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีมุมมองที่พัฒนาขึ้นค่อนข้างชัดเจน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทาง

วิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 51.11 และมีนักเรียนที่มีมุมมองที่อยู่ในกลุ่ม ที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลงอย่างชัดเจน

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองที่มีความเชื่อกันว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม แต่ไม่อธิบายว่าวิทยาศาสตร์กับสังคมมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร หรืออีกกรณีหนึ่งคือตอบไม่ตรงคำถาม

สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีนักเรียนที่มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV:26.67%) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มนี้เลย นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและค่านิยมโดยมีความเชื่อเข้ามาเกี่ยวข้องมีการอ้างถึงวัฒนธรรมและความเชื่อด้วย พร้อมกับยกตัวอย่างประกอบ แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 51.11%) โดยนักเรียนมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับสังคม ค่านิยม ความเชื่อต่างๆ แต่นักเรียนยังไม่มีการยกตัวอย่างเพื่อประกอบแนวคิด

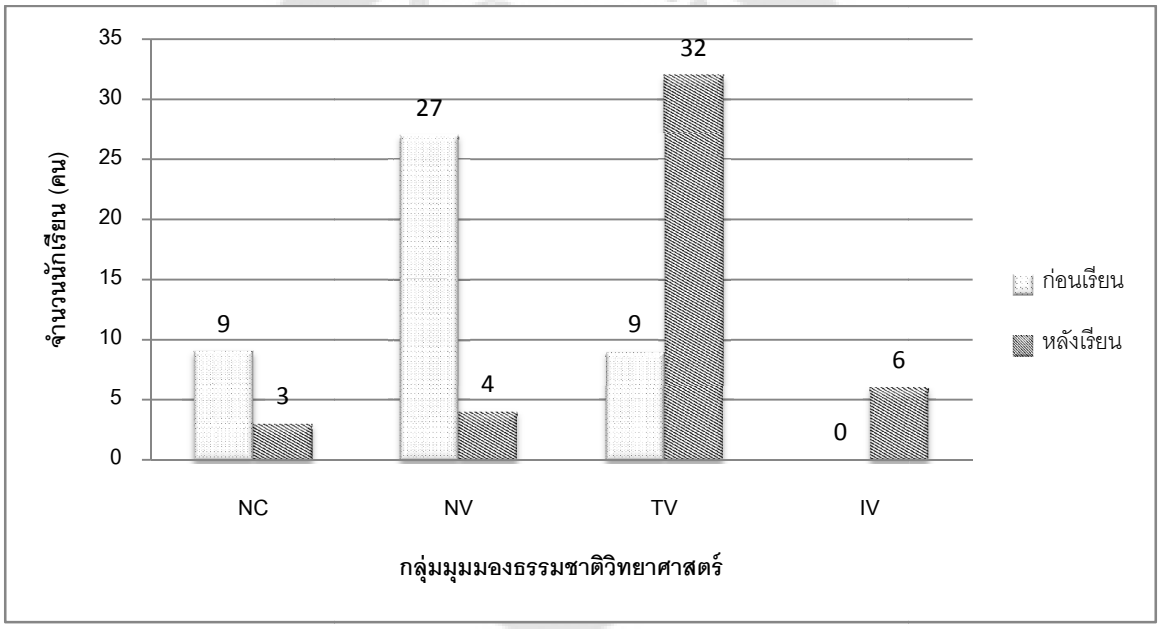
7. ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ด้านนี้มีคำถามที่เกี่ยวข้อง 2 คำถามที่ต่อเนื่องกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติละวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 ถามว่า “การทดลองคืออะไร” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์คือ “การทดลองเป็นกระบวนการที่ถูกออกแบบอย่างรอบคอบ มีการกำหนดจัดกระทำเพื่อทดสอบตัวแปร โดยทั่วไปการทดลองมีเป้าหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 16 และภาพประกอบ 9

ตาราง 16 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2) (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	9 (20.00%)	3 (6.67%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	27 (60.00%)	4 (8.89%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	9 (20.00%)	32 (71.11%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	0 (0.00%)	6 (13.33%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 9 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 2) (n=45)

จากตาราง 16 และภาพประกอบ 9 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติ-วิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์อยู่กลุ่มที่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 โดยไม่พบนักเรียนที่มีมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ

71.11 และมีนักเรียนที่มีมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) มากขึ้น จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลง

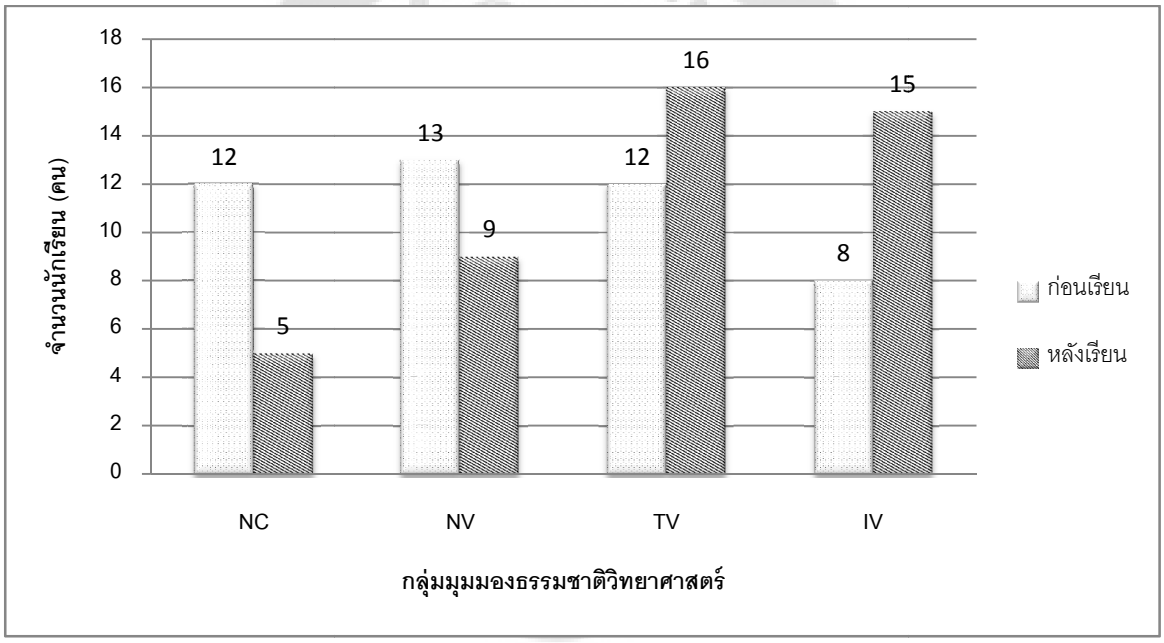
เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีมุมมอง-ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) ซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจว่าการทดลองคือการศึกษาหาคำตอบของคำถาม โดยทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ สารเคมี และอื่นๆ

สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV: 13.33%) มากขึ้น โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าการทดลองเป็นการกระทำที่ถูกออกแบบ มีการกำหนดตัวแปรและการทดลองมีเป้าหมายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม แต่นักเรียน ส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 71.11%) โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าการทดลองเป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์ ออกแบบการทดลองที่เป็นขั้นเป็นตอน แต่ยังไม่มีการพูดถึงการกำหนดตัวแปร บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

สำหรับมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3 ถามว่า “ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมาจากการทดลองเท่านั้น ใช่หรือไม่ จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบ” โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์คือ “ไม่ใช่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจได้มาจากการสำรวจ สังเกต การเปรียบเทียบ รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ การเสนอโมเดลความคิด หรือแม้กระทั่งความบังเอิญ เป็นต้น นอกจากนี้ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีขั้นตอนเป็นลำดับแน่นอนตายตัว กล่าวคือ เริ่มต้นด้วยปัญหา จากนั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และสรุปผล ตามลำดับ โดยในความเป็นจริงการทำงานวิจัยอาจมีการย้อนกลับไปกลับมา ข้ามขั้นตอน หรือทำซ้ำก็ได้” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 17 และภาพประกอบ 10

ตาราง 17 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3) (n=45)

คะแนน	กลุ่มมุมมอง	จำนวนนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	12 (26.67%)	5 (11.11%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	13 (28.89%)	9 (20.00%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	12 (26.67%)	16 (35.56%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	8 (17.78%)	15 (33.33%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 10 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อที่ 3) (n=45)

จากตาราง 17 ภาพประกอบ 10 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด พบว่านักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่กระจายในกลุ่มมุมมองทั้ง 4 กลุ่ม ในจำนวนที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยนักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 28.89 กลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) และกลุ่มระยะปรับเปลี่ยนกลุ่มละ 12 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 และกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 คน

คิดเป็นร้อยละ 17.78 และหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และกลุ่มระยะปรับเปลี่ยนมากขึ้น จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 35.56 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) และกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลง

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) โดยนักเรียนมีมุมมองว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว บางอย่างอาจมาจากการสังเกต พร้อมกับสามารถยกตัวอย่างได้แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

สำหรับคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนักเรียนมีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV: 33.33%) มากขึ้น นักเรียนสามารถอธิบายและยกตัวอย่างการได้มาซึ่งความรู้โดยวิธีอื่นที่ไม่ใช่การทดลองได้ แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV: 35.56%) ซึ่งนักเรียนยังคงบอกได้แค่ว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองอย่างเดียว มาจากการสังเกต การสำรวจต่างๆ แต่ยังไม่สามารถอธิบายและยกตัวอย่างได้อย่างชัดเจน

8. ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากคำถามในแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 6 ถามว่า “หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกตอบข้อใดข้อหนึ่งตามความเชื่อของนักเรียน

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ
- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
  a) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง
  b) ทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้นๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ”

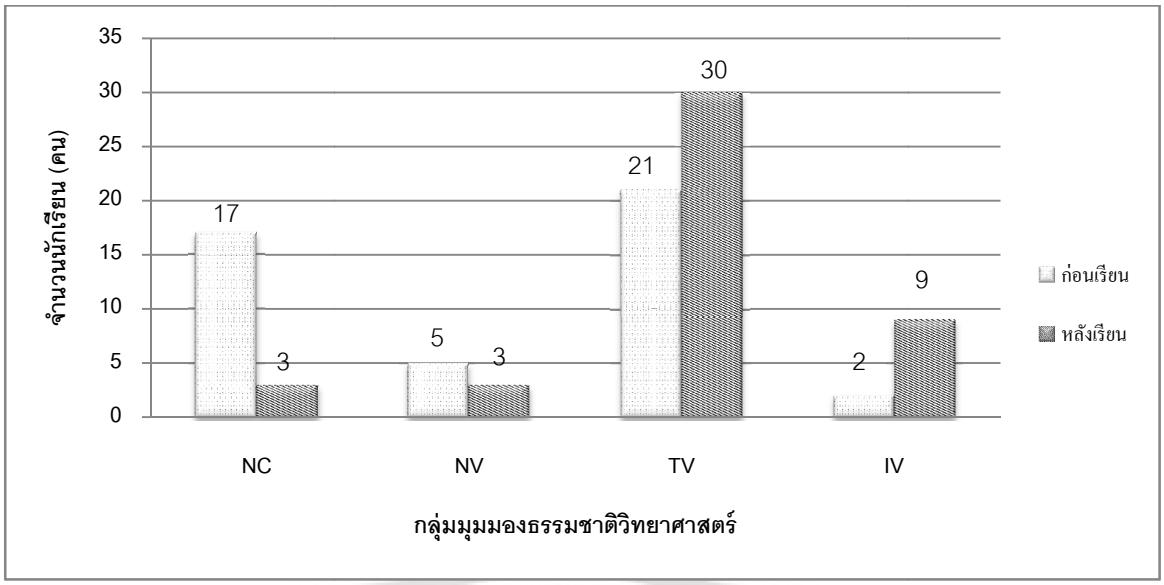
โดยมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์คือ “ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

a) เนื่องจากทฤษฎีเป็นคำอธิบายที่นักวิทยาศาสตร์เสนอขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งต่อมาหากมีการตีความใหม่จากหลักฐานเดิมในมุมมองที่ต่างออกไป หรือมีหลักฐานใหม่ซึ่งอาจเป็นผลพวงมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีนำไปสู่การเสนอคำอธิบายใหม่ซึ่งสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ ได้ดีกว่า มีเหตุมีผลที่ดีกว่า ทฤษฎีเดิมก็อาจถูกเปลี่ยนแปลงได้

b) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง เราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีเพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นๆ ได้ และทฤษฎีที่แพร่หลายในช่วงเวลาหนึ่งยังมีอิทธิพลต่อทิศทาง ขั้นตอนและวิธีการศึกษา และการตีแปลความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในขณะนั้นอีกด้วย ตัวอย่างทฤษฎีที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น ทฤษฎีอะตอม” ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการตอบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังตาราง 18 และภาพประกอบ 11

ตาราง 18 จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

คะแนน	**กลุ่มมุมมอง**	**จำนวนนักเรียน**	
		ก่อนเรียน	**หลังเรียน**
0	มุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC)	17 (37.78%)	3 (6.67%)
1	มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV)	5 (11.11%)	3 (6.67%)
2	มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV)	21 (46.67%)	30 (66.67%)
3	มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV)	2 (4.44%)	9 (20.00%)
	รวม	45 (100%)	45 (100%)



ภาพประกอบ 11 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นพลวัตร ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (n=45)

จากตาราง 18 ภาพประกอบ 11 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 และหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 และยังพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีมุมมองที่อยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคม-วิทยาศาสตร์ (IV) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) กับกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลง

เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 46.67%) โดยนักเรียนมีมุมมองว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้และอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดจึงมีการเปลี่ยนแปลง แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่าเพราะเหตุใดเราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีในเมื่อสักวันทฤษฎีนั้นๆต้องเปลี่ยนแปลง

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมุมมองที่พัฒนาขึ้น โดยส่วนใหญ่นักเรียนยังคงมีมุมมองด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 66.67%) และยังพบว่านักเรียนที่มีมุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคม

วิทยาศาสตร์ (IV: 20.00%) เพิ่มขึ้น โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีเหตุผลที่ดีกว่า ที่ต้องเรียนเพราะเรียนรู้ความเป็นมาของทฤษฎีเพื่อเป็นพื้นฐานสู่ทฤษฎีใหม่

สำหรับการจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดในแต่ละด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังตาราง 19

ตาราง 19 ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมุมมองก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (n=45)

ด้านที่ศึกษา	ข้อ	มุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (%)							
		NC*		NV*		TV*		IV*	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1.การอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	22.22	4.44	31.11	8.89	44.44	71.11	2.22	15.56
2.การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	4	33.33	22.22	20.00	15.56	46.67	55.56	0.00	6.67
	7	57.78	11.11	11.11	17.78	20.00	46.67	11.11	31.11
3.ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์	5	35.56	2.22	60.00	35.56	4.44	53.33	0.00	8.89
4.จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	8	73.33	35.56	22.22	15.56	4.44	44.44	0.00	4.44
5.การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9	62.22	13.33	13.33	11.11	22.22	62.22	2.22	13.33
6.มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์	10	40.00	13.33	6.67	8.89	4.44	51.11	0.00	26.67
7.มายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์	2	20.00	6.67	60.00	8.89	20.00	71.11	0.00	13.33
	3	26.67	11.11	28.89	20.00	26.67	35.56	17.78	33.33
8.ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6	37.78	6.67	11.11	6.67	46.67	66.67	4.44	20.00

หมายเหตุ*: IV= มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์, TV= มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน, NV= มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์, NC= ไม่สามารถจัดกลุ่มได้

จากตาราง 19 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) ได้แก่ ด้าน การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 57.78 (จากแบบวัดมุมมองข้อที่ 7) ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 73.33 ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 62.22 และด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 40.00 ยกเว้นด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์และด้านมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) คิดเป็นร้อยละ 60.00 ส่วนด้านการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และด้านการสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีวิทยาศาสตร์และด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองอยู่ในระยะปรับเปลี่ยน (TV) คิดเป็นร้อยละ 44.44, 46.67 (จากแบบวัดมุมมองข้อที่ 4) และ 46.67ตามลำดับ และเมื่อพิจารณามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด พบว่านักเรียนมีมุมมองอยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV) และมุมมองในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) เพิ่มขึ้น และมีมุมมองในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) และกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) ลดลง

2. การศึกษาการคิดอย่างวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดและกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดและกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Independent Samples ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของการคิดอย่างวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	N	df	k	$\overline{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	45	88	30	11.47	1.66	0.229	0.256
กลุ่มควบคุม	45			11.24	1.54		

จากตาราง 20 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด และนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.47 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.66 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.24 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.54 ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่านักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพื้นฐานการคิดอย่างวิจารณญาณที่ไม่แตกต่างกัน

2.2 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ผู้วิจัยได้นำคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดก่อนเรียนและหลังเรียน มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ Dependent Samples ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 21

ตาราง 21 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	N	df	k	$\overline{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	45	44	30	11.47	1.66	25.02*	.000
หลังเรียน	45			20.24	2.52		

*p<.01

จากตาราง 21 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.47 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.66 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.24 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.52 จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ

การเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.3 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ Independent Samples ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 22

ตาราง 22 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	N	df	k	$\overline{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	45	87	30	21.71	1.70	8.32*	0.000
กลุ่มควบคุม	45			18.14	2.33		

*p<.01

จากตาราง 22 แสดงการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเป็น 21.71 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม มีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 18.14 สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

3.1 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ Independent Samples ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 23

ตาราง 23 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	N	df	k	$\overline{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	45	88	40	17.29	3.91	0.686	0.087
กลุ่มควบคุม	45			16.22	3.46		

จากตาราง 23 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.29 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.91 และกลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.22 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.46 ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีคะแนนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่านักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

3.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนและเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ Dependent Samples และเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ one sample ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 24

ตาราง 24 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

สิ่งที่ศึกษา	N	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	เกณฑ์ (ร้อยละ 65)	t
			$\overline{X}_1$	S.D.	$\overline{X}_2$	S.D.			
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	45	40	16.22	3.91	28.69	3.12	26.23*	71.72	5.79*

*p<.01

จากตาราง 24 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดพบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 16.22 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.91 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 28.69 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.12 จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไปเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ร้อยละ 65 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับร้อยละ 71.72 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

3.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดและนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ Independent Samples ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 25

ตาราง 25 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	N	df	k	$\overline{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	45	88	40	28.69	3.12	7.909*	0.000
กลุ่มควบคุม	45			23.13	3.53		

*p<.01

จากตาราง 25 เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า คะแนนหลังเรียนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 28.69 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.12 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.13 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.53 จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีผู้วิจัยได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด
2. เพื่อศึกษาการคิดอย่างวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนความคิดมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนนักเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) รวมนักเรียนทั้งหมด 90 คน โดยนักเรียนมีความสามารถคละกัน

จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ห้องเรียน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 45 คน เป็นกลุ่มทดลอง โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด และอีก 1 ห้อง เป็นกลุ่มควบคุม จำนวนนักเรียน 45 คน โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 9 แผน ใช้เวลา 20 คาบ คาบละ 50 นาที มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00

2. แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (VNOS-C) ลักษณะแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00

3. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.23-0.64 และมีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.78

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.21-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก(r) ระหว่าง 0.22-0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.80

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ส่วนแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิด เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลา 20 คาบ คาบละ 50 นาที สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมนั้นได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี และเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่บันทึกไว้ทุกครั้งหลังการสอน

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มเดิมด้วยแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

4. ทำการตรวจให้คะแนนการทำแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางกาเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวิธีการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ทำการรวบรวมแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ให้รหัสแบบวัดแต่ละฉบับ ดังนี้

VN_a แทน แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

VN_b แทน แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียน

จากนั้นตามด้วยเลข 2 หลักซึ่งเป็นลำดับเลขที่ของนักเรียนในห้องเรียน เช่น VN_a01 คือคำตอบจากแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเลขที่ 1 เป็นต้น เพื่อใช้ในการอ้างอิงคำตอบในการรายงานผลการวิจัย

2. จัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามวิธีการของ โฮ-วิวส์กี (Ho-Wisniewski. 2008) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Informed view: IV) 2) มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition view: TV) 3) มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Naïve view: NV) 4) ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized: NC) จากนั้นหาค่าความถี่และรายงานโดยใช้ค่าร้อยละในแต่ละกลุ่มมุมมอง

3. ให้คะแนนแต่ละกลุ่มมุมมองเพื่อนำไปเปรียบเทียบการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมของทุกด้านระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

มุมมองที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์	ให้ 3 คะแนน
มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน	ให้ 2 คะแนน
มุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์	ให้ 1 คะแนน
ไม่สามารถจัดกลุ่มได้	ให้ 0 คะแนน

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ t-test แบบ Dependent samples

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด โดยใช้ t-test แบบ Dependent samples

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ t-test แบบ Independent samples

7. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด โดยใช้ t-test แบบ Dependent samples

8. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ t-test แบบ One sample

9. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ t-test แบบ Independent samples

สรุปผล

การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด สรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในทุกด้านการศึกษา และยังส่งผลให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การศึกษามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียน โดยอาศัยการจัดกิจกรรมและเนื้อหาของบทเรียนด้วยการสอดแทรกธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ผ่านขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูเป็นผู้กำหนดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดแล้วตอบคำถาม แสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายในคำตอบของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เรียนไป และครูมีการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในบริบทการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจนให้กับนักเรียน มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาอภิปราย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจหรือมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยจะเห็นได้จากการพิจารณามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยจำนวนนักเรียนที่มีมุมมองอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) และมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV) เพิ่มขึ้นและมีมุมมองในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (NV) และกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กาญจนา มหาลี (2553: 119) อังคณา ปัทมพงศา (2555: 157) เอบีดี-อีแอล-คาลิค และเลดเดอร์แมน (Abd-El-Khalick; & Lederman. 2000. 1078) เอมมีน และซาลีห์ (Emine; & Salih. 2011: 3077) เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman; et al. 2002: 517) สวอทซ์ และคณะ (Schwartz; et al. 2004: 633) และ คูยเลย์ และคณะ (Quiley; et al. 2010: 145) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งสามารถพัฒนาความเข้าใจหรือมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากการสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการและกิจกรรมต่างๆที่นำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การตั้งคำถามจากสิ่งที่สนใจหรือสงสัย มีการศึกษาข้อมูลจากหนังสือหรือแหล่งข้อมูล ทำการวางแผนการทดลอง และทบทวนความรู้จากหลักฐานการทดลองต่างๆ ที่มีผู้ค้นพบมาก่อน จากนั้นได้มีการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และตีความ จากนั้นนำเสนอ อธิบาย ทำนายผลจากข้อมูลที่เราได้จากการรวบรวมข้อมูล ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหาความรู้ที่สามารถตอบสมมติฐานต่างๆที่เราตั้งไว้ โดยมีการวิเคราะห์และมีทางเลือกในการพิจารณาข้อเท็จจริงต่างๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ (National Research Council: NRC. 1996: 23; Akerson; Hanson; & Cullen. 2007: 752)

เมื่อพิจารณามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละด้านพบว่า ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาที่ชัดเจน โดยนักเรียนมีมุมมองพัฒนาขึ้นจากกลุ่มมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC: 88.89% ;ข้อมูลจาก บทที่ 4 หน้า 113) เป็นมุมมองที่อยู่ใน

กลุ่มมุมมองระยะปรับเปลี่ยน (TV: 51.11%; ข้อมูลจาก บทที่ 4 หน้า 113) ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีมุมมองที่พัฒนาขึ้นจากกลุ่มมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC: 37.78%; ข้อมูลจาก บทที่ 4 หน้า 119) เป็นกลุ่มมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (TV: 66.67%; ข้อมูลจาก บทที่ 4 หน้า 119) โดยการที่ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีมุมมองที่พัฒนาขึ้นมาก อาจเนื่องมาจากด้านนี้เป็นมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จึงเป็นสิ่งที่สามารถปรับเปลี่ยนมุมมองได้ไม่ยากนัก โดยในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำเสนอภาพข่าวใกล้ตัวและเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงทางสังคม อีกทั้งยังมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนว่าด้วยเรื่องของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและมีความเชื่อมโยงกับลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านนี้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นกันอย่างเต็มที่เกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา พร้อมกันนี้ครูได้บ่งชี้ประเด็นให้เห็นการเชื่อมโยงถึงประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น ดังที่ โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2545: 194) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรมและการดำรงชีวิต และในทางกลับกัน สังคมและวัฒนธรรมก็ส่งผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์เช่นกัน ซึ่งการที่นักเรียนมองว่าวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับสังคมนั้นอาจเป็นเพราะการเรียนวิทยาศาสตร์ขาดการเชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตจริง (สุทธิดา จำรัส. 2555: 8) ส่วนด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นมากนั้น อาจเนื่องมาจากที่ผู้วิจัยได้สอดแทรกกิจกรรมกลุ่มที่เป็นลักษณะการสอนแบบประวัติของวิทยาศาสตร์(Historical of science) เข้าไปผ่านเนื้อหาโครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในเรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม(ดีเอ็นเอ) โดยรูปแบบการสอนนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษาประวัติการค้นพบหรือศึกษากรณีความผิดพลาดทำให้นักเรียนมองเห็นพัฒนาการของความรู้วิทยาศาสตร์ว่ากว่าจะได้มาเป็นความรู้เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม ที่มีอยู่ในหนังสือแบบสำเร็จให้ได้เรียนในปัจจุบันนี้เป็นอย่างไร กิจกรรมนี้นักเรียนทุกคนจะมีส่วนร่วมและสามารถมองเห็นลำดับเหตุการณ์ของการค้นพบความรู้ดังกล่าว พร้อมทั้งมีการอภิปรายร่วมกันภายในชั้นเรียนและได้รับการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากครูผู้สอนอีกด้วย จึงทำให้นักเรียนมีความรู้ด้านนี้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไวท์ (White. 2006: 124) ที่ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ นั่นคือ กรณีศึกษาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นตามประวัติศาสตร์ (Historical Case Studies of Error) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเสนอภาพทางสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ (Sociology of science) ซึ่งจะใช้ตัวอย่างสถานการณ์ของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตที่ทำข้อผิดพลาด บางประการเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ จนพบข้อผิดพลาดและได้ทำการแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนา กลายเป็นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ให้เราได้ศึกษากัน จึงทำให้

การจัดการเรียนรู้นี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงพื้นฐานและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องทั้งในด้านความรู้ กระบวนการ และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควรนำเรื่องราวของนักวิทยาศาสตร์ตามประวัติศาสตร์ให้ครูผู้สอนและผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงวิทยาศาสตร์ทั้งในแง่ของการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะความรู้แบบวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ จนนำไปสู่การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้ในที่สุด (สิรินภา กิจเกื้อกูล. 2556: 142)

สำหรับด้านที่นักเรียนมีพัฒนาการน้อยคือ ด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC: 73.33%; ข้อมูลจาก บทที่ 4 หน้า 109) และหลังเรียนแม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มระยะปรับเปลี่ยน (TV: 44.44%; ข้อมูลจาก บทที่ 4 หน้า 109) แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (NC: 35.56%; ข้อมูลจาก บทที่ 4 หน้า 109) เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนตอบได้ว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าในแต่ละขั้นตอนใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อย่างไร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีโอกาสในการจัดการเรียนรู้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านนี้เพียง 2 ครั้ง และมีระยะเวลาที่จำกัด ซึ่งอาจทำให้นักเรียนยังมองไม่เห็นถึงรายละเอียดของขั้นตอนการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ดังที่ อังคณา ปัทมพงศา (2555: 160) ได้ให้ความเห็นว่า ด้วยระยะเวลาที่จำกัดครูมีประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่จะบ่งชี้หลายด้าน อีกทั้งใช้เวลาทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ทำให้ไม่สามารถอภิปรายด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทุกด้านได้อย่างลึกซึ้ง เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ดี จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า ถึงแม้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้นในทุกด้านที่ศึกษา แต่เมื่อพิจารณาดูจำนวนนักเรียนที่มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์นั้นยังมีจำนวนน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการสอน 1 คาบ หรือใน 1 แผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยมีประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่จะสอดแทรกและบ่งชี้หลายด้าน อีกทั้งยังแต่ละกิจกรรมก็ใช้เวลาค่อนข้างมาก ทำให้บางครั้งไม่สามารถอภิปรายในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างละเอียดลึกซึ้ง เห็นได้จากการเขียนอนุทินของนักเรียนที่เขียนลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างผิวเผินดังที่ กาญจนา มหาลี (2553: 122) ได้ให้ความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นครูควรให้ความสำคัญ

กับการสอนเทียบเท่ากับเนื้อหาวิชาและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอจึงจะสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี

การพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในภาพรวม พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 15.78 ซึ่งผู้วิจัยถือว่านักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับที่พึงพอใจ เนื่องจากการที่จะพัฒนามุมมองของแต่ละคนเป็นสิ่งที่ยากในการที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น เพราะมุมมองถือว่าเป็นความเชื่อต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดของแต่ละคน การที่จะพัฒนานั้นต้องอาศัยเวลา ซึ่งระยะเวลาที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้อาจไม่เพียงพอ ด้วยปัจจัยแทรกซ้อนที่คาดไม่ถึง เช่น คาบเรียนที่หายไปบ้างเนื่องจากกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้นเพื่อประโยชน์ต่อนักเรียนที่ไม่สามารถขาดได้ เป็นต้น ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนทั้งเนื้อหาและการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ขาดความต่อเนื่องและทำให้เปลี่ยนมุมมองนักเรียนได้ไม่มากนัก ดังที่ เอบีดี ดีแอล คาลิค และเลดเดอร์แมน (Abd-El-Khalick; & Lederman 2001: 517) ได้ให้ความเห็นว่าเป็นการยากที่นักเรียนจะเปลี่ยนความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระยะเวลาอันสั้น

2. การศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ผลจากการศึกษาวิจัยได้ ดังนี้

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่กล่าวว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวยังมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 กล่าวว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดโดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการจัดกิจกรรมและดำเนินการสอน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง ผ่านการฝึกปฏิบัติ นอกจากจะเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนามุมมองและความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แล้วยังสามารถช่วยให้นักเรียนได้คิด ตระหนัก ก่อนที่จะตัดสินใจต่อสถานการณ์นั้นๆ ทั้งนี้ยังรวมไปถึงการตัดสินใจในการแก้ปัญหา (McComas.1998: 734) ดังที่ เลดเดอร์แมน และคณะ (Lederman;

et al. 2013: 142) ได้ให้ความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการพัฒนาทักษะต่างๆ ของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การสังเกต การลงความเห็น การจำแนกแยกแยะ การทำนาย การวัด การตั้งคำถาม การตีความและการวิเคราะห์ข้อมูล รวมไปถึงการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มาริน และฮาลเพิล (Marin; & Halpern. 2011: 10) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นเป็นวิธีการสอนที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างชัดเจน เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ รู้จักคิดวิเคราะห์และประเมินจากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้การเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้ดีขึ้นนั้นต้องเกิดจากการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถผนวกทฤษฎีกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ (Marin; & Halpern. 2010: 3; อ้างอิงจาก Cotton. 1991) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ไม่มีการบ่งชี้เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดีขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติทั่วไป เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ไม่ได้ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน (Moseley; et al. 2005: 11; Scharmann; et al. 2005: 38) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นข้อสนับสนุนว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติจึงมีความแตกต่างกัน

3. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด ผลจากการศึกษาวิจัยได้ ดังนี้

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ร้อยละ 65 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดโดยผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) รูปแบบหนึ่ง ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนได้สืบเสาะ สำรวจตรวจสอบค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้

ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (พจนา มะกรูดอินทร์. 2553?: 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญนำ อินทนนท์ (2551: ก) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีกว่า เนื่องจากนักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ ได้รับความรู้ นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดโดยผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นวิธีการสอนที่สามารถพัฒนาทักษะระดับขั้นสูงของขั้นตอนวัตถุประสงค์ของบลูม หรือความเข้าใจและการวิเคราะห์ เป็นการสอนให้ “คิดเชิงลึก” หรือ ใช้การคิดขั้นสูงได้ (Intel Education: online อ้างอิงจาก Beyer, B. K. 1987) จึงสามารถส่งผลให้นักเรียนมีมีความเข้าใจโดยใช้ทักษะในการคิดวิเคราะห์ในเนื้อหาที่เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom. 1976: 13) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน มีการส่งเสริมปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นข้อสนับสนุนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรวางแผน ออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และครูไม่ควรกำหนดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการสอนแต่ละครั้งมากเกินไป มีการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดโดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้เวลาในการทำค่อนข้างเยอะ จะส่งผลให้มีการอภิปรายและสะท้อนความคิดของลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ไม่ลึกซึ้งมากนัก

1.2 ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้นและทุกวิชาควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการปลูกฝังลักษณะความเป็นวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งน่าจะทำให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลการศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบรูปแบบการสอนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (ตามคู่มือ สสวท.) ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจว่าการวิจัยต่อไปจะมีการเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้วิธีอื่นที่หลากหลายวิธีว่าสามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้มากน้อยเพียงใด เช่น การเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (Explicit and Reflective Approach) กับการจัดการเรียนรู้แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit Approach) เป็นต้น

2.2 เนื่องจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในบริบทของนักเรียนไทยยังน้อย ควรให้มีการศึกษาวิจัยนี้ในสาขาวิชาอื่นๆ และในระดับชั้นที่หลากหลายขึ้น เพื่อจะมีวิธีการในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของเด็กไทยต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กาญจนา มหาลี. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิด.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

กาญจนา มหาลี; และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2553, กันยายน-ตุลาคม). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.* 16(5): 795-809.

กุศลิน มุสิกุล. (2551). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. *วารสารครูวิทยาศาสตร์.* 15(1): 66-71.

กนกทอง มหาวงศนันท์. (2550). *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ขนิษฐา กรกำแหง. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ขวัญหญิง ทิพแก้ว. (2555). *การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บันฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ขวัญหญิง ทิพแก้ว; และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2555, เมษายน-กันยายน). การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. *วารสารปริชาติ ฉบับพิเศษผลการวิจัยจากการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 22.* 25(3): 75-83.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. (2553, กุมภาพันธ์). แนวคิดคลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยาลัยการฝึกหัดครู.* 2(1): 115-131.

จินดารัตน์ แก้วพิกุล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารญณาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย-ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จินตนา ช่วยด้วง. (2547). *การใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จินตนา ศิริธัญญรัตน์. (2548). *การเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิตฐิพร ศิริตานน์. (2542). *การศึกษาผลของการประเมินด้วยพอตฟอลิโอที่มีต่อความรับผิดชอบ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิรพันธุ์ ทัศนศรี. (2548). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบซิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จีราภรณ์ อรุณศรีพิมาน. (2546). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนหน่วยเศรษฐศาสตร์ในครอบครัว โดยใช้เกมสถานการณ์จำลองกับเหตุการพยากรณ์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จีรวรรณ ขุริรัง. (2553). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร(ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2555, กรกฎาคม-กันยายน). ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัย มข.* 2(2): 233-260.

ชุติมา วัฒนะคีรี. (ม.ป.ป.). *ระเบียบวิธีสอนทั่วไป.* กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2529). *การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ.* กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชนธิชา ปะนัดโส; สุมาลี กาญจนชาตรี; และ นัทธมน คูนแสง. (2555). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองสระบุรี. *การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 50 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*

ณฐกรณ์ ดำชะอม. (2553). *ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และวิธีการทางประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ณัฐวรรณ เวียนทอง. (2554). *การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเจคติในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ณัฐรินีย์ อภิวงศ์งาม. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เตือนใจ ทองดี. (2549). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางกาเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ (e-Learning) กับการเรียนรู้แบบปกติ.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์. ถ่ายเอกสาร.

ทิศนา แขมณี. (2542). *การจัดการเรียนการสอนยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

-------. (2547). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธรรมราช บุญทิพย์เจริญ. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นุสรา หัวไผ่. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบการบรรยาย*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นันทิยา บุญเคลือบ; และคณะ. (2540). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

นภาพร วงค์เจริญ. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2554). *โครงการพัฒนาคอร์สแวร์ด้านเทคนิคการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์ในระดับอุดมศึกษา: การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. หน้า 1-6.

นฤพล จันทู. (2549). *การเปรียบเทียบผลการเรียนเรื่องการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนแบบปกติที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชางานเกษตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคม. ถ่ายเอกสาร.

บุษกร คำดง. (2542). *ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เบญจพร สาภักดี. (2555). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสภาพอากาศ.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

บรรจง อมรชีวิน (2556). *การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลักการพัฒนาการคิด อย่างมีตรรกะ เหตุผลและดุลยพิจ.* ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: หจก.ภาพพิมพ์.

ประดับชัย อินมณี. (2556). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดโดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและการมองเห็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.

ปิยะอนงค์ นิศาวัฒนานันท์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดแบบโยสิโสมนสิการ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ปิยะมาศ อาจหาญ. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ปริณดา ลิมปานนท์. (2547). *การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

-------. (2554). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจในประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน.* กรุงเทพมหานคร เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา.* ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2555). *เอกสารประกอบการสอนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษา.* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลับเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัวศรีนครินทรวิโรฒ.

พฤฒพร ลลิตานุรักษ์; และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2554, กุมภาพันธ์). ทรรศนะของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วารสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.* 49(1): 1-8.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ลือชา ลดาชาติ; และ ลฎาภา สุทธกูล. (2555, พฤษภาคม). *การสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* 4(2): 73-88.

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2546, พฤศจิกายน-ธันวาคม). ลูกโซ่ของการเรียนรู้กระบวนการอินไควรี. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี.* 32(127): 7-13.

ลฎาภา สุทธกูล; นฤมล ยุตาคม; และ บุญเกื้อ วัชรเถียร. (2554). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แลการจัดการเรียนการสอนของครูระดับประถมศึกษา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.* 31(6): 124-136.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิพากษ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแบบกลุ่มร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิชชุดา อ้วนศรีเมือง. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค LT.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). *วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา.* Learners.in.th. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2558, จาก http://learners.in.th/blog/putaiwan/259105

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2544). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทเดอะมาสเตอร์ กรุ๊ป.

ศาลทูล อารีวรวิทย์กุล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศุจิกา เพชรล้วน. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศศิธร เจียมโคกสูง. (2552). *ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.

สิริกุล อินพานิช. (2550*). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ เรื่อง ความน่าจะเป็น*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

สิรินภา กิจเกื้อกูล; นฤมล ยุตาคม; และ อรุณี อิงคากุล. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*. 26(2): 133-145.

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรรณี สินธพานนท์. (2555). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุธาวัลย์ มีศรี. (2550, เมษายน-กันยายน). ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอน เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว*. 2(1): 101-110.

สุทธิดา จำรัส. (2551). *ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่อง โครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์.* 29(3): 228-239.

-------. (2555). *คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อักษรไทย (น.ส.พ. ฟ้าเมืองไทย).

สุพลา ทองแป้น; และ พูนสุข อุดม. (2552, มกราคม-เมษายน). ผลการใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิทยบริการ.* 20(1): 57-66.

สุพัตรา ฝ่ายขันธ์. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์การสอนอย่างมีวิจารณญาณ.* ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: หจก.ภาพพิมพ์.

สุวิชา วันสุดล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2.* กรุงเทพฯ: เจเนอรัล บุ้คส์ เซ็นเตอร์.

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ. (2553). *ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี.* วิทยานิพนธ์ (ศึกษาศาสตร์การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2545). *วิทยาศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมไทย.* กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

เสาวลักษณ์ โรมา. (2551). *การพัฒนาหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษาของสถานศึกษา.* กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2546) *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน* กรุงเทพมหานครองค์การค้าคุรุสภา.

อรุณี ไทยบัณฑิตย์. (2545). *การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อารุณี รัตนวิจิตร. (2543). *ผลของการฝึการคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่านางแนววิทยายน อำเภอแวงน้อย จังหวัดขอนแก่น.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาทางการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2554, กุมภาพันธ์). *นักวิชาการชี้เด็กไทยวิกฤติทางความคิดเหตุจากระบบการศึกษา.* สืบค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2558, จาก http:// manager.co.th/Family/ViesNews.aspx

อังคณา ปัทมพงศา. (2555). *การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

อรอุมา กาญจนี. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Abd-El-Khalick, F.; & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the khowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching.* 34(7): 673-699.

Abd-El-Khalick, F.; & Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conception of the nature of science. A critical review of the nature of the literature. *International Journal of Science Education.* 22(7): 665-701.

Abd-El-Khalick, F.; & Lederman, N.G. (2000). The Influence of History of Science Course on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching.* 37(10): 1057-1095.

Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses. Abandoning scientism. *Journal of Science Teacher Education.* 12: 215-233.

Abd-El-Khalick, F. (2005). Doveloping deeper understanding of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education.* 27(1): 15-42.

Abell; S.K.; & Smith, D.C. (1994). What is Science?: Preservice Elementary Teachers, Conceptions of the Nature of Science. *International Journal of Science Education.* 16(4): 475-487.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1992). *Science for all Americans.* New York: Oxford University Press.

Akerson, V. L.; Abd-El-Khalick, F.; & Lederman, N. G. (2000). Influence of Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teacher'Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching.* 37(4): 295-371.

Akerson, V.L.; & Volrich, M.L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a firt-grade intership setting. *Journal of Research in Science Teaching.* 43(4): 377-394.

Akerson, V.L.; Hanson, D.L.; & Cullen, T.A. (2007). The Influence of Guided Inquiry and Explicit Instruction on K-6 Teachers' Views of Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education.* 18: 751-772.

Akerson, V.L.; Buzzelli, C.A.; & Donnelly, L.A. (2008). Early Childhood Teachers' Views of Nature of Science: The Influence of Intellectual Levels, Cultural Values, and Explicit Reflective Teaching. *Journal of Research in Science Teaching.* 45(6): 748-770.

Australian Science Education Project. (1974). *Inquiry Approach in Guide to ASEP.* Australian Science Education Project.

Bloom, Benjamin S. (1999). *Taxonomy of Educational Objectives.* New York: David McKay. Dressel, P.L. and L.B.Mayhew. (1954). General Education: Explorations in Evaluation. Washington D.C.: American Council on Education.

Bell, R. L.; Lederman, N. G.; & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching.* 37(6): 563-581.

Bell, R.L.; Blair, L.; Crawford, B.; & Lederman, N.G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on students' understanding of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching.* 40(5): 487-509.

Center for Critical Thinking Sonoma State University. (1996). *Critical Thinking Workshop Handbook.* California: Foundation for Critical Thinking.

Clark, H.L.; & Star, I.S. (1986). *Secondary School Teaching Method.* 5th ed. New York: Mcmillan Publishing Co. Inc.

Collins, O.W. (1990, March). The Impact of Computer- Assisted Instruction upon Student Achievement in Magnet School. *Dissertation Abstracts International.* 50: 2783-A.

Dewey, J. (1933). *How We Think. New York*: D.C. Healt and company.

Decaroli, Joseph. (1973). What Research Say to the Classroom Teacher: Critical Thinking. *Journal of Social Education.* 37(1): 67-69.

Deng, F.; & Thanq Chen, D. (2011). Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. *Journal of Science Education.* pp. 961-991.

Devis, Maynord. (1979, January). The Effectiveness of a Guided-Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum. *Dissertation Abstracts International.* 39(1): 4161-A.

Dressel, P.L.; & Mayhew, L.B. (1957). *General Education: Exploration. In Evaluation.* Washington D.C. American Council on Education. 37(1): 67-69.

Driver, R.; Leach, J.; Millar, R.; & Scott, P. (1996). *Yong people's images of science.* Buckingham: Open University Press.

Edelman, S.K. (1986). The Experiment Effect of Discussion Model on The Critical Thinking Skills of Elementary School Students. *Dissertation Abstracts International.* 152: 2954-A.

Ennis, R.H. (1985). Logical Operation in Classroom. *International Enclopedia of Education.* 5: 3129-3139.

Emine, C.; & Salih, C. (20011). Can explicit reflective approach activities about the nature of science be prepared to contribute to the overcoming of alternative concept in the field of science subject. *Journal of Research in Procedia Social and Behavioral Science.* 1(15): 3074-3078.

-------. (2012). The Effectiveness of the Conceptual Change Approach, Explicit Reflective Approach, and Course Book by the Ministry of Education on the Views of the Nature of Science and Conceptual Change in Light Unit. *Journal of Educational Sciences: Theory & Practice.* 12(2): 1107-1113.

Freeman Garlsmith; & Sears. (1970). *Social Psychology. New Jersey*: Prentice-Hall.

Flick, L.B.; & Lederman, N.G. (2006). *Scientific inquiry and nature of science.* Dordrecht: Springer. pp. 9-18.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education.* 3rd ed. New York: MaGraw-Hill Book.

Hasan, O.E.; & Billeh, V.Y. (1975, July). Relationship between teacher change in Attutude toward Science and Some Professional Varibles. *Journal of Research in Science Teaching.*

Hilgard. (1962). *Introduction to psychology*. New York: Harcourt, Brace & Worl.

Johnston, A.T.; & Southerland, S.A. (2002, April). Conceptual ecologies and their influence on nature of science conceptions: More dazed and confused than ever. *A paper presented at Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.* 1: 1-12.

Joyce Bruce; & Marcsh Well. (1972). *Model of Teaching*. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon.

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

Khishfe, R.; & Abd-El-Khalick, F. (2002). Inflence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching.* 39(7): 551-578.

Klopfer, L.E. (1971). *Evaluation of Learning in Science. A Handbook Formative and Summative Evaluation of Student Learning.* New York: Mc Graw-Hill.

Klopfer, L.E.; & Cooley, W. (1963). The history of science cases for high schools in the development of student understanding of science and scientists. *Journal of Research in Science Teaching.* 1: 33-47.

Kolebas, L.T. (1972). *Teaching Children Science: An inquiry Approach.* 3rd ed. California Wadsworth Publishing, Co. p 4443-A.

Krathwohl, David R. (2002). *"A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview,"* (Online) Available:http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0NQM/is_4_41/ai_984872707. Retrieved September, 2004.

Lonsbury, J.G.; & Ellis, J.D. (2002). Science history as a means to teach nature of science condepts: using the development of understanding related to mechanisms of inheritance. *Electronic Journal of Science Education.* 7(2): 1-6.

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

Lederman, N. G.; Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. L.; & Schwartz, S. (2002). Views of Nature of Science Questionaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conception of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching.* 36(9): 497-521.

Lederman, N.G. (2004). *Syntax of nature of science within inquiry and science instruction.* In L.B. Flick & N.G. Lederman (Eds.), Scienctific Inquiry and Nature of Science. Bordrecht: Kluwer Academic Publishers. pp. 301-317.

Lederman, N.G.; Lederman, J.S.; Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology.* 1(3): 138-147.

Liangkrilas, J. (2009). *Development of Level 4 Biology Students' Understanding of the Nature of Science in the Context of The Unit on Respiration: Explicit and Reflective Inquiry-based Approach.* Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, Kasetsart University.

Matthews, M. (1994). Science teaching. *The role of history and philosophy of science. New York*: Routledge.

Mccomas, W.F. (1998). *The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths.* In W.F. Mccomas (Ed). The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. Natherlands: Kluwer Academic Publishers.

Mccomas, W. F.; Clugh, M. P.; & Almazroa, H. (2000). *The Role and Character of the Nature of Science in Science Education.* In W. F. Mccomas (ed). The Nature of Science in Science Education. Page 3-39.

Moss, D.; & Robb, J. (2001). Examming students conception of the nature of science. *International Journal of Science Education.* 23(8): 771-790.

Marin, M.L.; & Halpern, F.D. (2011). Pedagogy for developing critical thinking in adolescents: Explicit instruction produces greates gains. *Journal of Thinking Skills and Creativity ScienceDirect.* 11(1): 1-13.

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning.* Washington, DC: National Academy Press.

Promkatkeaw, T. (2007). *A Development of Program for Primary School Teacher on Nature of Science Instruction.* Doctor of Philosophy (Science Education), Science Education Kasetsart University.

Quellmallz, E.S. (1985). *Needed Better Method for Teaching Higher Order Thinking Skill.* Educational Washinton D.C.: American council on Education.

Quigley, C.; Pongsanon, k.; & Akerson, V.L. (2010). If We Teach Them, They Can Learn: Yong Students Views of Nature of Science During an Informal Science Education Program. *Journal of Science Teacher Education.* 11(22): 129-149.

Schwartz, R. S.; Lederman, N. G.; & Crawford, B. A. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridding the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Journal of Science Teacher Education.* 88(4): 610-645.

Smith; & Patty Templeton. (1994, January). Instructional Method Effect on Student Attitude and Achievment. *Dissertion Abstract International.* 54(7): 2528-17.

Suthawan Meesi. (2007). *A Development of Professional Development Program for Enhancing Teachers' Understanding of the Nature of Science and ItsImplimentation in the Classroom.* Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bankok: Graduate School, Srinakarinwirot University.

Scardamalia, M. (2002). Collective Dognitive Resposibility for the Advancement of Knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal Education in a Khowledge Society.* pp. 67-98.

Scharmann, L.C.; Smith, M.U.; James, M.C.; & Jensen, M. (2005). Explicit Reflective nature of Science Instruction: Evolution, Intelligent Design and Umbrellaology. *Journal of Science Teacher Education.* 16: 27-41.

Sharkawy, A. (2009). Moving beyond the lone scientist: Helping 1st grade students appreciate the social context of scientific work using stories about scientist. *Journal of Elementary Science Education.* 21(1): 67-78.

Sund. B.T.; & Trobridge, Leslic W. (1974). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School.* Second Edition Publishes by Charles E. Merril Publishing Company.

Watson, G.; & Glaser, E.M. (1964). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal*. New York: Harcourt, Brace and world, Inc.

Welch, W.W.; & Walberg, H.J. (1972*).* A National experiment in curriculum evaluation. *American Educational Research*. 9(1): 373-383.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์	อาจารย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร	อาจารย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. ดร.ประวีณา ติระ	นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. อาจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข	อาจารย์ สถาบันวิจัยและพัฒนาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์	อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
6. ดร. สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์	ครูชำนาญการโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
7. ดร. บุญรัตน์ กัณหาไธสงค์	ครูวิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนจัตุรัสวิทยาคาร
8. นางสังวาลย์ ทารัตน์ใจ	ครูชำนาญการ

ภาคผนวก ข

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด
2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์
3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารญาณ
4. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตาราง 26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	0.5	+1	0.83	6	0.5	+1	+1	0.83
2	0.67	0.67	+1	0.78	7	+1	+1	+1	1
3	0	+1	+1	0.67	8	+1	0	+1	0.67
4	+1	+1	+1	1	9	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	+1	1					

ตาราง 27 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	0.5	+1	0.83	6	+1	+1	+1	1
2	+1	0	+1	0.67	7	+1	0	+1	0.67
3	0	+1	+1	0.67	8	0	+1	+1	0.67
4	+1	+1	+1	1	9	0.5	+1	+1	0.83
5	+1	+1	+1	1	10	0	+1	+1	0.67

ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	0.67	+1	0.89	16	+1	+1	+1	1
2	0.67	0.67	+1	0.78	17	+1	+1	+1	1
3	0	+1	+1	0.67	18	+1	+1	+1	1
4	+1	+1	+1	1	19	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	+1	1	20	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1	21	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	1	22	+1	0	+1	0.67
8	+1	+1	+1	1	23	+1	0	+1	0.67
9	+1	+1	+1	1	24	+1	+1	+1	1
10	0	+1	+1	0.67	25	+1	0.67	+1	0.89
11	+1	+1	+1	1	26	+1	0.67	+1	0.89
12	+1	+1	+1	1	27	+1	+1	+1	1
13	+1	0	+1	0.67	28	+1	0	+1	0.67
14	+1	+1	+1	1	29	+1	+1	+1	1
15	+1	+1	+1	1	30	+1	+1	+1	1

ตาราง 29 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1	21	+1	+1	0	0.67
2	+1	+1	+1	1	22	+1	+1	+1	1
3	+1	0.5	+1	0.83	23	0.5	+1	+1	0.83
4	+1	+1	+1	1	24	0.5	+1	0	0.5
5	0.5	0.75	+1	0.75	25	+1	+1	0	0.67
6	+1	0	+1	0.67	26	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	0	0.67	27	+1	+1	0	0.67
8	+1	+1	+1	1	28	0.5	+1	+1	0.83
9	0.5	+1	+1	0.83	29	+1	+1	+1	1
10	0.5	+1	0.75	0.75	30	+1	+1	+1	1
11	+1	+1	+1	1	31	+1	0	+1	0.67
12	+1	+1	+1	1	32	0.5	0.5	+1	0.67
13	0.5	+1	0	0.5	33	+1	0.5	0.5	0.67
14	+1	+1	+1	1	34	+1	0.5	0	0.5
15	+1	+1	+1	1	35	+1	+1	+1	1
16	+1	+1	+1	1	36	+1	0.5	0.75	0.75
17	+1	+1	+1	1	37	+1	+1	+1	1
18	0.5	0.75	+1	0.75	38	0.5	0.5	+1	0.67
19	0.5	+1	+1	0.83	39	0.5	+1	+1	0.83
20	+1	+1	0	0.67	40	0	0.5	+1	0.5

ภาคผนวก ค

1. ตารางค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
2. ตารางค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตาราง 30 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.58	.46	16	.67	.62
2	.73	.46	17	.56	.23
3	.44	.23	18	.44	.39
4	.67	.31	19	.69	.62
5	.73	.23	20	.56	.39
6	.46	.62	21	.44	.46
7	.56	.69	22	.79	.31
8	.40	.54	23	.52	.31
9	.63	.23	24	.75	.22
10	.50	.54	25	.71	.54
11	.40	.39	26	.67	.62
12	.71	.69	27	.66	.39
13	.71	.54	28	.52	.46
14	.75	.46	29	.50	.46
15	.73	.62	30	.63	.31

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.78

ตาราง 31 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.70	.30	21	.68	.59
2	.71	.48	22	.68	.32
3	.43	.57	23	.44	.39
4	.67	.31	24	.48	.52
5	.40	.22	25	.55	.27
6	.22	.35	26	.44	.46
7	.40	.47	27	.79	.31
8	.43	.31	28	.50	.31
9	.30	.31	29	.58	.27
10	.50	.54	30	.71	.54
11	.55	.35	31	.67	.62
12	.67	.23	32	.66	.39
13	.71	.54	33	.78	.30
14	.75	.46	34	.50	.46
15	.43	.39	35	.63	.31
16	.67	.62	36	.72	.35
17	.52	.43	37	.52	.32
18	.63	.23	38	.71	.40
19	.52	.31	39	.50	.31
20	.40	.24	40	.43	.30

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.80

ภาคผนวก ง

1. ตารางคะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด
2. ตารางคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด
3. ตารางคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ชัดแจ้งและการสะท้อนคิด
5. ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 32 คะแนนมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด.

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (เปอร์เซ็นต์)
1	8	11	36.67
2	2	13	43.33
3	11	16	53.33
4	7	14	46.67
5	4	11	36.67
6	3	18	60.00
7	4	10	33.33
8	8	18	60.00
9	1	21	70.00
10	9	20	66.67
11	12	22	73.33
12	4	18	60.00
13	5	12	40.00
14	5	17	56.67
15	14	22	73.33
16	13	18	60.00
17	10	18	60.00
18	6	10	33.33
19	8	20	66.67
20	10	16	53.33
21	13	20	66.67
22	9	12	40.00
23	10	14	46.67

ตาราง 32 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (เปอร์เซ็นต์)
24	15	24	80.00
25	3	10	33.33
26	7	13	43.33
27	13	18	60.00
28	3	18	60.00
29	13	22	73.33
30	9	20	66.67
31	10	25	83.33
32	13	16	53.33
33	6	11	36.67
34	8	13	43.33
35	4	11	36.67
36	12	19	63.33
37	7	12	40.00
38	7	12	40.00
39	5	12	40.00
40	15	20	66.67
41	3	10	33.33
42	12	16	53.33
43	6	12	40.00
44	10	17	56.67
45	5	12	40.00
ค่าเฉลี่ย	**8.04**	**15.87**	**52.89**
S.D.	3.81	4.23	14.10

ตาราง 33 คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
1.	8	20	24.	14	23
2.	10	20	25.	14	24
3.	11	20	26.	15	24
4.	11	23	27.	11	20
5.	12	20	28.	12	20
6.	14	23	29.	14	24
7.	12	23	30.	10	25
8.	11	20	31.	8	24
9.	13	22	32.	11	20
10.	12	22	33.	11	22
11.	9	20	34	13	21
12.	10	22	35	12	23
13.	10	21	36	13	21
14.	12	20	37	10	21
15.	12	23	38	12	22
16.	13	21	39	13	21
17.	11	22	40	14	22
18.	10	24	41	10	18
19.	9	18	42	11	22
20.	9	22	43	13	25
21.	1	22	44	11	24
22.	10	20	45	12	21
23.	13	22			

ตาราง 34 คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
1.	14	18	24.	12	23
2.	15	17	25.	12	18
3.	11	19	26.	13	20
4.	10	19	27.	15	19
5.	15	21	28.	12	18
6.	10	14	29.	13	19
7.	9	13	30.	11	18
8.	12	15	31.	13	19
9.	14	20	32.	11	22
10.	10	14	33.	13	17
11.	13	18	34	16	22
12.	13	16	35	13	15
13.	12	21	36	18	16
14.	10	18	37	14	19
15.	13	18	38	13	18
16.	12	15	39	15	17
17.	11	16	40	11	18
18.	12	16	41	12	19
19.	8	15	42	10	21
20.	14	20	43	10	17
21.	13	21	44	14	21
22.	15	20	45	16	19
23.	15	17			

ตาราง 35 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)
1.	17	28	24.	17	25
2.	12	24	25.	12	26
3.	15	27	26.	21	32
4.	15	29	27.	19	28
5.	17	25	28.	17	30
6.	9	30	29.	23	32
7.	14	26	30.	12	28
8.	9	25	31.	20	27
9.	11	26	32.	20	35
10.	17	32	33.	15	26
11.	23	30	34	18	29
12.	18	31	35	12	33
13.	20	32	36	22	28
14.	17	29	37	10	25
15.	22	33	38	14	24
16.	17	30	39	15	30
17.	17	26	40	20	31
18.	13	28	41	11	27
19.	19	35	42	24	36
20.	17	29	43	16	28
21.	14	28	44	16	26
22.	13	26	45	11	24
23.	19	32			

ตาราง 36 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)
1.	19	21	24.	16	24
2.	21	25	25.	18	31
3.	14	23	26.	12	29
4.	18	24	27.	18	31
5.	15	23	28.	18	24
6.	16	23	29.	22	18
7.	13	27	30.	16	20
8.	19	20	31.	15	22
9.	11	18	32.	18	18
10.	11	17	33.	20	24
11.	14	17	34	14	20
12.	16	23	35	21	23
13.	28	30	36	23	26
14.	19	24	37	15	22
15.	19	24	38	16	22
16.	18	24	39	22	24
17.	18	23	40	16	24
18.	15	23	41	13	25
19.	18	27	42	19	23
20.	13	26	43	18	26
21.	24	26	44	15	17
22.	19	22	45	17	20
23.	18	18			

ภาคผนวก จ

1. ตัวอย่างแบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและการสะท้อนคิด

แบบวัดมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (View of Nature of Science)
(ฉบับภาษาไทย)
พัฒนาโดย Lederman และคณะ ในปี 2002

Lederman, N.G.; et al. 2002. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaning Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science, Journal of Research in Science Teaching. 39(6): 497-521

จำนวน 10 ข้อ **เวลา 60 นาที**

ชื่อ-สกุล.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดมีทั้งหมด 10 ข้อ 5 หน้า เป็นแบบวัดแบบเขียนบรรยาย
2. ให้นักเรียนตอบคำถาม ในแต่ละข้อให้สมบูรณ์ที่สุดอย่างเต็มความสามารถ บางข้ออาจถามหลายประเด็น พยายามตอบในทุกประเด็นของคำถาม
3. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำถาม
4. คำถามในแบบวัดฉบับนี้ไม่มีคำตอบที่ "ถูก" หรือ "ผิด" ครูเพียงสนใจในความคิดเห็นของนักเรียนในบางประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และคำตอบของนักเรียนไม่มีผลใดๆ ต่อคะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์
5. ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบวัดของนักเรียนจะนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป จึงขอให้นักเรียนทำแบบวัดด้วยความตั้งใจ

แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Views of Nature of Science)

1. ในมุมมองของนักเรียน วิทยาศาสตร์คืออะไร และอะไรที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น (เช่น ภาษาไทย สังคม ศาสนา ปรัชญา)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การทดลองคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมาจากการทดลองเท่านั้น ใช่หรือไม่ จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มักนำเสนอโครงสร้างของอะตอมว่า “ตรงกลางเป็นนิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตรอน (อนุภาคที่มีประจุบวก) และนิวตรอน (อนุภาคที่เป็นกลาง) และมีอิเล็กตรอน (อนุภาคที่มีประจุลบ) โคจรอยู่รอบๆนิวเคลียส” นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้างดังกล่าวเป็นเช่นนั้น มีหลักฐานอะไรที่จำเพาะเจาะจงที่บ่งบอกถึงโครงสร้างของอะตอมดังกล่าวหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่าทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์พัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาแล้ว (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เลือกตอบข้อใดข้อหนึ่งตามความเชื่อของนักเรียน

- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ให้อธิบายว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ
- ถ้านักเรียนเชื่อว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ :

a) อธิบายว่าเพราะเหตุใดทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง

b) ทำไมเราจึงต้องเรียนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้นๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป จงอธิบายประกอบการยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ มักนิยาม “สปีชีส์” ว่าเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิต ที่มีลักษณะเหมือนกันและสามารถผสมพันธ์กันแล้วให้ลูกที่ไม่เป็นหมัน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์แน่ใจได้อย่างไรว่าลักษณะของสปีชีส์เป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการในขั้นตอนต่างๆของการทดลองหรือการแสวงหาคำตอบหรือไม่ อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

■ ถ้าใช่ ในขั้นตอนใดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ในการวางแผนและออกแบบการทดลอง (ก่อนการเก็บข้อมูล) การเก็บข้อมูล หลังเก็บข้อมูล

■ ถ้านักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการทำงาน จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. เชื่อกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์เมื่อประมาณ 65 ล้านปีก่อน ในบรรดาสมมติฐานทั้งหลายที่นักวิทยาศาสตร์เสนอเพื่อใช้อธิบายการสูญพันธุ์ มีอยู่เพียง 2 สมมติฐานเท่านั้นที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง

<u>สมมติฐานแรก</u> เสนอว่ามีอุกกาบาตขนาดใหญ่พุ่งชนโลกเมื่อ 65 ล้านปีก่อน นำไปสู่การเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์

<u>สมมติฐานที่สอง</u> เสนอว่าเกิดภูเขาไฟปะทุขึ้นครั้งใหญ่และรุนแรงมากทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไป

ถ้านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มสังเกตและลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันในการสร้างสมมติฐาน นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มจะยังคงเสนอสมมติฐานที่แตกต่างกันเช่นข้างต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. มีคนกล่าวว่า วิทยาศาสตร์รวมอยู่ในสังคมและวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นถึงค่านิยมของสังคม การเมือง บรรทัดฐานทางความคิด ขณะที่ก็มีคนกล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสากลที่อยู่เหนือขอบเขตของประชาชาติและวัฒนธรรมและไม่มีผลกระทบต่อสังคม การเมือง และค่านิยมทางปรัชญาและบรรทัดฐานทางความคิด

10.1 หากคุณเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม ค่านิยมทางวัฒนธรรม จงยกตัวอย่างและอธิบายแนวคิดประกอบ

10.2 หากคุณเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสากลไม่ขึ้นอยู่กับสังคม ค่านิยมทางวัฒนธรรม จงยกตัวอย่างและอธิบายแนวคิดประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. ความสามารถในการอ้างอิง

คำแนะนำ : ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ในข้อ 1-6

ก. ข้อสรุปนั้นเป็นจริงหรือเป็นไปได้

ข. ข้อสรุปนั้นไม่จริง เป็นไปได้ หรือข้อมูลยังไม่เพียงพอ

การศึกษา คือการสร้างคนให้มีความรู้ ความสามารถมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นมีลักษณะนิสัยจิตใจที่ดีงาม มีความพร้อมที่จะต่อสู้เพื่อตนเองและสังคม มีความพร้อมที่จะประกอบการงานอาชีพได้ การศึกษาช่วยให้คนเจริญงอกงามทั้งทางปัญญา จิตใจ ร่างกาย และสังคม การศึกษาจึงเป็นความจำเป็นของชีวิตอีกประการหนึ่ง นอกเหนือจากความจำเป็นด้านที่อยู่อาศัย อาหาร เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค การศึกษาจึงเป็นปัจจัยที่ 5 ของชีวิต เป็นปัจจัยที่จะช่วยแก้ปัญหาทุกๆ ด้านของชีวิต และปัจจัยที่สำคัญที่สุดของชีวิตในโลกที่มีกระแสความเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบให้วิถีดำรงชีวิตต้องเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน การศึกษายิ่งมีบทบาทและความจำเป็นมากขึ้นด้วย การศึกษาจะช่วยให้ทุกคนมีชีวิตที่มีความสุข

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

1. คนที่มีลักษณะนิสัยจิตใจที่ดีงาม คือคนที่มีการศึกษา
2. การศึกษาช่วยแก้ปัญหาทุกๆ ด้านของชีวิตได้
3. การศึกษามีความสำคัญที่สุดของชีวิตของทุกคน

2.ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น

คำแนะนำ : ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามจากข้อความที่กำหนดให้ในข้อ 7-12

ก. เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

ข. ไม่ได้เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ

ประเทศไทยมีสถานการณ์ของโรคอ้วนรุนแรงขึ้นเป็นลำดับและคนไทยเป็นโรคเบาหวานมากขึ้นเป็นเงาตามโรคอ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพิ่มมากขึ้นในเด็กและเยาวชนที่อ้วน คาดว่าคนไทยต่ำกว่า 3 ล้านคนกำลังเผชิญกับโรคเบาหวาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องให้ความสนใจอย่างยิ่งต่อการป้องกันโรคเบาหวาน โดยต้องจัดการโรคอ้วน อ้วนลงพุง และภาวะน้ำหนักมากเกิน โดยเริ่มจากวัยเด็ก เยาวชน รวมทั้งผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ การลดน้ำหนักอย่างถูกต้องกำลังดำเนินการโดยหลายหน่วยงาน องค์กร และหลายเครือข่าย เช่น เด็กไทยไม่กินหวาน โรงเรียนปลอดน้ำอัดลม โภชนาการสมวัย เครือข่ายคนไทยไร้พุง ภาคีร่วมใจคนไทยไร้พุง

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

4. โรคอ้วนทำให้เกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2

5. โรคเบาหวานชนิดที่ 2 จะเกิดในเด็กและเยาวชนที่อ้วนเพิ่มมากขึ้น

6. หน่วยงาน องค์กร และเครือข่าย ได้มีนโยบายลดการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคอ้วน โดยการรณรงค์ให้เด็กไทยไม่กินหวาน

3.ความสามารถในการนิรนัย

คำแนะนำ : ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามจากข้อความที่กำหนดให้ในข้อ 13-17

ก. สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

ข. ไม่ได้สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

การล้างพิษตับคืออะไร... อย่างที่ทราบกันอยู่แล้วว่า “ตับ” คืออวัยวะสำคัญของร่างกายที่ช่วยกำจัดสารพิษให้ร่างกาย ด้วยการแปลสภาพสารพิษให้เป็นของที่ไม่เป็นพิษ แล้วขับออกมาในรูปของเหงื่อ อุจจาระ ฯลฯ ซึ่งถือเป็นกลไกตามธรรมชาติของร่างกายมนุษย์อยู่แล้ว แต่ถ้าเราเสริมการล้างพิษตับเข้าไป ก็จะเหมือนเป็นตัวเร่งกระบวนการล้างพิษให้เร็วขึ้น เพื่อให้ตับระบายของเสียออกจากร่างกายจนหมด ไม่ให้มีคั่งค้าง หรือคั่งค้างน้อยที่สุด โดยการล้างพิษตับนั้นจำเป็นต้องอดอาหาร และต้องดื่ม หรือทานอาหารบางชนิดเป็นตัวช่วย

จากข้อความที่กำหนดให้จะสรุปได้อย่างไร

7. การล้างพิษตับ คือการอดอาหาร ดื่มเครื่องดื่มหรืออาหารบางชนิดเพื่อช่วยเร่งการขับสารพิษ

8. ทุกคนจะต้องทำการล้างพิษตับไม่งั้นมีของเสียคั่งค้างอยู่ ร่างกายจะเจ็บป่วยได้

9. ตับเป็นอวัยวะที่ช่วยกำจัดสารพิษให้ร่างกาย แล้วขับออกมาในรูปของเหงื่อ อุจจาระ

4. ความสามารถในการตีความ

คำแนะนำ : ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามจากข้อความที่กำหนดให้ในข้อ 18- 24

ก. จริงตามข้อความหลักที่เสนอ

ข. ไม่จริงตามข้อความหลักที่เสนอ

จากการศึกษาพบว่า เด็กที่ได้กินนมแม่อย่างเดียว 6 เดือนเต็ม โดยไม่ได้อาหารอื่นแม้กระทั่งน้ำจะทำให้เด็กเจริญเติบโตทั้งร่างกาย จิตใจ มีสมองที่ฉลาด อารมณ์ดี อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข เนื่องจากนมแม่มีสารอาหารครบถ้วนและมีมากกว่า 200 ชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของลูกโดยเฉพาะในช่วงสัปดาห์แรกหลังคลอด “น้ำนมเหลือง” หรือ “โคลอสตรัม” ของแม่จะเป็นภูมิคุ้มกัน และป้องกันการติดเชื้อให้แก่ลูกได้เป็นอย่างดี

จากข้อความที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้เป็นจริงหรือไม่

10. เด็กตั้งแต่แรกเกิดถึง 6 เดือนหากได้กินนมแม่ตลอดจะเจริญเติบโตดีกว่าเด็กที่ไม่ได้กินนมแม่

11. น้ำนมแม่ยิ่งให้ลูกกินได้นานเท่าไหร่ก็จะยิ่งมีประโยชน์ต่อลูกเท่านั้น

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง

คำแนะนำ : ให้นักเรียนใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามจากข้อความที่กำหนดให้ตั้งแต่ข้อ 25-30

ก. มีเหตุผลดี

ข. เหตุผลยังไม่เหมาะสม

กินปลาจะฉลาด

จากข้อความที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

22. เห็นด้วย เพราะปลาเป็นสัตว์ที่ฉลาด มีความสามารถในการเรียนรู้และหลอกล่อ สามารถหลบหนีผู้ล่าได้เป็นอย่างดี

23. ไม่เห็นด้วย เพราะความฉลาดไม่ได้เกิดจากการกินปลาอย่างเดียว ความฉลาดมีปัจจัยหลายอย่างร่วมกันคือ เรื่องของกรรมพันธุ์ การขยันหมั่นเพียร และการกินอาหารครบ 5 หมู่

ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

1. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับโครโมโซม (จำ)

   ก. ตำแหน่งที่โครมาทิดยึดติดกันคือ เซนโทรเมียร์

   ข. โครโมโซมมีลักษณะเป็นเส้นใยยาวพันกัน

   ค. 1 โครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาทิด

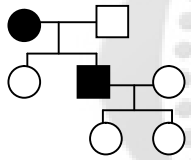
   ง. โครโมโซมมีรูปร่างเหมือนกันเป็นคู่ๆ แต่ละคู่เรียกว่า โฮโมโลกัสโครโมโซม

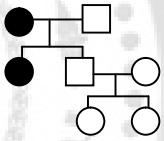
2. ข้อใด**ไม่ใช่**การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (เข้าใจ)

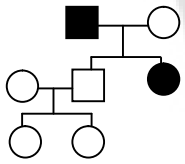
   ก. ญาญ่ามีลักยิ้มเหมือนแม่ ข. ณเดชมีผมตรงเหมือนปู่

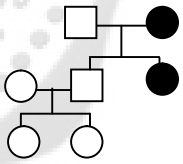
   ค. บอยมีแผลเป็นเหมือนพ่อ ง. มาร์กี้มีนิ้วมือเกินมา 1 นิ้วเหมือนยาย

3. ชายคนหนึ่งมีลักษณะผิวเผือกแต่งงานกับหญิงผิวปกติมีบุตรชายผิวปกติ 1 คนและบุตรสาวผิวเผือก 1 คนบุตรชายแต่งงานกับหญิงผิวปกติและมีบุตรสาว 2 คนที่มีผิวปกติข้อใดคือเพดดีกรีของครอบครัวนี้ (ประยุกต์ใช้)

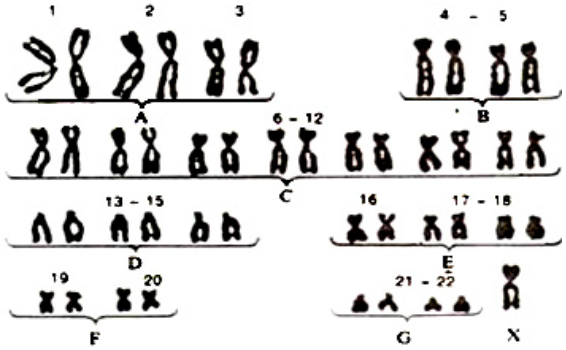
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

4. จงพิจารณารูปแสดงโครโมโซมของคน ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (วิเคราะห์)



ก.นับจำนวนคู่โครโมโซมทั้งหมดได้ 23 คู่ เป็นลักษณะแสดงออกของคนปกติ

ข.นับจำนวนคู่โครโมโซมทั้งหมดได้ 22 คู่ + 1 เส้น X เป็นลักษณะแสดงออกของเพศชายปกติ

ค.นับจำนวนคู่โครโมโซมทั้งหมดได้ 22 คู่ + 1 เส้น X เป็นลักษณะแสดงออกของเพศหญิงปกติ

ง.นับจำนวนคู่โครโมโซมทั้งหมดได้ 22 คู่ + 1 เส้น X เป็นลักษณะแสดงออกของเพศหญิงที่ผิดปกติ

5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสิ่งมีชีวิตที่ผ่านกระบวนการพันธุวิศวกรรม (ประเมินค่า)

ก. ฝ้ายบีทีซึ่งเป็นฝ้ายที่ได้รับการถ่ายฝากยีนของแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis*

ข. มะละกอพันธุ์ต้านไวรัสที่ได้จากการผสมและคัดเลือกพันธุ์

ค. ข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ด้วยรังสีแกมมา

ง. วัวนมชื่อ “อิง” ที่ได้จากการโคลนโดยใช้เซลล์ใบหู

6. จากเหตุการณ์น้ำมันรั่วที่อ่าวพร้าว เกาะเสม็ด นักเรียนคิดว่าเราสามารถนำความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาแก้ปัญหานี้อย่างไร (คิดสร้างสรรค์)

ก. ผลิตวัสดุชีวภาพชนิดดูดซึมคราบน้ำมัน

ข. คัดเลือกและเพิ่มสายพันธุ์แบคทีเรียเพื่อกำจัดน้ำเสีย และทำลายคราบน้ำมัน

ค. ใช้จุลินทรีย์เพื่อผลิตแอลกอฮอล์ และก๊าซชีวภาพ

ง. ข้อ ก และ ค ถูก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

ชื่อวิชา ชีววิทยาพื้นฐาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3.9 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม **จำนวน 2 คาบ**

---

1. **สาระการเรียนรู้**: สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

2. **มาตรฐานการเรียนรู้**

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดลักษณะสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชันและการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิงแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรือ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงาน หรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

3. **สาระสำคัญ**

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น มิวเทชัน การคัดเลือกตามธรรมชาติ การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์ เป็นต้น มิวเทชัน คือ การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในระดับยีนหรือในระดับโครโมโซม การคัดเลือกโดยธรรมชาติ เป็นการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีบางลักษณะแตกต่างไปจากลักษณะเดิม นอกจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติแล้ว มนุษย์ยังมีการปรับปรุงพันธุ์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ๆ ขึ้นมาเพื่อประโยชน์ของมนุษย์เอง โดยการคัดเลือกพันธุ์เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์พืช

หรือสายพันธุ์สัตว์ที่มีลักษณะดี มีลักษณะที่ต้องการ แล้วนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งการคัดเลือกพันธุ์เป็นขั้นตอนหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์ ที่เป็นการพัฒนาสายพันธุ์พืชหรือสายพันธุ์สัตว์ให้มีลักษณะตามความต้องการ

4. **จุดประสงค์การเรียนรู้** นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและสาเหตุของการเกิดการกลายหรือมิวเทชัน รวมทั้งผลดีและผลเสียของการเกิดมิวเทชันได้ (K)
2. อภิปรายแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการคัดเลือกธรรมชาติได้ (P)
3. ปฏิบัติตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสดงความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการเสาะแสวงหาความรู้ (P, A)
4. อภิปรายและสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้
   - การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
   - ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์
   - จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   - การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.สาระการเรียน/เนื้อหาสาระ

การกลาย (Mutation) คือ การเปลี่ยนแปลงหน่วยพันธุกรรมจากลักษณะเดิมให้กลายเป็นลักษณะใหม่ที่ผิดไปจากเดิม การกลายเป็นสาเหตุของความแตกต่างกันในสิ่งมีชีวิต เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ทั้งในมนุษย์ สัตว์ และพืช อาจเกิดขึ้นได้กับทั้งเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์ร่างกาย การผันแปรของลักษณะต่าง ๆ จะมีความเฉพาะตัว เช่น การเกิดมะเร็งผิวหนังไม่ถ่ายทอดลูกหลานได้ สารเคมีที่ทำให้เกิดการกลาย เช่น ยารักษาโรค สารกันบูด เป็นต้น

การคัดเลือกธรรมชาติ หมายถึง ความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างๆ กันในสภาพแวดล้อมหนึ่งๆ ในการมีชีวิตอยู่รอดและประสบความสำเร็จในการแพร่พันธุ์ โดยลักษณะใดของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สิ่งมีชีวิตนั้นจะสามารถอยู่รอดและสืบทอดลักษณะต่อๆ ไปได้ ขณะที่สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะไม่เหมาะสมถูกกำจัดออกไป เมื่อระยะเวลาผ่านไปจึงพบสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะปรับเปลี่ยนไปจากเดิมที่เพิ่มขึ้น จนในที่สุดเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่

6.กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ชั่วโมงที่ 1	**<u>ขั้นสร้างความสนใจ</u>** 1. ครูนำเสนอภาพสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมด้วยกระบวนการต่างๆ (มิวเทชัน การคัดเลือกโดยธรรมชาติ และการคัดเลือกพันธุ์ปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์) ให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนดังนี้ - นักเรียนเคยเห็นหรือรู้จักสิ่งมีชีวิตเหล่านี้หรือไม่ และนักเรียนคิดว่ามีความเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมอย่างไร *(แนวการตอบ: ภาพสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมด้วยกระบวนการต่างๆ เช่น การกลาย (มิวเทชัน) การคัดเลือกโดยธรรมชาติ หรือการคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์)* 2. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ ดังนี้ - นักเรียนคิดว่า หากสิ่งมีชีวิตบนโลกไม่มีการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมจะเกิดอะไรขึ้น *(แนวการตอบ: หากสิ่งมีชีวิตบนโลกไม่มีการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมเลย ก็จะไม่เกิดวิวัฒนาการที่ให้กำเนิดสิ่งมีชีวิตมากมายในปัจจุบัน)* - นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่ากระบวนการใดที่ทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมเปลี่ยนแปลง มีความสัมพันธ์กับการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน		

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	- สภาวะแวดล้อมต่างๆ หรือไม่ และมนุษย์ใช้ประโยชน์จากความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมอย่างไรบ้าง 3. นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม และครูนำเข้าสู่การเรียนในหัวข้อ “การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม”		
	<u>ขั้นสำรวจและค้นหา</u> 1. ครูให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม “การคัดเลือกโดยธรรมชาติ” จากคลิปวิดีโอเรื่อง “ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร” (ความยาว 15 นาที) ซึ่งเป็นการศึกษาประวัติของวิทยาศาสตร์ (Historical of Science) เกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของชาร์ลส์ ดาร์วิน ในประเด็น; การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ชาร์ลส์ ดาร์วิน) การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ. ดาร์วิน *(บ่งชี้ NOS: การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์, ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์, จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์)* จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 3.9.1 “ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร” โดยมีคำถามดังนี้ - สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจนมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอย่างไร - ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการอยู่รอดและเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต - นักเรียนเห็นด้วยกับแนวความคิดของชาลส์ ดาร์วิน หรือไม่ อย่างไร	-การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	ด้านที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย ด้านที่ 4 ความสามารถในการตีความ

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	- ความรู้ที่ชาร์ลส์ ดาร์วิน ค้นพบเป็นความรู้ประเภทใด (กฎหรือทฤษฎี) - ชาร์ลส์ ดาร์วิน ได้ความรู้นั้นมาได้อย่างไร - มีปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการค้นพบความรู้ของชาร์ลส์ ดาร์วิน - ชาร์ลส์ ดาร์วิน มีบุคลิกลักษณะ (ความเป็นนักวิทยาศาสตร์) อย่างไรบ้าง 2. จากนั้นให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจากหนังสือเรียนหรือแหล่งค้นคว้า โดยครูอธิบายประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม 3 ประเภท ได้แก่การกลาย (มิวเทชัน) การคัดเลือกโดยธรรมชาติ และการคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์ ตามหัวข้อดังต่อไปนี้ 1) การกลาย (มิวเทชัน) - มิวเทชันระดับยีน - มิวเทชันระดับโครโมโซม 2) การคัดเลือกโดยธรรมชาติ 3) การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์		

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	3. ครูมอบหมายงาน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน โดยให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลและรวบรวมตัวอย่างตามหัวข้อ ดังนี้ 1) มิวเทชัน 2) การคัดเลือกโดยธรรมชาติ 3) การคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธ์พืชและสัตว์โดยมนุษย์ 4. ให้แต่ละกลุ่มจับฉลากตามหัวข้อที่ 3. ซึ่ง 1 หัวข้อจะซ้ำกัน 2 กลุ่ม แต่มีเงื่อนไขว่า **ตัวอย่างที่แต่ละกลุ่มหามาจะต้องไม่ซ้ำกัน** 5. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าให้แต่ละกลุ่มเตรียมนำเสนอในชั้นเรียนในคาบถัดไป พร้อมส่งเป็นรายงานกลุ่ม		
ชั่วโมงที่ 2	**<u>ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป</u>** 1. ครูและนักเรียนร่วมสรุปความรู้จากกิจกรรมที่ 3.9.1 โดยมีข้อสรุป คือ “ข้อมูลจากสิ่งมีชีวิตนานาชนิดที่กระจายอยู่ตามสภาพภูมิศาสตร์ต่างๆ ทั่วโลก ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่พบบนหมู่เกาะกาลาปากอส ตลอดจนซากดึกดำบรรพ์ที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตเป็นหลักฐานส่วนหนึ่งที่ชาร์ลส์ ดาร์วิน ใช้ในการอธิบายว่า สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่เกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตดั้งเดิม โดย **กระบวนการคัดเลือกธรรมชาติ** ดังนั้น การคัดเลือกธรรมชาติ หมายถึง ความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างๆ กันในสภาพแวดล้อมหนึ่งๆ ในการมีชีวิตอยู่รอดและ		

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	ประสบความสำเร็จในการแพร่พันธุ์ โดยลักษณะใดของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สิ่งมีชีวิตนั้นจะสามารถอยู่รอดและสืบทอดลักษณะต่อๆ ไปได้ ขณะที่สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะไม่เหมาะสมถูกกำจัดออกไป เมื่อระยะเวลาผ่านไปจึงพบสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะปรับเปลี่ยนไปจากเดิมที่เพิ่มขึ้น จนในที่สุดเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่" 2. การคัดเลือกธรรมชาติเกิดขึ้นได้ด้วยปัจจัยต่อไปนี้ - สิ่งมีชีวิตมีความแปรผันของลักษณะซึ่งถูกกำหนดด้วยพันธุกรรม - ลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจะสามารถอยู่รอดและสืบทอดลักษณะพันธุกรรมนั้นๆ ต่อไปได้ ซึ่งชาร์ลส์ ดาร์วิน เรียกว่าเป็น "การอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตที่มีความเหมาะสม" ขณะที่ลักษณะที่ไม่เหมาะสมถูกกำจัดไป - กระบวนการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและใช้ระยะเวลานานหลายชั่วรุ่น **การสะท้อนความคิดอย่างชัดเจนจากกิจกรรม และครูบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้** - จากกิจกรรมนี้เราใช้ข้อมูลหรือหลักฐานอะไรบ้าง *(แนวการตอบ: ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่พบบนหมู่เกาะกาลาปากอส ตลอดจนซากดึกดำบรรพ์ที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต)*		

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	- จากกิจกรรมนี้อะไรบ้างที่เป็นการลงข้อสรุป *(แนวการตอบ: การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่มีสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ซึ่งเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตชนิดเดิม โดยกระบวนการคัดเลือกธรรมชาติ)* - จากกิจกรรมชาร์ลส์ ดาร์วิน ใช้จินตนาการในการศึกษาอย่างไร *(แนวการตอบ: ชาร์ลส์ ดาร์วิน ใช้จินตนาการถึงลักษณะจะงอยปากของนกฟินช์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ รูปร่าง ความหนา และความยาว โดยเขาพิจารณาไปถึงชนิดอาหารที่นกฟินช์กิน เช่น เมล็ดพืช น้ำหวานจากดอกไม้ ผลไม้ หรือแมลงตัวเล็กๆ เป็นต้น)* ***<u>ครูบ่งชี้</u>** <u>NOS:</u> จะเห็นว่าลักษณะจะงอยปากของนกฟินช์ที่แตกต่างกัน ชาร์ลส์ ดาร์วินต้องอาศัยการจินตนาการในการตั้งสมมติฐานต่างๆ ว่าถ้าจะงอยปากลักษณะแบบนี้ นกฟินช์น่าจะกินอาหารประเภทไหน ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากจินตนาการของมนุษย์และการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ แต่การสร้างสรรค์นี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและลงความเห็นจนสามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้อง*	- จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่ชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	- ความรู้ที่ชาร์ลส์ ดาร์วิน ค้นพบเป็นความรู้ประเภทใด (กฎหรือทฤษฎี) *(แนวการตอบ: การค้นพบของชาร์ลส์ ดาร์วิน เป็นความรู้ประเภททฤษฎี)* - นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าการค้นพบของชาร์ลส์ ดาร์วิน เป็นความรู้ประเภททฤษฎี แล้วทฤษฎีต่างจากกฎอย่างไร *(แนวการตอบ: เพราะทฤษฎีคือคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและกลไกที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์นั้นในธรรมชาติ เช่นเดียวกับการค้นพบของชาร์ล ดาร์วิน ที่เป็นการอธิบายถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับบริบทแวดล้อมหนึ่งๆ ส่วน กฎ คือข้อสรุปทั่วไปเป็นการบรรยายรูปแบบหรือแนวโน้มข้อเท็จจริงในธรรมชาติ รวมถึงความสัมพันธ์รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้หรือสิ่งที่รับรู้ได้ในธรรมชาติ* - นักเรียนคิดว่าทฤษฎีจะพัฒนาไปเป็นกฎ หรือกฎพัฒนาไปเป็นทฤษฎีได้หรือไม่ *(แนวการตอบ: ไม่ได้ เพราะทั้งสองเป็นประเภทขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน <u>แต่</u> สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์อาจนำไปสู่กฎหรือทฤษฎีก็ได้ โดยการสะสมหลักฐานที่เป็นข้อสนับสนุน)*	- ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์	

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	<u>ขั้นขยายความรู้</u> 1. ครูถามคำถามนักเรียนว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ปี ค.ศ.2009 เป็นปีที่เฉลิมฉลองชาร์ลส์ ดาร์วิน ในวาระครบกี่ปี” *(แนวการตอบ: ปี ค.ศ.2009 นี้เป็นปีที่ชาร์ลส์ ดาร์วินมีอายุครบ 200 ปี และนอกจากนี้ยังเป็นปีที่ครบรอบ 150 ปีของการตีพิมพ์หนังสือ “กำเนิดสปีชีส์” อีกด้วย)* 2. จากนั้นครูนำบทความ “200 ปี ชาร์ลส์ ดาร์วิน ทั่วโลกร่วมยกย่องผู้สร้างวิวัฒนาการ” ให้ศึกษา เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์คนนี้ว่ากว่าจะได้มาเป็นทฤษวิวัฒนาการ หรือกลไลการคัดเลือกธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตต้องมีขั้นตอนการศึกษาและผ่านอุปสรรคมาอย่างไรบ้าง 3. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาประวัติ และความเป็นมาของทฤษฎีวิวัฒนาการตลอดจนวิธีการทำงานของชาลส์ ดาร์วิน แล้ว ครูจึงตั้งประเด็นคำถามเพื่อร่วมกันอภิปราย ดังนี้ - จากบทความ “200 ปี ชาร์ลส์ ดาร์วิน ทั่วโลกร่วมยกย่องผู้สร้างวิวัฒนาการ”<u>เพราะเหตุใด</u> จอร์จส์ กูวิเยร์ และฌองแบพติสต์ ลามาร์ค ถึงไม่เห็นด้วยกับแนวคิดของชาร์ลส์ ดาร์วิน *(แนวการตอบ: เพราะ แต่ละคนมีประสบการณ์ต่างกัน ความคิดต่างกัน เอาตนเองเป็นที่ตั้ง และ**ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า** จากข้อมูลนี้ก็แสดงให้เห็นว่าบ่อยครั้งที่เราหรือนักวิทยาศาสตร์*	-การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	ส่วนใหญ่มักใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมไปอธิบายสิ่งที่ค้นพบใหม่ เป็นการเอาตนเป็นที่ตั้ง ถ้าเราเอาตนเองเป็นที่ตั้งก็จะทำให้แต่ละคนได้วิธีของตนเองออกมา เกิดเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้ก็เป็นหนึ่งใน NOS (Nature of Science) จึงส่งผลให้เราพบว่าบ่อยครั้งที่นักวิทยาศาสตร์มีความเห็นแตกต่างขัดแย้งกัน และเป็นข้อดีที่จะนำไปสู่การโต้แย้ง การนำเสนอสิ่งใหม่ๆ และการตรวจสอบต่อไป		
	<u>ขั้นประเมิน</u> 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานการสืบค้นข้อมูลที่ครูมอบหมายไว้ในชั้นเรียน โดยนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยมีประเด็นในการนำเสนอ ดังนี้ **<u>มิวเทชัน</u>** การกลายหรือมิวเทชันในสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้อย่างไร *(แนวการตอบ: การกลายหรือมิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงในโมเลกุล DNA หรือการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม สามารถเกิดขึ้นได้ 2 กรณีหลักๆ คือ 1. เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สามารถเกิดด้วยอัตราที่ต่ำมาก ซึ่งเป็นผลจากความผิดพลาดโดยบังเอิญขณะที่มีการจำลอง DNA หรือถูกรบกวนจากรังสีในธรรมชาติ และอัตราการเกิดมิวเทชันจะสูงขึ้นโดยวิธีการชักนำ โดยสิ่งก่อการกลาย หรือมิวทาเจน (mutagen) ซึ่งได้แก่ รังสี ไวรัส และสารเคมีบางชนิด)*		

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	- ประโยชน์และโทษของการกลายหรือมิวเทชัน (แนวการตอบ: ***ประโยชน์****: ก่อให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรของสิ่งมีชีวิต ส่งผลให้มความแปรผันของลักษณะเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลดีต่อประชากรโดยรวม กล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเกิดขึ้น อาจมีลักษณะบางลักษณะที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ทำให้สามารถดำรงอยู่และสืบทอดลักษณะต่อไปได้ ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นๆ เหลือรอดและมีวิวัฒนาการต่อไป* *โทษ: ส่วนใหญ่แล้วเป็นผลเสียเนื่องจากเป็นลักษณะที่ไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ตัวอย่างเช่น กระรอกเผือก งูเผือก ปลาเผือก ถ้าสัตว์ที่มีลักษณะเผือกนี้ดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติจะได้รับอันตรายจากศัตรูได้โดยง่าย เพราะมีสีกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม เป็นต้น)* **<u>การคัดเลือกโดยธรรมชาติ</u>** 1. ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนรวบรวม มีอะไรบ้าง *(นักเรียนนำเสนอตามที่ค้นคว้ามา โดยครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง ช่วยกันอภิปรายคำตอบ)* 2. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการอยู่รอดและเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต *(แนวการตอบ: ทรัพยากร, ผู้ล่า, ปัจจัยทางกายภาพ)*		

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	- ยกตัวอย่างลักษณะพันธุกรรมที่เอื้อให้สิ่งมีชีวิตอยู่รอดและได้รับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ *แนวการตอบ: - ตัวอย่างของลักษณะ เช่น สีขนกระต่าย หมี สุนัขจิ้งจอก....* *- ตัวอย่างปรากฏการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยซึ่งเป็นผลมาจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ เช่น "การดื้อยา" ของเชื้อจุลินทรีย์ "การดื้อสารฆ่าแมลง" เป็นต้น)* **<u>การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์โดยมนุษย์</u>** 1. ตัวอย่างพืชและสัตว์ที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์ *(นักเรียนนำเสนอตามที่ค้นคว้ามา โดยครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง ช่วยกันอภิปรายคำตอบ)* 2. การคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์เหมือนและต่างกันอย่างไร *(แนวการตอบ: - การคัดเลือกพันธุ์ เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการจากสายพันธุ์ในธรรมชาติ หรือจากแหล่งพันธุกรรมที่สะสมรวมรวบรวมไว้ ซึ่งอาจนำไปใช้ประโยชน์โดยตรงหรือใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป ดังนั้น การคัดเลือกพันธุ์จึงเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ เป็นกระบวนการสร้างสายพันธุ์พืชหรือสัตว์ให้มีลักษณะตรงตามความต้องการของมนุษย์ ขั้นตอนสำคัญประกอบด้วย การคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ เพื่อนำลักษณะของสายพันธุ์		

ชั่วโมงที่	กิจกรรมการเรียนรู้	บ่งชี้ NOS	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	มารวมไว้ด้วยกันในรุ่นลูก) - ข้อดีและข้อเสียของการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ *(แนวการตอบ: - ข้อดี เช่น ได้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น, ได้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพดีขึ้น, ทำให้พืชและสัตว์ที่มีความสวยงามและลักษณะดีเป็นที่พึงพอใจ ฯลฯข้อเสีย เช่น อาจเป็นผลให้เกิดการสูญเสียยีนดั้งเดิมของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ไป, การนำพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ไปเพาะปลูกหรือเลี้ยงในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นจำนวนมากจะทำให้ได้พืชหรือสัตว์ที่มีพันธุกรรมเหมือนๆ กัน ไม่มีความหลากหลาย จึงมีความเสี่ยงค่อนข้างสูงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างฉับพลัน)* <u>หมายเหตุ</u> ทั้งนี้นักเรียนอาจมีคำตอบที่หลากหลาย จึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอ หรือแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ แล้วครูมีหน้าที่คอยประเมินคำตอบและปรับแก้ให้ถูกต้อง		

7. สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3.9.1 เรื่อง “ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร”

2. คลิปวิดีโอ “ชาร์ลส์ ดาร์วินคือใคร”

3. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์

8. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
อธิบายความหมายและสาเหตุของการเกิดการกลายหรือมิวเทชัน รวมทั้งผลดีและผลเสียของการเกิดมิวเทชันได้	1.สังเกตการตอบคำถามและพูดแสดงความคิดเห็น	1.แบบสังเกตพฤติกรรม	1.อภิปราย ถาม-ตอบ ตรงประเด็นร้อยละ 70 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์
อธิบายแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการคัดเลือกธรรมชาติได้	1.สังเกตการพูดแสดงความคิดเห็น 2.ตรวจใบกิจกรรมที่ 3.9.1	1.แบบสังเกตพฤติกรรม 2.แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 3.9.1	1. ปฏิบัติกิจกรรมได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ร้อยละ 70 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์
อภิปรายและสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้ - การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ - การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1.สังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน 2.การบันทึกอนุทินสะท้อนความคิด	1.แบบสังเกตพฤติกรรม 2.แบบประเมินบันทึกอนุทินสะท้อนความคิด	1.อภิปรายและสะท้อนประเด็น NOS ตรงประเด็นร้อยละ 70 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์

8. การวัดและประเมินผล (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการวัดผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
- ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ - จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1.สังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน 2.การบันทึกอนุทินสะท้อนความคิด	1.แบบสังเกตพฤติกรรม 2.แบบประเมินบันทึกอนุทินสะท้อนความคิด	1.อภิปรายและสะท้อนประเด็น NOS ตรงประเด็นร้อยละ 70 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์

9. บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

_____

_____

_____

_____

_____

ปัญหา/อุปสรรค

_____

_____

_____

_____

_____

_____

แนวทางแก้ไข

_____

_____

_____

_____

_____

_____

ลงชื่อ_____ (ผู้บันทึก)

(_____)

_____/_____/_____

10. **แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน**

ชื่อ – นามสกุล_____เลขที่_____

กิจกรรมในชั้นเรียน

……

……

สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้

- เนื้อหาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

……

……

- ความเป็นวิทยาศาสตร์/ลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์

……

……

ข้อสงสัยหรือประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ

……

……

……

ความรู้สึกต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

……

……

……

ข้อเสนอแนะสำหรับการสอนของครู

……

……

……

……

ใบกิจกรรมที่ 3.9.1 “ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร”

คำชี้แจง จากที่นักเรียนได้ศึกษาการค้นพบของชาร์ล ดาร์วิน จากการดูคลิปวิดีโอแล้ว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจนมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการอยู่รอดและเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต

.....

.....

.....

.....

3. ความรู้ที่ ชาร์ลส์ ดาร์วิน ค้นพบเป็นความรู้ประเภทใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ชาร์ลส์ ดาร์วิน ได้ความรู้นั้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการค้นพบความรู้นั้นของ ชาร์ลส์ ดาร์วิน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. นักเรียนเห็นด้วยกับแนวความคิดของชาลส์ ดาร์วิน หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

7. ชาร์ลส์ ดาร์วิน มีบุคลิกลักษณะ (ความเป็นนักวิทยาศาสตร์) อย่างไรบ้าง

.....

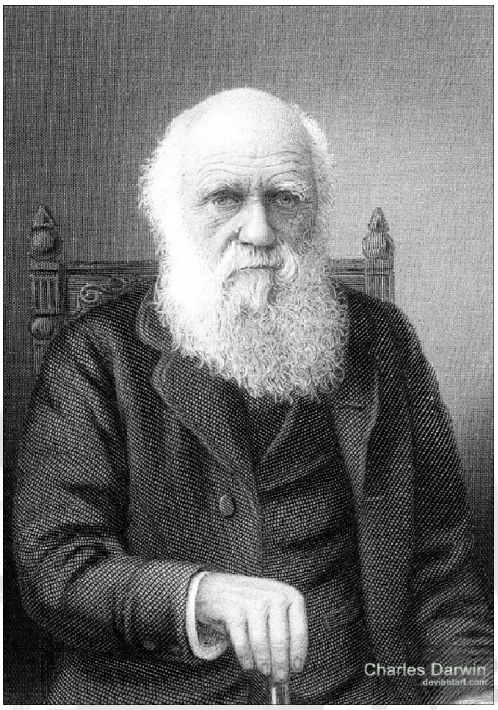
.....

.....

.....

.....

“200 ปี ชาร์ลส์ ดาร์วิน ทั่วโลกร่วมยกย่องผู้สร้าง”



เมื่อ 200 ปีก่อน เด็กชายคนหนึ่งถือกำเนิดขึ้นท่ามกลางครอบครัวผู้มีฐานะดี ในแถบชนบทของเกาะอังกฤษ เด็กน้อยผู้นี้ถูกกระบวนการคัดสรรทางธรรมชาติจนกลายเป็นนักปฏิวัติผู้ยิ่งใหญ่ บนเส้นทางของนักธรรมชาติวิทยา

เพียงดินสอและแผ่นกระดาษก็สามารถนำพา "ชาร์ลส์ โรเบิร์ต ดาร์วิน" (Charles Robert Darwin) ให้อธิบายถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่ถูกกำหนดโดยธรรมชาติ ซึ่งเป็นแนวคิดที่จุดชนวนให้เกิดการโต้เถียงขึ้นในสังคมอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน และสั่นคลอนสถาบันศาสนาอย่างรุนแรง ทว่าทฤษฎีที่ผุดขึ้นในสมองของเขา กลายเป็นมรดกตกทอดมาถึงคนรุ่นหลัง และเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

12 ก.พ. 2552 ในปีนี้ นับเป็นวันครบรอบวันคล้ายวันเกิด 200 ปี ของดาร์วิน และเป็นวันที่ทั่วโลกได้จัดงานเฉลิมฉลองให้กับเขา ในฐานะนักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่เช่นเดียวกับไอแซค นิวตัน, อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์, กาลิเลโอ กาลิเลอิ และนักวิทยาศาสตร์เอกของโลกอีกหลายคน ที่ไม่เพียงแต่หักล้างความเชื่อเดิมและก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ แต่ยังเปลี่ยนแปลงพื้นฐานทางความรู้สึกนึกคิดในจิตใจของคนเราด้วย

"สำหรับผม ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือนักคิดนักปรัชญาคนสำคัญมากที่สุด เท่าที่เคยมีมาในเผ่าพันธุ์มนุษย์" คำกล่าวของริชาร์ด ดอว์กินส์ (Richard Dawkins) นักชีววิวัฒนาการ ผู้เขียน

"เดอะ ก็อด ดีลูชัน" (The God Delusion) ซึ่งเป็นหนังสือที่ตีแผ่เกี่ยวกับความเชื่อแบบผิดๆ ในเรื่องของพระเจ้า

ผลงานจากแนวความคิดอันโดดเด่นของดาร์วิน ได้รวบรวมไว้ในหนังสือ 2 เล่มด้วยกัน เล่มแรกคือ **"ออน ดิ ออริจิน ออฟ สปีชีส์"** (On the Origin of Species) **และ "เดอะ เดสเซนต์ ออฟ แมน"** (The Descent of Man)

ทั้งนี้ "ออน ดิ ออริจิน ออฟ สปีชีส์" ตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อวันที่ 24 **พ.ย.** 2402 และในปีนี้ก็นับเป็นโอกาสครบรอบ 150 ปีแห่งการตีพิมพ์เช่นกัน

เนื้อหาในเล่มนี้ ดาร์วินได้อธิบายถึงแนวคิดของเขาเกี่ยวกับการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการคัดสรรโดยธรรมชาติไว้อย่างละเอียดว่า ทำไมสิ่งมีชีวิตบางชนิดถึงอยู่รอดได้ ทำไมบางชนิดจึงสูญพันธุ์ไป และแรงกดดันจากสิ่งแวดล้อม กำหนดรูปร่าง ลักษณะ และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติได้อย่างไร ซึ่งเวลาผ่านไปอีกเกือบหนึ่งศตวรรษถึงจะมีการค้นพบดีเอ็นเอที่ช่วยอธิบายกลไกดังกล่าวให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

"ในการต่อสู้ดิ้นรนเพื่อความอยู่รอด สิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีที่สุดจะเป็นผู้มีชัยและขยายเผ่าพันธุ์ดำรงอยู่ต่อไปได้" ใจความที่ดาร์วินเขียนไว้ ในหนังสือ ออน ดิ ออริจิน ออฟ สปีชีส์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์บางคนในสมัยนั้นเปรียบเปรยคำกล่าวของดาร์วินว่า เหมือนแสงจากหลอดไฟธรรมดาแต่ส่องสว่างเจิดจ้าและโชติช่วง

ส่วนหนังสืออีกเล่มของเขาที่ได้รับการกล่าวขานมากไม่แพ้กันคือ **"เดอะ เดสเซนต์ ออฟ แมน" ที่ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี** 2414 ซึ่งในเล่มนี้ดาร์วินได้นำทฤษฎีวิวัฒนาการมาใช้อธิบายเกี่ยวกับมนุษย์ว่าเผ่าพันธุ์มนุษย์และลิงไม่มีหาง (ape) มีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน

"มนุษย์ยังคงมีโครงสร้างพื้นฐานของร่างกาย ที่เป็นเหมือนตราประทับถาวรที่ได้มาจากบรรพบุรุษ" คำกล่าวอย่างตรงไปตรงมาของดาร์วิน

ดาร์วินมองว่ามนุษย์ก็คือสัตว์สปีชีส์หนึ่ง มากกว่าที่จะคิดว่าเป็นสิ่งมีชีวิตสุดประเสริฐที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของพระเจ้า อย่างที่ผู้คนส่วนใหญ่ในสมัยนั้นเชื่อถือกัน

แนวคิดดังกล่าวนี้ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการรับรู้ของผู้คนในสังคม และทำให้กลุ่มคนที่เคร่งศาสนา กล่าวหาว่าแนวคิดเขาท้าทายกับคำสอนของศาสนาอย่างมากมาจนถึงทุกวันนี้

"คล้ายกับกรณีที่โคเปอร์นิคัส (Copernicus) เคยบอกว่า โลกไม่ใช่ศูนย์กลางของจักรวาล ซึ่งดาร์วินก็ดึงมนุษย์ออกมาจากการเป็นศูนย์กลางของธรรมชาติเช่นกัน" ข้อความที่ระบุอยู่ในวารสารไซเอนติฟิกอเมริกัน (Scientific American) และด้วยความที่เป็นสุภาพชน อ่อนน้อมถ่อมตน ดาร์วินก็ยอมรับว่า เขาไม่ใช่คนแรกที่นำเสนอเรื่องของวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 17 จอร์จส์ กูวิเยร์ (Georges Cuvier) นักธรรมชาติวิทยาชาวฝรั่งเศเคย

อธิบายไว้ก่อนแล้วว่า การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์ไป และต่อมา ฌอง-แบพติสต์ ลามาร์ค (Jean-Baptiste Lamarck) นักสัตววิทยาชาติเดียวกัน ก็เสนอแนวคิดว่า สิ่งมีชีวิตบางชนิด มีการปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย

ทว่าพวกเขายังมองว่า วิวัฒนาการเกิดขึ้นเป็นเส้นตรง สำหรับการพัฒนาของสิ่งมีชีวิตที่ยังไม่ซับซ้อนมากนัก แต่สำหรับมนุษย์นั้นถือว่าอยู่เหนือสุดและสมบูรณ์แบบมากที่สุดแล้ว

ดาร์วินไม่ได้ยอมรับแนวคิดของพวกเขาทั้งหมด โดยแสดงให้เห็นว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดแตกสายวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน หรือที่เรียกว่า "**ทรี ออฟ ไลฟ์**" (tree of life) **ซึ่งปัจจุบันถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของศาสตร์ด้านชีววิทยา และก่อให้เกิดการศึกษาค้นคว้า และการค้นพบสิ่งใหม่ในทางวิทยาศาสตร์มากมายตามมาในภายหลัง** ตั้งแต่เรื่องของพันธุกรรม วิวัฒนาการทางจิตวิทยา เรื่อยไปจนถึงหุ่นยนต์ที่เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง

ทว่าก็ยังเกิดเรื่องน่าสลดใจอย่างยิ่ง **เมื่อแนวคิดของดาร์วินที่ว่า "การอยู่รอดของผู้ที่เหมาะสมมากที่สุด"** (survival of the fittest) **ได้ถูกตีความผิดเพี้ยน** หรืออาจเรียกได้ว่าถูกบิดเบือนไปอย่างร้ายกาจ

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ถึงต้นศตวรรษที่ 20 **กลุ่มคนที่คิดว่าตนฉลาดและเหนือกว่าผู้อื่น** (eugenicist) **นำแนวคิดของดาร์วิน ไปใช้เป็นเหตุผลข้ออ้างเพื่อกำจัดกลุ่มคนที่เห็นว่าอยู่ชนชั้นต่ำกว่าให้หมดสิ้นไป** ซึ่งเป็นการกระทำที่โหดร้ายอย่างยิ่งต่อดาร์วิน อารยชนผู้รังเกียจการกดขี่ข่มเหง แต่มีจิตใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อผู้ยากไร้เสมอ

"**ผมยกให้ดาร์วินเป็นหนึ่งใน 5 นักคิดที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์แห่งมวลมนุษยชาติ**" คำกล่าวของนักประวัติศาสตร์ชาวเยอรมันนามว่า วิลฟรีด โรกาสช์ (Wilfried Rogasch)

โรกาสช์ กล่าวอีกว่า มีผู้คนมากมาย ที่พยายามอย่างถึงที่สุด เพื่อจะค้นหาสิ่งเล็กๆ หรือช่องโหว่ที่ชี้ว่าทฤษฎีของดาร์วินผิดพลาด ทว่าพวกเขาก็ยังทำไม่สำเร็จ **เพราะสิ่งที่ดาร์วินพบไม่ได้เป็นแค่เพียงทฤษฎีเท่านั้น แต่เป็นกฎพื้นฐานของธรรมชาติ**

ที่มา: http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9520000015150

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน ชั้น ม.4/.....

ชื่อ - สกุล	พฤติกรรม															รวมคะแนน (15 คะแนน)
	ความสนใจใฝ่เรียนรู้			การแสดงความคิดเห็น			การตอบคำถาม			การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			ความตั้งใจเรียนและร่วมกิจกรรม			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจใฝ่เรียนรู้	มีความสนใจมาก ตอบคำถามและใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา	มีความสนใจเรียนและใฝ่เรียนรู้ปานกลาง	มีความสนใจเรียนและใฝ่เรียนรู้น้อย
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็นสม่ำเสมอ และมีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน	แสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง และมีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน	แสดงความคิดเห็นนานๆครั้ง และไม่มีข้อเสนอแนะในเนื้อหาที่เรียน
การตอบคำถาม	ตอบคำถามสม่ำเสมอประมาณ 80-100%	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอประมาณ 50-79%	ตอบคำถามน้อยกว่า 50%
การยอมรับฟังความคิดเห็น	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นสม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น
ความตั้งใจเรียนและร่วมกิจกรรม	มีความตั้งใจเรียนมาก และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี	มีความตั้งใจเรียนปานกลาง และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี	มีความตั้งใจเรียนน้อย และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมน้อย

สรุปคะแนน

11-15 คะแนน = ดี

6-10 คะแนน = ปานกลาง

1-5 คะแนน = ปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน ชั้น ม.4/…..

กลุ่มที่.....ชั้น ม.4/…...

พฤติกรรม / กลุ่มที่	การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่	การแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็น	ความตั้งใจในการทำงาน	ความมีน้ำใจต่อกัน ซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น	รวมคะแนน
	3	3	3	3	3	15
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	**ระดับคะแนน**		
	3	2	1
การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	เข้ารวมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนอย่างเต็มที่	เข้ารวมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนปานกลาง	เข้ารวมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนน้อย
การปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายปานกลาง	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายน้อย
การแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	แสดงความคิดเห็นเป็นประจำ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	แสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง	แสดงความคิดเห็นน้อย และไม่ค่อยยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
ความตั้งใจในการทำงานกลุ่ม	มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มมาก	มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มปานกลาง	มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มน้อย
ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนมาก	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนปานกลาง	เนื้อหาถูกต้องครบน้อย อธิบายให้เข้าใจอย่างชัดเจนน้อย

สรุปคะแนน

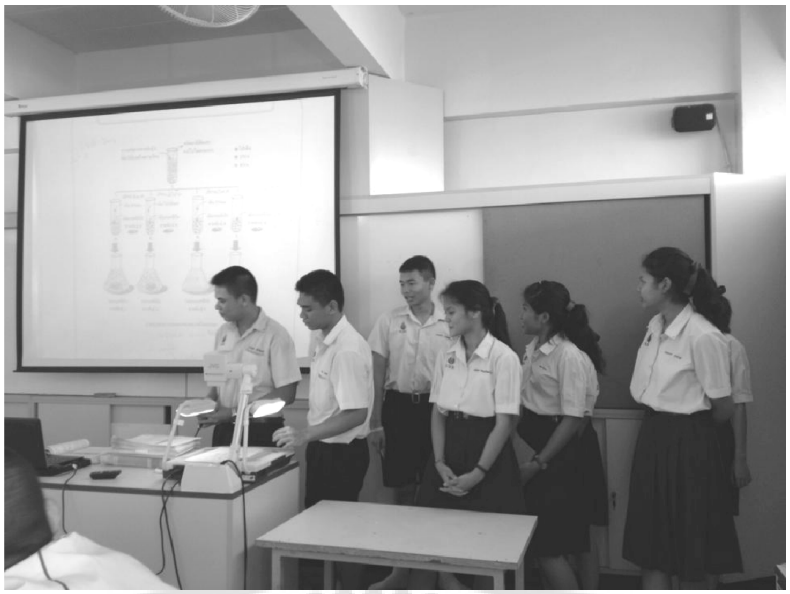
11-15 คะแนน = ดี

6-10 คะแนน = ปานกลาง

1-5 คะแนน = ปรับปรุง

ภาคผนวก ฉ

ประมวลภาพกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพประกอบ 12 นักเรียนนำเสนอและอภิปรายในกิจกรรม “The Load to DNA”

ภาพประกอบ 13 ทำกิจกรรม “ชาร์ล ดาร์วิน” จากการดูคลิปวิดีโอ

ภาพประกอบ 14 นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การแบ่งเซลล์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ
วันเดือนปีเกิด	2 สิงหาคม พ.ศ. 2531
สถานที่เกิด	อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	32/1 หมู่ 1 ซอย 1 ตำบลโป่งงาม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย 57130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2549	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนแม่จันวิทยาคม อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย
พ.ศ. 2553	วท.บ. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ จุลชีววิทยาประยุกต์ จากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
พ.ศ. 2558	กศ.ม. วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร