

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 Grade 10 Science Students' Understanding of the Nature of Science

สุทธิดา จำรัส (Suthida Chamrat)^{1*}
นฤมล ยุตาคม (Naruemon Yutakom)²
พรทิพย์ ไชยโส (Pornthip Chaiso)³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 135 คน จากโรงเรียนของรัฐบาล 3 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร ในภาคต้น ปีการศึกษา 2549 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ การลงรหัส จัดกลุ่ม และสถิติบรรยาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถบอกลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสังเกตและลงข้อสรุป แต่พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่อง วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

This research aimed to study grade 10 science students' understanding of the nature of science. The Nature of Science questionnaire was used to collect data from 3 public schools in Bangkok in the first semester of academic year 2006. The data analyses were coding, categorizing and descriptive statistics. It was found that students were able to describe the nature of science using several tenets including science is tentative, requires observation and inference. However, students held misconception about science in certain aspects: methods to acquire scientific knowledge, meaning and construction of theory and law, factors that influence scientists' work and the influence of social and cultural milieu on science.

¹นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*corresponding author, e-mail: Research@schamrat.com

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, ความเข้าใจของนักเรียน, แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Keywords: Nature of science, Students' understanding, Nature of Science questionnaire

บทนำ

หลักสูตรระดับชาติในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ แคนาดา ได้กำหนดให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์ศึกษา (McComas, 1998) รวมทั้งประเทศไทย ซึ่งระบุไว้ในมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546) งานวิจัยจำนวนมากมาจากหลายประเทศทั่วโลกเป็นหลักฐานยืนยันความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Bell et al., 2001 ; Duit, 2007) ซึ่งพบว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยในการคิดวิเคราะห์ จำแนกแยกแยะ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา (Driver et al., 1996; McComas, 1998) นอกจากนี้ยังช่วยให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และส่งเสริมการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (McComas, 1998)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือความรู้ต่างๆ ที่ผสมผสานมาจาก ปรัชญาวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยาเข้าด้วยกันเพื่ออธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ แง่มุม (McComas, 1998) โดยธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับและนักวิจัยหลายคนเห็นสอดคล้องประกอบด้วยโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) (AAAS, 1993)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อธิบายว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐาน

หรือข้อมูลใหม่มาสนับสนุน (Crowther, Lederman and Lederman, 2005) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กฎจะบอกถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สภาวะใดๆ แต่ทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นๆ ทั้งกฎและทฤษฎีมีความสำคัญในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (NSTA, 2000)

ส่วนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะกล่าวถึงวิธีการที่หลากหลายในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การต่อยอดความรู้ ความบังเอิญ การทดลองโดยการคิด (Thought experiment) (Roberts, 1989) นอกจากนี้การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะใช้ทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุปซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยการสังเกตจะให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการลงข้อสรุป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากมายอาศัยการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้โดยการสังเกต (Akerson and Abd-El-Khalick, 2005) เช่น การศึกษาเกี่ยวกับอะตอม นอกจากนี้การศึกษาค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์ (Hu and Adey, 2002)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ อธิบายวิทยาศาสตร์ในฐานะกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อ ความรู้สึกนึกคิดของคน จึงถือว่าวิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัย (Bell et al., 2000) ซึ่งส่งผลกระทบ เช่น ศิลธรรม ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ การตีความและมุมมองหรือแนวคิดที่หลากหลาย อคติและความลำเอียง การปิดบัง การบิดเบือนข้อมูลหรือผลการทดลอง ดังนั้นในการทำงานวิทยาศาสตร์ จึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ยกตัวอย่างเช่น การตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือเพื่อนร่วมงาน การนำเสนอผลงาน การประชุม หรือการตีพิมพ์ในวารสาร นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ถือเป็นกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกิจการทางวิทยาศาสตร์ เช่น เศรษฐกิจ และการเมือง (Derry, 1999)

ในประเทศไทยมีรายงานการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและครู (กิจเกื้อกูลและคณะ, 2548) ในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานและวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน แต่ยังขาดการศึกษาธรรมชาติอีกหลายประเด็นเช่น ความเข้าใจในกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่มีต่อวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงวิธีที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียนยังไม่หลากหลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature Of Science Questionnaire, NOSQ) ซึ่งเป็นแบบสอบถามปลายเปิดไม่มีตัวบังคับเลือก (force choice) ทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ (Lederman et al., 2002) ผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ในการนำไปต่อยอดในงานวิจัย เช่น การศึกษาความเข้าใจและการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูที่มีผลต่อผู้เรียน รวมถึงการนำไปพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนรัฐบาล 3 แห่งในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ มีนักเรียน 2,500 คน ขึ้นไป กลุ่มที่ศึกษาได้มาโดยการเลือกแบบ

เจาะจง จากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ในปีการศึกษา 2549 จำนวน 135 คน เป็นชาย 45 คน หญิง 90 คน (โรงเรียน A 44 คน โรงเรียน B 50 คน และ โรงเรียน C 41 คน) นักเรียนจากโรงเรียน A เป็นกลุ่มเรียนดี ซึ่งแบ่งโดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมต้นเป็นเกณฑ์ ส่วนนักเรียนจากโรงเรียน B และ C เป็นกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจที่เน้นศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยประเด็นในการศึกษา 8 ประเด็น ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (Lederman et al., 2002; McComas, 2005) ประกอบด้วย (1) ลักษณะของวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้หลักฐานยืนยัน (2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (3) ลักษณะและที่มาของกฎและทฤษฎี (4) วิธีการที่หลากหลายในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (5) การสังเกตและลงข้อสรุป (6) บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (7) ผลกระทบของความเป็นอัตโนมัติต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และ (8) ผลกระทบจากสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อกิจการทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature Of Science Questionnaire, NOSQ) (แสดงในภาคผนวก) เป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 8 ข้อ สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็นที่เน้นในงานวิจัยนี้ ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือพัฒนาจาก Lederman et al. (2002) โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

และเครื่องมือที่ใช้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งไทยและต่างประเทศ จากนั้นระบุประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด ขึ้นต่อไปคือการตั้งคำถาม จัดรูปแบบแล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ก่อนจะนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีคุณสมบัติคล้ายกับกลุ่มที่ศึกษา แบ่งออกเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง ปานกลางและต่ำ นำผลที่ได้ไปปรับปรุงแบบสอบถามแล้วจึงตรวจสอบความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง ก่อนนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มที่ศึกษา

การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามให้ครูผู้สอนทำการเก็บข้อมูลกับนักเรียนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการเรียนเรื่องโครงสร้างอะตอมแล้วในภาคต้น ช่วงเดือนกันยายน ปีการศึกษา 2549 จำนวน 135 คน จากนั้นครูผู้สอนส่งแบบสอบถามกลับทางไปรษณีย์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักเรียนเพื่อหาคำสำคัญ เช่น แนวคิดย่อย ในตาราง 2 และกำหนดรหัสเพื่อแทนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามประเด็นทั้ง 8 จากนั้นอ่านคำตอบของนักเรียนอีกครั้งเพื่อจัดกลุ่มของคำตอบและแบ่งประเภทแนวคิดหลักของข้อมูลที่ได้ ซึ่งแต่ละกลุ่มของแนวคิดหลักแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยตรวจสอบกลุ่มของแนวคิดหลักที่ได้อีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ หาคำร้อยละของแนวคิดย่อยเพื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความถูกต้องของกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบโดยวิธี Peer debriefing (Erlandson et al., 1993) ซึ่งทำโดยการอภิปรายการวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ผลวิจัยและการอภิปราย

ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในภาพรวมแสดงในตาราง 1 โดยนักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุดในการสังเกตและลงข้อสรุป บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจเรื่องมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจเรื่องบทบาทของความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์กับสังคม และวัฒนธรรมรองลงมาตามลำดับ โดยนักเรียนมีความเข้าใจเรื่องกฎและทฤษฎีน้อยที่สุด นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังมีการเปรียบเทียบความเข้าใจระหว่างกลุ่มของนักเรียนเนื่องจากกลุ่มที่ศึกษามีทั้งกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจของทั้งสองกลุ่ม (ตาราง 1) พบว่านักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มคะแนนต่ำ ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ในประเด็นมุมมองต่อวิทยาศาสตร์และ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนกลุ่มคะแนนต่ำมีความเข้าใจมากกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ในประเด็นที่ทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจใกล้เคียงกัน คือ การสังเกตและการลงข้อสรุป บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม กฎและทฤษฎี แต่เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียน พบว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีคำตอบที่หลากหลายกว่ากลุ่มคะแนนต่ำโดยมีแนวคิดย่อยที่กระจาย โดยเฉพาะประเด็น มุมมองต่อวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป และบทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละประเด็นดังนี้

1. มุมมองต่อวิทยาศาสตร์

คำถามที่ถามเกี่ยวกับมุมมองต่อวิทยาศาสตร์จะเปิดกว้างให้นักเรียนเขียนในสิ่งที่ตนเองเข้าใจ ดังนั้นในหัวข้อนี้กลุ่มแนวคิดที่จำแนกออกมาจากคำตอบของนักเรียนจะมีจำนวนมากที่สุด โดยพบว่าคำตอบของนักเรียนสามารถแบ่งได้เป็น 22 กลุ่ม และเมื่อรวบรวมกลุ่มย่อยเข้าเป็นแนวคิดหลัก สามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ การมองวิทยาศาสตร์ในแง่ความน่าเชื่อถือ การคิดวิเคราะห์ การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ คุณค่าของวิทยาศาสตร์และอื่น ๆ (ตาราง 2) โดยจำนวนคำตอบที่มากที่สุดลำดับแรกคือ วิทยาศาสตร์มีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล สามารถพิสูจน์ได้ เป็นข้อเท็จจริงและเป็นรูปธรรม ใช้การทดลองเพื่อได้มาซึ่งความรู้และเป็นการศึกษาทำความเข้าใจธรรมชาติ ในหัวข้อนี้มีแนวคิดที่ถือว่าคลาดเคลื่อนคือ การที่นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียง ความจริง/ข้อเท็จจริงเป็นรูปธรรม ซึ่งส่งผลให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นอื่น เช่น หากมองว่าวิทยาศาสตร์เป็นความจริงหรือข้อเท็จจริง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ย่อมไม่เปลี่ยนแปลง เป็นสากล ไม่ขึ้นอยู่กับผลกระทบจากความเป็นอัตนัยของตัวนักวิทยาศาสตร์หรือผลกระทบจากสังคม รวมทั้งไม่จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจของนักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ต้องดำเนินด้วยวิธีการอย่างเดียวเท่านั้น ร้อยละ 53.2 และกลุ่มที่เชื่อว่ามีหลายวิธีที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 46.8 นักเรียนจากกลุ่มแรกเข้าใจว่าวิธีการหนึ่งเดียวคือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การรวบรวมข้อมูล การทดลองและการสรุปผล แต่ในกลุ่มนี้ยังมีแนวคิดย่อยที่แตกต่างกันคือวิธีการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 6 และ 7 ขั้นตอน

ซึ่งอาจจะมีขั้นตอนที่เพิ่มเข้ามาคือ การตั้งสมมติฐาน และการนำเสนอ โดยมีนักเรียนเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้ในทุกสาขา “ไม่ใช่วิทยาศาสตร์เท่านั้นที่ใช้ขั้นตอนนี้ แต่ทุกสิ่งทุกอย่างต้องผ่านกระบวนการนี้ทั้งนั้น” (นักเรียนรหัส STD323Q1)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่เข้าใจว่า การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมาจากการทดลองเท่านั้น นักเรียนที่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีในการศึกษาหาความรู้ ยกตัวอย่างวิธีการเหล่านั้นคือการทดลองที่แตกต่างกัน ร้อยละ 10.9 การศึกษาจากแหล่งความรู้จริง ร้อยละ 7.0 การสังเกตและสำรวจ ร้อยละ 4.8 ใช้จินตนาการ ร้อยละ 2.6 ประสบการณ์ตรง ร้อยละ 1.9 ความบังเอิญ (Serendipity) ร้อยละ 1.6 การสร้างแบบจำลอง ร้อยละ 1.3 การค้นคว้าสืบเสาะ ร้อยละ 1.3 และการวิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้ที่มีอยู่แล้ว ร้อยละ 1.3

“สมัยปัจจุบันเรามักจะคิดว่าการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายแบบทั้งเป็นขั้นตอนและไม่เป็นขั้นตอน แต่เราทำความเข้าใจ คิดให้กว้างไกลและมีเหตุผล ก็จะเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ได้” (นักเรียนรหัส STD129Q1)

“ข้าพเจ้าคิดว่าไม่มีสิ่งใดตายตัว การศึกษาวิทยาศาสตร์อาจเป็นแบบแผน แต่ไม่ใช่ทุกสิ่งทุกอย่าง จึงขอตอบว่าการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี เช่น ...การเรียนรู้จากการที่เจอกับตัวเอง” (นักเรียนรหัส STD220Q1) ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอน การที่นักเรียนเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หาความรู้ เพราะนักเรียนไม่มีประสบการณ์ในการเรียน นอกเหนือไปจากนี้ แต่จะคุ้นเคยกับคู่มือการทดลองที่บอกวิธีเป็นขั้นเหมือนตำราทำอาหาร (Cookbook) และยังสะท้อนให้เห็นการเรียนรู้อย่างวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากความเข้าใจธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลสืบเนื่องจากความเข้าใจนั้น (Eylon and Linn, 1988) ดังนั้นหากนักเรียนเข้าใจว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีวิธีเดียวและเป็นขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติตามความท้าทายและความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนวิทยาศาสตร์จะหมดไป แต่หากนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องว่า มีวิธีการอันหลากหลายในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เช่น Lin et al. (2004) พบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น หากนักเรียนเข้าใจว่าการค้นคว้าหาความรู้ไม่ได้มีแต่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

3. กฎและทฤษฎี

มีนักเรียนเพียง 3 คนเท่านั้นที่ตอบว่าทั้งกฎและทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่ากฎมีลำดับความสำคัญ (Hierarchy) ที่สูงกว่าทฤษฎี เนื่องจาก ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้แต่กฎจะไม่เปลี่ยนแปลง ร้อยละ 43.6 ทฤษฎีต้องอาศัยผลจากการทดลองสมมติฐานหลายๆ ครั้งมายืนยัน ร้อยละ 20.6 ในขณะที่กฎเป็นความจริงที่พิสูจน์แล้ว ร้อยละ 12.8 ทฤษฎีเป็นเพียงแนวทางในการศึกษาแต่กฎคือข้อบังคับ ร้อยละ 7.3 ทฤษฎีเป็นการคาดคะเน การเดาอย่างมีหลักการหรือข้อคิดเห็นเท่านั้น ร้อยละ 3.7 สมมติฐานเปลี่ยนแปลงเป็นทฤษฎีและจะเปลี่ยนแปลงเป็นกฎ ร้อยละ 3.67 กฎไม่สามารถโต้แย้งได้ ร้อยละ 2.7 กฎเป็นที่ยอมรับ ร้อยละ 2.7 แต่ก็มีนักเรียนเข้าใจว่า ทฤษฎีเป็นข้อเท็จจริงหรือข้อมูล ร้อยละ 1.4

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาว่ากฎและทฤษฎีเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีผู้เข้าใจผิดมากที่สุด (McComas, 1998) ซึ่งพบว่าแม้แต่ครูก็มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเช่นกัน (นฤมล และ พรทิพย์, 2550) สาเหตุความคลาดเคลื่อนส่วนหนึ่งมาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องดำเนินเป็นขั้นตอนเริ่มต้นจากการตั้งปัญหา ซึ่งนำไปสู่การตั้งสมมติฐานจากจุดนี้เองที่ความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าสมมติฐานจะ

กลายเป็นทฤษฎีและกลายเป็นกฎ ในทัศนะของนักวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎีแม้จะมีที่มาคือการตั้งสมมติฐาน แต่ไม่ได้มีความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น เพราะมีจุดประสงค์และการนำไปใช้แตกต่างกันตามรูปที่ 1 โดยสมมติฐานสามารถกลายเป็นกฎได้หากมีหลักฐานว่าสมมติฐานนั้นสามารถวางนัยทั่วไป (generalize) ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอนได้ ในกรณีที่สมมติฐานนั้นมีจุดประสงค์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์โดยการลงข้อสรุปและหากมีหลักฐานยืนยัน สมมติฐานนั้นจะกลายเป็นทฤษฎี นอกจากนี้ มุมมองต่อวิทยาศาสตร์ที่ว่าวิทยาศาสตร์เป็นความจริง/ข้อเท็จจริงเป็นรูปธรรมส่งผลให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่ากฎมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องมากกว่าทฤษฎี เนื่องจากนักเรียนเข้าใจว่ากฎเป็นความจริงที่พิสูจน์แล้ว ขณะที่ทฤษฎีเป็นเพียงข้อคิดเห็น

4. การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 97.5 เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากมีข้อมูลใหม่หรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 33.3 การทดลองใหม่ ร้อยละ 9.2 มีการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือมากกว่า ร้อยละ 6.0 และทฤษฎีเก่าใช้ไม่ได้ อีกต่อไป ร้อยละ 2.5 และไม่ระบุเหตุผล ร้อยละ 45.0 โดยมีนักเรียนเพิ่มเติมว่า แม้ทฤษฎีเก่าจะยกเลิกไปแล้วแต่ก็มีประโยชน์ที่จะเรียนรู้ ร้อยละ 1.4 ทั้งนี้มีนักเรียนที่ตอบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่เปลี่ยนแปลง ร้อยละ 2.5 โดยให้เหตุผลว่า ไม่มีทฤษฎีที่ดีกว่า ร้อยละ 1.0 และไม่ระบุเหตุผล ร้อยละ 1.4

ความเข้าใจของนักเรียนสอดคล้องกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการหาความรู้และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมไปถึงกระบวนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific paradigm) อย่างไรก็ดีตามมีนักเรียนเกือบครึ่งหนึ่งไม่ระบุว่าจะอะไรคือสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งที่สามารถใช้

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นอื่นมาอธิบายได้เช่น ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ หรือ ความเป็นอัตนัยของนักวิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า นักเรียนยังขาดการเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ

5. การสังเกตและลงข้อสรุป

เมื่อถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรง เช่น การศึกษาอะตอม นักเรียนทั้งหมดยืนยันนักวิทยาศาสตร์มั่นใจในผลการสรุปโดยนักเรียนส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า นักวิทยาศาสตร์มีหลักฐานจากผลการทดลอง ร้อยละ 39.2 นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ให้เหตุผลว่า เพราะทฤษฎีหรือความรู้เหล่านั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ร้อยละ 14.0 การใช้เหตุผลและการลงข้อสรุป ร้อยละ 8.3 รวมไปถึง การใช้จินตนาการกับข้อค้นพบ ร้อยละ 3.1 ก็เป็นสิ่งที่ทำให้ผลสรุปมีความแน่นอน แต่ก็ยังมีนักเรียนที่ไม่ระบุเหตุผล ร้อยละ 35.1

แม้นักเรียนทั้งหมดในงานวิจัยนี้สามารถบอกถึงการลงข้อสรุปจากการสังเกตซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีประเด็นที่น่าสนใจคือ นักเรียนให้ความสำคัญกับการทดลองค่อนข้างมาก สอดคล้องกับผลวิจัยในหัวข้อมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ในแง่วิธีการได้มาของความรู้จะเน้นการทดลองเป็นหลัก ดังนั้น ความเข้าใจของนักเรียนสื่อให้เห็นว่า ในการจัดการเรียนการสอนมีการเน้นการทดลองค่อนข้างมาก ทำให้ความเข้าใจในประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุปของนักเรียนจึงยึดติดกับการทดลองเท่านั้น แต่หากการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ผ่านประสบการณ์ที่หลากหลายเช่น การสังเกตและลงข้อสรุปจากวิธีการอื่นๆ ที่ไม่ได้เน้นการทดลอง เช่น การศึกษาด้านดาราศาสตร์ การศึกษาซากฟอสซิล ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมากขึ้น

6. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจของนักเรียนแบ่งเป็นสองประเภทคือ นักเรียนที่เข้าใจว่า มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในฐานะมนุษย์คนหนึ่ง ซึ่งส่งผลให้การสรุปผลการศึกษาส่งเดียวกันแตกต่างกันออกไป ร้อยละ 80.1 โดยปัจจัยเหล่านั้นได้แก่ วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ ร้อยละ 29.8 ความคิด ร้อยละ 24.0 มุมมอง ร้อยละ 9.9 ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ร้อยละ 6.4 ทฤษฎีและกรอบแนวคิด ร้อยละ 3.5 ความลำเอียง ร้อยละ 2.9 ประสบการณ์ ร้อยละ 1.7 การตีความ ร้อยละ 1.2 และความเชื่อ ร้อยละ 0.6

“นักวิทยาศาสตร์กลุ่มที่มองว่า [สาเหตุการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์เกิดจาก] อุณหภูมิอากาศโลกนั้นอาจมองในแง่มุมมองของนักดาราศาสตร์ ส่วนนักวิทยาศาสตร์ที่มองว่าเกิดจากภูเขาไฟระเบิดอย่างรุนแรง อาจมองในมุมมองของนักธรณีวิทยา” (นักเรียนรหัส STD315Q1)

ในขณะที่นักเรียนอีกกลุ่มเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์จะต้องให้ผลการสรุปที่เหมือนกันหากศึกษาสิ่งเดียวกัน ร้อยละ 19.9 แต่หากมีความแตกต่างเกิดขึ้น สาเหตุจะเกิดจาก หลักฐานที่ปรากฏไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 8.2 นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามแต่อธิบายทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 5.3 ตอบคำถามกำกวม ร้อยละ 4.7 และการตอบโดยยืดอก ร้อยละ 1.7

แม้นักเรียนส่วนใหญ่จะมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่า วิทยาศาสตร์มีความเป็นอัตนัย เนื่องจากผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ในตัวนักวิทยาศาสตร์ แต่ก็มีนักเรียนอีกส่วนมองว่าวิทยาศาสตร์เป็นปรนัย คือ นักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยปราศจากปัจจัยจากภายใน คือ ตัวของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมักจะรับข้อมูลที่อ้างว่าเป็นวิทยาศาสตร์โดยปราศจาก

การคิดวิเคราะห์ที่มาและความน่าเชื่อถือ ซึ่งวิทยาศาสตร์มักจะถูกนำไปกล่าวอ้างเสมอเพื่อหวังผลการค้าและการเมือง (Ben-Ari, 2005)

7. วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม

คำตอบของนักเรียนในหัวข้อนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ นักเรียนที่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นสากล ไม่ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม ร้อยละ 60.5 โดยนักเรียนให้เหตุผลว่าวิทยาศาสตร์เป็นข้อเท็จจริง เป็นการทดลอง ดังนั้นสังคม วัฒนธรรมหรือค่านิยม จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อวิทยาศาสตร์

“แม้ค่านิยมจะเปลี่ยนไป แต่วิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง” (นักเรียนรหัส STD133Q1)

นอกจากนี้ภาพประทับ (Stereotype) ที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์ก็ส่งผลต่อความเข้าใจของนักเรียนเช่นกัน โดยนักเรียนมองว่าปัจจัยภายนอกไม่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เนื่องจาก

“นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะศึกษาด้วยตนเองคนเดียว ไม่ค่อยมีผู้อื่นเข้ามาคอยช่วยในการศึกษา” (นักเรียนรหัส STD131Q1)

ในขณะที่นักเรียนอีกกลุ่มเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 39.5 คำตอบของนักเรียนคือ วิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นสังคมและวัฒนธรรมนั้นๆ ร้อยละ 10.1 สังคมและวัฒนธรรมกำหนดทิศทางของวิวัฒนาการของการทดลอง ร้อยละ 7.7 วิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นแนวคิดสมัยใหม่ที่เปลี่ยนแปลงตามค่านิยมของสังคมและวัฒนธรรม ร้อยละ 8.5 และศาสนามีผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 13.2 โดยมีนักเรียนยกตัวอย่างกรณีของ กาลิเลโอ

“กาลิเลโอ ที่ได้ประดิษฐ์กล้องดูดาว แล้วแนวความคิดได้ไปขัดกับแนวทางศาสนา จึงทำให้เขาถูกจองจำเป็นเวลานานจนตาบอด” (นักเรียนรหัส STD223Q1)

อีกเหตุผลหนึ่งเพราะนักเรียนมองว่า วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคม เป็นกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งเป็นสมาชิกของสังคม จึงได้รับผลกระทบจากบริบทที่แวดล้อม

“สังคม ค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม มีอิทธิพลต่อความคิด ซึ่งวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด จึงผสมผสานวัฒนธรรม ค่านิยมทางสังคมของตัวบุคคลนั้น ๆ ด้วย” (นักเรียนรหัส STD211Q1)

นอกจากนี้นักเรียนยังเปรียบเทียบว่า วิทยาศาสตร์ก็เหมือนภูมิปัญญา ที่ต้องได้รับผลกระทบจากบริบททางสังคมและวัฒนธรรมเช่นเดียวกัน

“วิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับสังคมและวัฒนธรรมเช่นเดียวกับภูมิปัญญาต่างๆ” (นักเรียนรหัส STD3171Q1)

นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจคลาดเคลื่อนไปจากลักษณะของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับผลกระทบจากสภาพสังคมและวัฒนธรรม สำหรับการมองว่า วิทยาศาสตร์แยกออกจากสังคมเนื่องจากขณะที่นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่มีการเชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตจริง หรือได้ตระหนักถึงผลกระทบระหว่างสังคมและวัฒนธรรม ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งที่ในการเรียนการสอนครูสามารถสอดแทรกประเด็นทางสังคมและวัฒนธรรมเข้าไปได้เสมอ ยกตัวอย่างเช่น การที่แนวคิดเรื่องอะตอมของเดโมคริตัสไม่เป็นที่ยอมรับในยุคกรีกเนื่องจากอิทธิพลแนวคิดของอริสโตเติลครอบคลุมนสังคมในขณะนั้น รวมไปถึงการที่สำนักของอริสโตเติลได้รับการสนับสนุนจากจักรพรรดิอเล็กซานเดอร์ (Principe, 2003) การสอดแทรกประวัติของวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนจะช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมต่อวิทยาศาสตร์ และการสอดแทรกดังกล่าวก็ ไม่ได้ทำให้เสียเวลาที่ใช้ในการเรียนแนวคิดวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้เสียเปรียบห้องเรียนที่มุ่งเน้นแนวคิดวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว (Irwin, 2000)

8. บทบาทของความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์

นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 96.2 มีความเข้าใจว่า ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยคำตอบของนักเรียนสามารถจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม คือ นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการแต่ไม่ได้รับรู้ว่าใช้อย่างไร ร้อยละ 11.4 ใช้ในขั้นการออกแบบและวางแผน ร้อยละ 43.2 ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ ร้อยละ 26.5 ใช้ในขั้นหลังการเก็บข้อมูลและสรุปผล ร้อยละ 8.3 ใช้อย่างไร ๆ ส่วนของการทำงาน ร้อยละ 6.8 โดยมีนักเรียนที่เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการทำงาน 5 คน ซึ่งทุกคนให้เหตุผลเหมือนกันว่า การทดลองและการสรุปผล เป็นข้อเท็จจริงดังนั้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่าสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยปรากฏในสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ สิ่งพิมพ์ ยกตัวอย่างเช่น การอ้างอิงคำพูดของ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ที่ว่า “จินตนาการสำคัญกว่าความรู้” ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทั้งจากนักวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถยกตัวอย่างได้ว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีบทบาทอย่างไร และนักเรียนส่วนมากคิดว่า ใช้ในขั้นตอนการออกแบบและวางแผนเท่านั้น ซึ่งยังเป็นแนวคิดที่ไม่ครอบคลุมเพราะความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการใช้ในทุกส่วนของการทำงาน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลอง การแก้ปัญหา ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุกขั้นตอน จะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นมุมมองต่อวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและลงข้อสรุป ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และ บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถอธิบายและยกตัวอย่างได้ เช่น วิทยาศาสตร์คือการศึกษาและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล เป็นระบบ ร่วมกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ มีการสร้างหลักการ กฎและทฤษฎีเพื่อใช้ในการอธิบายสิ่งต่างๆ โดยใช้วิธีการได้มาซึ่งความรู้ที่หลากหลาย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานหรือการทดลองใหม่มายืนยัน ในส่วนของการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบทั้งจากตัวนักวิทยาศาสตร์เองและปัจจัยภายนอกคือบริบทของสังคมและวัฒนธรรม ส่วนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนคือประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นความจริง/ข้อเท็จจริงเป็นรูปธรรม วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม นอกจากนี้ประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ กฎและทฤษฎี โดยเข้าใจว่า เช่น กฎมีความน่าเชื่อถือกว่าทฤษฎีเพราะกฎจะไม่มีเปลี่ยนแปลงขณะที่ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้

จากผลวิจัยเรื่องความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทำให้เห็นความจำเป็นในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ที่สะท้อนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกแง่มุมของวิทยาศาสตร์ เช่น การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม ไม่ใช่เพียงมุ่งเน้นให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น การสอนวิทยาศาสตร์ควรนำเสนอประเด็นที่หลากหลาย เช่น การเปิดโอกาสให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนได้ร่วม

กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์นอกเหนือจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือการสอนเพื่อให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและชีวิตประจำวัน การนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่สนใจของสังคมมาบูรณาการกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน (โครงการผลิตนักวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์, 2551) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลากหลายมุมมองมากขึ้น รวมทั้งการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (explicit approach)

ในส่วนของการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรมีการศึกษาในประเด็นอื่นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ยังขาดไป หรือศึกษากับกลุ่มนักเรียนที่แตกต่างจากงานวิจัยนี้ รวมไปถึงสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมไปถึงการพัฒนาแบบสอบถามที่มีความหลากหลายให้เหมาะกับผู้ที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- โครงการผลิตนักวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. 2551. การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นฤมล ยุติคม และพรทิพย์ ไชยโส. 2550. รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2546. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: องค์การคำของคุรุสภา.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุติคม และ อรุณี อิงคากุล. 2548. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 26 (2): 133-145.
- Akerson, V. L. and Abd-El-Khalick, F. S. 2005. How should I know what scientists do? I am just a kid: fourth-grade students' conceptions of nature of science. **Journal of Elementary Science Education** 17 (1): 1-11.
- American Association for the Advancement of Science. 1993. **Benchmarks for Science Literacy**. New York: Oxford University Press.
- Bell, R., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N.G., McComas, W.F. and Matthews, M. 2001. The nature of science in science education: A bibliography. **Science and Education** 10(1-2): 187-204.

- Bell, R. L., Lederman, N. G. and F. Abd-El-Khalick. 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.
- Ben-Ari, M. 2005. **Just a Theory: Exploring the Nature Of Science.** Amherst, NY:Prometheus Books.
- Crowther, D. T., Lederman, N. G. and J. S. Lederman. 2005. Understanding the true meaning of nature of science. **Science and Children** 2005 (October): 50- 52.
- Derry, G. N. 1999. **What science is and how it works.** Princeton: Princeton University Press.
- Driver, R., Leach, J., Miller and P. Scott. 1996. **Young Peoples Images of Science.** Pennsylvania, Bristol : Open University Press
- Duit, R. 2007. **Students' and Teachers' Conceptions and Science Education.** [online] [Cite 15 November 2008]. Available from: <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>
- Eylon, B.S. and Linn, M. C. 1988. Research perspectives in science education. **Review of Educational Research** 58(3): 251-301.
- Erlandson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B. L. and Allen, S. D. 1993. **Doing naturalistic inquiry: A guide to methods.** Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
- Hu, W. and Adey, P. 2002. Scientific creativity test for secondary school students. **International Journal of Science Education** 24 (4): 389-404.
- Irwin, A.P. 2000. Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context. **Science Education**, 84 (1): 5-26.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. and Schwartz, R. S. 2002. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching** 39(6): 497-521.
- Lin, H., Chiu, H. and C. Chou. 2004. "Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies." **International Journal of Science Education** 26 (1): 101-112.
- McComas, W. F. 2005. **Seeking NOS standards: What content consensus exists in popular books on the nature of science?.** Paper presented at the Annual conference of the National Association of Research in Science Teaching, Dallas, TX, April 2005.
- McComas, W. F. (Ed.). 1998. **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- National Science Teachers Association (NSTA). 2000. **Position Statement: The Nature of Science.** [online] [Cite 16 November 2008]. Available from: <http://www.nsta.org/positionstatement&psid=22>.
- Principe, L. M. 2003. **History of Science: Antiquity to 1700.** Chantilly: The Teaching Company.
- Roberts, R.M. 1989. **Serendipity: Accidental Discoveries in Science.** New York: John Wiley & Sons.

ตาราง 1. ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 8 ประเด็น

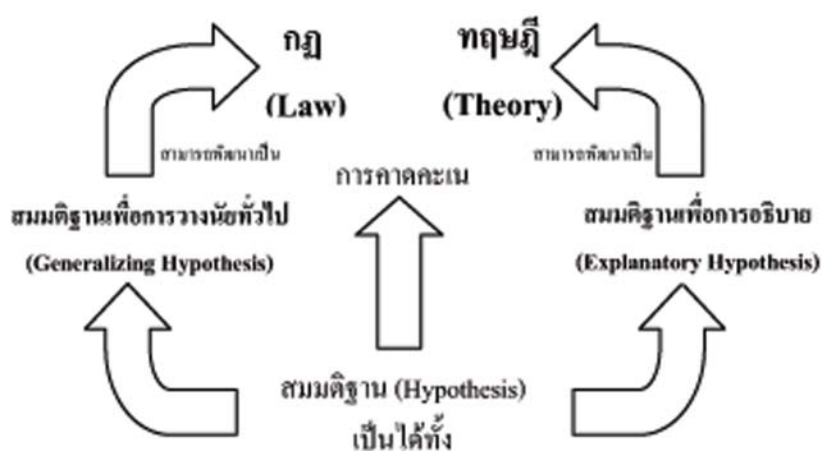
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ร้อยละของนักเรียน	
	กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง	กลุ่มคะแนน
มุมมองต่อวิทยาศาสตร์	85.9	88.6
วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	48.0	46.2
กฎและทฤษฎี	1.8	1.2
การเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	100.0	96.2
การสังเกตและลงข้อสรุป	100.0	100.0
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	59.2	90.0
วิทยาศาสตร์กับสังคมและวัฒนธรรม	40.5	39.5
บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์	95.6	96.5

ตารางที่ 2. การจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมุมมองที่มีต่อวิทยาศาสตร์

แนวคิดหลัก	แนวคิดย่อย (ร้อยละ)
ความน่าเชื่อถือ	วิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ได้ (14.1) วิทยาศาสตร์เป็นความจริง/ข้อเท็จจริง/รูปธรรม (12.2) วิทยาศาสตร์มีหลักฐานยืนยัน (0.6)
การคิดวิเคราะห์/การจัดการความรู้	การใช้เหตุผล (14.7) การสร้างและใช้ทฤษฎี/หลักการ (3.9) การใช้ความคิดและการวิเคราะห์ (1.4)

ตารางที่ 2. การจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมุมมองที่มีต่อวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

แนวคิดหลัก	แนวคิดย่อย (ร้อยละ)
การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ/สิ่งรอบตัว	การศึกษาและทำความเข้าใจธรรมชาติ (8.5) การศึกษาสิ่งรอบตัว (6.7) การศึกษาปรากฏการณ์ (5.1) การศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (1.8)
วิธีการได้มาของความรู้วิทยาศาสตร์	การทดลอง (10.4) การศึกษอย่างเป็นระบบแบบแผน (5.3) การสังเกต (4.1) การสืบเสาะ (2.7)
วิธีการได้มาของความรู้วิทยาศาสตร์	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (1.2) การค้นพบ (0.6) การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (0.2) คุณค่าของวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ (4.3) วิทยาศาสตร์เป็นอาชีพ/งาน (0.2) วิทยาศาสตร์ให้ประโยชน์และโทษแก่มนุษย์ (0.8)
อื่นๆ	วิทยาศาสตร์มีความซับซ้อน (0.4) วิทยาศาสตร์เกิดจากความสงสัยและความกระตือรือร้น (0.8)



รูปที่ 1. การเปลี่ยนแปลงจากสมมติฐานไปเป็นกฎและทฤษฎี (McComas , 1998)

ภาคผนวก

แบบสอบถามเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้ต้องการสำรวจความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน ครอบคลุมหรือแสดงความคิดเห็น ตามความเข้าใจของผู้ทำแบบสอบถามเอง โดยคำตอบของท่านจะนำมาวิเคราะห์และแสดงในภาพรวม ไม่ได้นำเสนอเป็นรายบุคคล

2. แบบสอบถามมีทั้งหมด 8 ข้อ กรุณาอ่านและตอบทุกข้อในกระดาษคำตอบด้านหลัง

3. การตอบคำถามไม่จำเป็นต้องตอบตามลำดับคำถามที่ให้มี

คำถาม

1. ท่านคิดว่า วิทยาศาสตร์ คืออะไร? อะไรทำให้วิทยาศาสตร์เช่น เคมี ฟิสิกส์ หรือ ชีววิทยาต่างจากวิชาอื่นๆ เช่น ศาสนา หรือ ปรัชญา?

2. มีคนกล่าวว่า การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการแบบเดียวกัน ในขณะที่มีคนอีกกลุ่มหนึ่งกล่าวว่า ขั้นตอนหรือวิธีการในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีแตกต่างกัน

- หากท่านเห็นว่ากระบวนการในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีแบบเดียว ขั้นตอนเหล่านั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง

- หากท่านเห็นว่ากระบวนการในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีมากกว่า 1 วิธี ให้ยกตัวอย่างวิธีการทางวิทยาศาสตร์สองรูปแบบที่ต่างกัน และอธิบายว่าเหตุใดวิธีการที่แตกต่างกันทั้งสองจึงถือว่าเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์คิดค้นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แล้ว เช่น ทฤษฎีอะตอม หรือ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีเหล่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

- ถ้าท่านคิดว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ให้อธิบายเหตุผลพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

- ถ้าท่านเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลง ทำไมทฤษฎีจึงเปลี่ยนแปลง เหตุใดเราจึงต้องเรียนรู้ทฤษฎีเหล่านั้น ให้อธิบายเหตุผลพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

4. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Theory) แตกต่างจากกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Law) อย่างไร อธิบายพร้อมยกตัวอย่าง

5. แบบเรียนวิทยาศาสตร์มักจะนำเสนออะตอมว่ามีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางประกอบด้วยโปรตอน(อนุภาคที่มีประจุบวก) นิวตรอน(อนุภาคที่เป็นกลาง) และ อิเล็กตรอน (อนุภาคที่มีประจุลบ) โคจรรอบนิวเคลียส นักวิทยาศาสตร์เน้นใจกับโครงสร้างของอะตอมเช่นนี้ได้อย่างไร ท่านคิดว่าอะไรคือหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาโครงสร้างของอะตอม

6. เชื่อกันว่าไดโนเสาร์สูญพันธุ์เมื่อ 65 ล้านปีที่ผ่านมามีการตั้งสมมติฐานหลายประการเพื่ออธิบายสาเหตุของการสูญพันธุ์นั้น มีนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งอธิบายว่าเกิดจากอุกกาบาตพุ่งชนโลก ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งอธิบายว่าเกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟที่รุนแรง คำถามคือ มีความเป็นไปได้หรือไม่ ในการที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มได้สรุปคำอธิบายเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์แตกต่างกัน โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกตชุดเดียวกัน

7. มีคนกล่าวว่า วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม กล่าวคือ วิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นถึงค่านิยมทางสังคมและการเมือง ปรัชญาและบรรทัดฐานทางความคิดในสังคมที่มีการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อยู่ ขณะที่ก็มีคนเห็นว่า วิทยาศาสตร์เป็นสากล ไม่ขึ้นกับค่านิยมทางสังคม การเมืองและปรัชญา บรรทัดฐานทางความคิดของสังคมนั้น รวมถึงอยู่นอกเหนือขอบเขตของกรอบทางสังคมและวัฒนธรรม

- หากท่านเชื่อว่าวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นถึงค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม ยกตัวอย่างและอธิบายเหตุผล

- หากท่านเชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นสากลและไม่ขึ้นอยู่กับสังคม ค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรม อธิบายเหตุผลพร้อมยกตัวอย่าง

8. ในการทดลองหรือการสืบเสาะหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการหรือไม่

- ถ้า ใช่ ขั้นตอนใดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ : ขึ้นออกแบบและวางแผน ขึ้นเก็บข้อมูล หรือหลังจากเก็บรวบรวมข้อมูล และเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการทำงาน อธิบายพร้อมยกตัวอย่าง

- ถ้าท่านเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการทำงาน อธิบายพร้อมยกตัวอย่าง