

ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่อง
โครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี
**Chemistry Teachers' Understanding and Practices
of the Nature of Science When Teaching Atomic
Structure Concepts**

สุทธิดา จำรัส¹ และ นฤมล ยุதாகม²

Suthida Chamrat and Naruemon Yutakom

ABSTRACT

This research was conducted in order to study teachers' understanding and reflections on the nature of science in their teaching of atomic structure. The data were collected by interviews and classroom observation of three teachers from three public secondary schools. The interview data were transcribed and analyzed by searching for patterns and/or categories which were used to construct profiles of teachers' views of the nature of science. The teachers' practices were analyzed by Video Analysis Tool (VAT) as technical support and Reflect View on Nature Of Science (RVNOS) to find out how and to what extent the teachers used the nature of science to teach atomic structure. The research found that the teachers understood three aspects of the nature of science: science needs evidence to support, science is tentative, and imagination and creativity are important to science. However, they believed that science follows the scientific method. The notion that science is universal and independent from social and cultural influences was held by the teachers. The classroom observations found that teachers rarely reflected the nature of science in their classrooms, even in the areas they understood well.

Key words: the nature of science, atomic structure, chemistry teachers

¹ โครงการผลิตนักวิจัยและพัฒนาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
The Program to Prepare Research and Development Personnel for Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

² ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจและการสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และการสังเกตการเรียนการสอนครูผู้สอนวิชาเคมี 3 คน จากโรงเรียนรัฐบาล 3 แห่ง ข้อมูลจากการสัมภาษณ์วิเคราะห์ โดยถอดความจากการบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ แล้วจัดประเภทแนวคิดหลักของข้อมูลที่ได้ ซึ่งแต่ละกลุ่มของแนวคิดหลักแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการเรียนการสอนนำไปวิเคราะห์โดย Video Analysis Tool หรือ VAT ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการวิเคราะห์ ร่วมกับ เครื่องมือ Reflect View on Nature Of Science หรือ RVNOS ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ช่วยในการวิเคราะห์และเน้นจุดสำคัญที่ต้องการศึกษาว่าครูได้สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใดในการสอนโครงสร้างอะตอม จากการศึกษาพบว่าครูเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานในการสนับสนุน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ แต่ครูก็ยังเข้าใจว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินการตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น และ วิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม จากการสังเกตการเรียนการสอนพบว่าครูสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนน้อยมากแม้ในบางแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ครูเข้าใจเป็นอย่างดี

บทนำ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์ศึกษาในหลาย

ประเทศรวมทั้งประเทศไทย ซึ่งระบุไว้ในมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546) แต่ในปัจจุบัน ข้อมูลและการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับสาระที่ 8 ยังมีจำกัด ทั้งที่ไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 2006)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เริ่มได้รับความสนใจตั้งแต่ช่วงต้นของศตวรรษที่ 20 โดยนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักปรัชญาวิทยาศาสตร์ เห็นพ้องกันว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ เฉพาะในส่วนขององค์ความรู้และทักษะการปฏิบัติ นั้นไม่เพียงพอ นักเรียนยังต้องเข้าใจความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ที่ผสมผสานมาจาก ปรัชญาวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยาเพื่ออธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆแง่มุมจนกลายเป็นสิ่งที่เราเรียกว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) (McComas, 1998a) ยกตัวอย่างเช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์ทำอะไรได้บ้าง รวมไปถึงกิจการ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรม

นักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์หลายกลุ่มได้ยืนยันว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการเรียนรู้ และความสนใจในวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการตัดสินใจในการแก้ปัญหา (Driver et al., 1996; McComas, 1998a) และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (Science Literate person) อาจกล่าวได้ว่าบุคคลจะมีความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้เลย หากขาดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังคำกล่าวของ อลัน เลชนอร์ ประธานเจ้าหน้าที่บริหารของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, AAAS) ที่ว่า

“สิ่งสำคัญที่ขาดหายไปในการรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้ใหญ่ ไม่ใช่เพราะพวกเขาลืมราย

ละเอียดของดีเอ็นเอ แต่เป็นเพราะพวกเขาไม่รู้ต่างหากว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างหากที่สำคัญเสียยิ่งกว่าการรู้แจ้งเห็นจริงในรายละเอียดของวิทยาศาสตร์เอง” (Perkins-Gough, 2006)

จากความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าว นักการศึกษาจึงสนใจศึกษาและทำวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน รวมไปถึงการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อเนื่องยาวนานหลายสิบปี (Lederman, 2006) จากการวิจัยพบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้องมากมาย เช่น ความรู้ผุ่ผนวกวิธีสอนของครู (pedagogical content Knowledge) ความเชื่อของครู วิธีการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นปัจจัยหลักที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็คือครูผู้สอนนั่นเอง จึงทำให้เกิดคำถามต่อมาว่า ครูไทยมีความเข้าใจและสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างไร โดยเฉพาะหัวข้อโครงสร้างอะตอมซึ่งเป็นหัวข้อที่เหมาะสมและเอื้อต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เนื่องจากเนื้อหาเกี่ยวข้องกับทฤษฎีอะตอมซึ่งเป็นการรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาอย่างยาวนาน (NRC, 1996) ทฤษฎีอะตอมประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญและจำเป็นต่อผู้เรียนและเป็นพื้นฐานของทั้งวิชาเคมี หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของมัธยมศึกษาตอนปลายมักจะบรรจุโครงสร้างอะตอมเป็นเนื้อหาแรก ดังนั้นหากมีข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู จะทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาครูทั้งก่อนและขณะประจำการสามารถกำหนดแนวทางในการพัฒนาให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสามารถนำไป บูรณาการในการเรียนการสอนได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี โดยมีคำถามวิจัยดังนี้

1. ครูเข้าใจและสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอมอย่างไร
2. ครูมีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และโครงสร้างอะตอมอย่างไรบ้าง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นศึกษาความเข้าใจและการสะท้อนความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู โดยมีขอบเขตดังนี้

1. โครงสร้างอะตอมเป็นสาระการเรียนรู้ที่บรรจุในมาตรฐานที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยครอบคลุมทั้งหมด 6 หัวข้อ คือ ทฤษฎีอะตอมในยุคกรีก ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน แบบจำลองอะตอมของทอมสัน แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด แบบจำลองอะตอมของโบร์ แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกและการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเน้นไปที่โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) (AAAS, 1993) โดยแบ่งเป็น 8 หลักการที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปบูรณาการกับการสอนได้ทุกระดับชั้นและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (Lederman et al., 2002; McComas, 2005) ได้แก่ (1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ซึ่งต้องอาศัยหลักฐาน ข้อมูล ผ่านการคิดวิเคราะห์
 อย่างเป็นเหตุเป็นผล (2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีหลักฐานหรือข้อมูล
 ใหม่มาสนับสนุน (3) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทาง
 วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันกฎจะบอกถึงปรากฏการณ์
 ที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนที่แน่นอน ณ สถานะใด ๆ
 แต่ทฤษฎีจะอธิบายที่มาหรือเหตุผลของการเกิด
 ปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้น ๆ (4) การศึกษาหาความ
 รู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น วิธีการทาง
 วิทยาศาสตร์ ความบังเอิญ การทดลองโดยวิธีคิด
 (Thought experiment) (5) การหาความรู้ทาง
 วิทยาศาสตร์โดยการสังเกตและการลงข้อสรุปจะแตก
 ต่างกัน การสังเกตจะให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการ
 ลงข้อสรุป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มักมาอาศัยการ
 ลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้โดยการสังเกต เช่น การ
 ศึกษาเกี่ยวกับอะตอม เป็นต้น (6) การทำงานทาง
 วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และ
 จินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์ (7)
 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งได้
 รับผลกระทบจาก ประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อ
 ความรู้สึนึกคิดของคน เช่น ศีลธรรม ความคิด
 สร้างสรรค์ จินตนาการ การตีความ มุมมอง แนวคิด
 อคติและความลำเอียงดังนั้นในการทำงานวิทยาศาสตร์
 จึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบและประเมินความถูก
 ต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจสอบ
 จากผู้ทรงคุณวุฒิ การนำเสนอผลงาน หรือการตีพิมพ์

ในวารสาร (8) วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมการทำงาน
 ของมนุษย์ซึ่งทำภายใต้สภาพแวดล้อมทางสังคมและ
 วัฒนธรรม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้มาโดยการเลือก
 แบบเจาะจง เป็นครูผู้สอนวิชาเคมี 3 คน จาก
 โรงเรียนรัฐบาลระดับมัธยมศึกษา 3 แห่งในเขต
 กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ห้องเรียนที่ศึกษา
 เป็นห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยครูคนที่ 1 (T1)
 จบการศึกษาหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต วิชาเอกเคมี
 มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมี 25 ปี และสอน
 เรื่องโครงสร้างอะตอม 20 ปี ครูคนที่ 2 (T2) จบ
 การศึกษาหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต วิชาเอกเคมี มี
 ประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมีและสอนเรื่อง
 โครงสร้างอะตอม 23 ปี ส่วนครูคนที่ 3 (T3) จบ
 การศึกษาหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต วิชาเอกเคมี
 และศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต วิชาเอกเคมี-สิ่งแวดล้อม
 มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมี 10 ปีและสอน
 เรื่องโครงสร้างอะตอมเป็นเวลา 10 ปี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์ และการ
 สังเกตการเรียนการสอน (Figure 1) แบบสัมภาษณ์
 ประกอบด้วยคำถาม 22 ข้อ แบ่งเป็น 4 หัวข้อใหญ่ คือ
 ภูมิหลังของครู ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

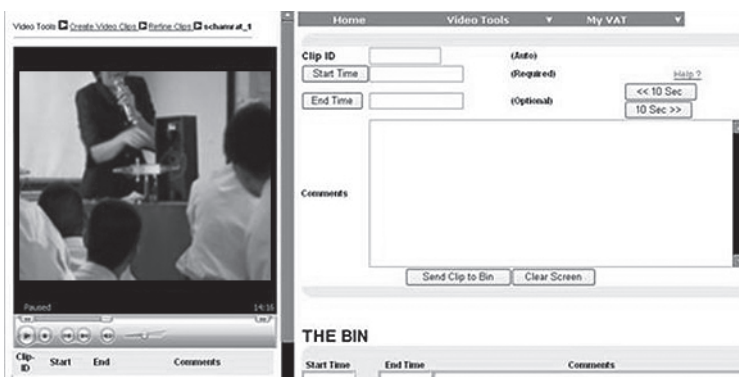


Figure 1 Classroom observation taken by video recording run on VAT (video analysis tools)

การสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม และปัญหาที่พบในการสอน โครงสร้างอะตอมและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับครูและสังเกตการเรียนการสอนนำร่องในภาคปลาย ปีการศึกษา 2548 เพื่อลดผลกระทบที่จะมีต่อการเก็บข้อมูล เช่นทัศนคติของกลุ่มที่ศึกษา (attitude of subjects) โดยเฉพาะผลกระทบฮอว์ธอร์น (Hawthorne effect) ซึ่งเกิดจากความพยายามของกลุ่มที่ศึกษาที่จะพัฒนาตนเองเพราะรู้สึกว่าได้ได้รับความสนใจและการช่วยเหลือเป็นพิเศษจากผู้วิจัย (Fraenkel and Wallen, 2003)

2. เริ่มเก็บข้อมูลจริงในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2549 โดยการสัมภาษณ์ครูเป็นรายบุคคลคนละ 60 นาที มีการบันทึกเสียงการสัมภาษณ์

3. สังเกตการเรียนการสอนโดยสุ่มสังเกตจำนวน 3 ครั้ง ต่อครู 1 คน แต่แต่ละครั้งใช้เวลา 1 หรือ 2 คาบในระหว่างที่มีการเรียนการสอนเรื่องโครงสร้างอะตอม ในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม ภาคต้น ปีการศึกษา 2549 รวมเวลาทั้งหมด 10 ชั่วโมง ผู้วิจัยบันทึกวิดีโอทัศนคติการเรียนการสอนทุกครั้งที่เกิดสังเกตการเรียนการสอน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ วิเคราะห์โดยการถอดความเสียงที่บันทึก จากนั้นทำการย่อความเพื่อลดทอนข้อมูล (data reduction) ให้คงไว้เฉพาะส่วนที่สำคัญ (Miles and Huberman, 1994) ผู้วิจัยอ่านข้อความที่ย่อแล้วอีกครั้งเพื่อจัดกลุ่มของคำตอบและแบ่งประเภทแนวคิดหลักของข้อมูลที่ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ผู้วิจัยตรวจสอบกลุ่มของแนวคิดหลักที่ได้อีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันถึงสิ่งที่ครูเข้าใจ ความเข้าใจของครูจะแบ่งเป็นสามประเภทคือ (1) มีความเข้าใจเป็นอย่างดี

(informed) (2) เข้าใจสับสนและไม่ชัดเจน (ambiguous) (3) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (alternative)

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตการเรียนการสอนเริ่มต้นจากการแปลงวิดีโอทัศนคติที่บันทึกมาทั้งหมด 10 ชั่วโมง ให้เป็นรูปแบบที่สามารถอัปโหลดขึ้นไปบนเครือข่ายโปรแกรม Video Analysis Tool (VAT) ของมหาวิทยาลัยแห่งจอร์เจีย (<http://vat.uga.edu>) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการวิเคราะห์บนอินเทอร์เน็ต (Recesso, in press) โดยมีเกณฑ์การวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคือ Reflect View on Nature Of Science (RVNOS) โดยจะแบ่งเกณฑ์การสอนของครูออกเป็น 4 ประเภท คือ (1) การสอนที่ไม่มีธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (deficient) ซึ่งเป็นการสอนที่ไม่มีกรกล่าวหรืออ้างอิงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือสอนโดยคลาดเคลื่อนไปจากลักษณะหรือหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับหรือเห็นสอดคล้องจากนักวิทยาศาสตร์(2) การสอนที่บอกความรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (didactic) ซึ่งครูจะสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียนโดยการให้ข้อมูล เช่น การบรรยาย หรือ ยกตัวอย่าง แต่ไม่ได้มีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์หรือประสบการณ์จัดไว้ให้ผู้เรียน (3) การสอนที่ไม่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (implicit) คือการจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ตรงกับลักษณะหรือหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ให้โอกาสผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ เช่น ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หรืออภิปราย (4) การสอนที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (explicit and reflective) เป็นการสอนที่มีการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจ โดยการตั้งคำถาม อภิปราย หรือนำเสนอเกี่ยวกับหลักการหรือลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในบทเรียน

ผลและวิจารณ์

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จาก Table 1 ครูมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม แต่ยังขาดการนำไปบูรณาการในชั้นเรียน ในความเข้าใจของครู วิทยาศาสตร์คือวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ ข้อเท็จจริง ความรู้ ที่ได้มาจากการศึกษาอย่างเป็นระบบ เป็นเหตุเป็นผล และเกี่ยวข้องกับการทดลอง ซึ่งจะต้องพิสูจน์ได้ และสิ่งที่พิสูจน์ได้นี้เองที่ทำให้วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการศึกษาหาความรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น ศาสนา หรือ ปรัชญา โดยครูสามารถระบุได้ว่าวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน โดยครูให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ได้มาจากการทดลองค่อนข้างมาก

นอกจากนี้ครูยังมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่การให้เหตุผลของการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะแตกต่างกันออกไป โดยครูคน 1 (T1) ให้เหตุผลว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจาก มีการทดลองใหม่ ๆ เกิดขึ้น ในขณะที่ครูอีกสองคนให้เหตุผลว่า เกิดจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการศึกษา เช่น มีเครื่องมือที่สามารถศึกษาได้ละเอียด

ขึ้น ทฤษฎีใหม่ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดีกว่า ความรู้หรือทฤษฎีเก่าก็จะถูกลืมเลือนไป แต่ประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กลับขัดแย้งกับการให้สัมภาษณ์ในหัวข้อต่อมาคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่จะเปลี่ยนแปลงไปสู่ความรู้ที่แน่นอนเป็นความจริงและถูกต้องมากกว่า จนในที่สุดจะไม่เปลี่ยนแปลงอีก คือ กฎทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูทั้ง 3 คน เข้าใจตรงกันว่า การเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นไปตามลำดับขั้นคือ จากทฤษฎี (theory) ไปสู่กฎ (law) ซึ่งเกิดจากการพิสูจน์ทฤษฎีหลาย ๆ ครั้ง หรือ การรวมหลาย ๆ ทฤษฎีเข้าด้วยกันจนในที่สุดนำไปสู่การตั้งกฎ ซึ่งจะมีความแน่นอนกว่า สามารถพิสูจน์ได้จึงทำให้มีความน่าเชื่อถือ และ จะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งตรงกับงานวิจัยหลายชิ้นที่พบว่า ที่มาและการใช้ประโยชน์ของกฎและทฤษฎี เป็นหัวข้อของธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ที่ทั้งครูและนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด (McComas, 1998b, นฤมล และ พรทิพย์, 2550) โดยความเข้าใจคลาดเคลื่อนนี้ มักจะถูกนำมากล่าวอ้างหลายครั้ง เมื่อมีประเด็นถกเถียงที่วิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้องกับ สังคม การเมือง และเศรษฐกิจ เช่น การสอนทฤษฎีวิวัฒนาการหรือ

Table 1 Category of teachers' understanding and practices of nature of science in the aspect of scientific worldview

	Teacher's understanding category (Teacher's practices category)			
	Teacher 1 (T1)	Teacher 2 (T2)	Teacher 3 (T3)	
	Nature of science aspects			
Scientific worldview	What science is	Informed (Deficient)		
	Science relies on evidences	(Deficient)	(Didactic)	(Implicit)
	Science is subject to change	Informed (Didactic)		
	Theory & law	Alternative (Deficient)		

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อน เป็นต้น โดยคำกล่าวอ้างที่ถุกนำมาใช้ คือ “มันเป็นแค่ทฤษฎีเท่านั้น” ซึ่งยังไม่มีที่น่าเชื่อถือ และไม่ควรให้ความสนใจ (Ben-Ari, 2005) แต่หากผู้ที่เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับที่มาและความสำคัญของกฎและทฤษฎี ย่อมทราบว่า ทั้งกฎและทฤษฎีมีความสำคัญเท่า ๆ กัน และนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

เมื่อนำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูไปเปรียบเทียบกับการสอนในชั้นเรียนดัง Table 1 พบว่า ไม่มีการยกประเด็นหรือหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสอนในห้องเรียนอย่างเป็นทางการ แม้ในหลักการที่ครูเข้าใจเป็นอย่างดี เช่น วิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าหาความรู้อย่างเป็นระบบ โดยใช้เหตุและผล สิ่งที่ปรากฏในห้องเรียนจะเป็นเพียงการกล่าวถึงซึ่งเป็นไปตามเนื้อหาที่ครูสอน เช่น เมื่อครูกล่าวสรุปทฤษฎีอะตอมของดาลตัน ครูกล่าวว่า ความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การสอนเนื้อหาต่อไปคือ การค้นพบอิเล็กตรอนจากการทดลองของทอมสัน โดยการสอนนี้จะจัดอยู่ในประเภท Didactic คือ ครูมีการบรรยายหรือกล่าวถึงหลักการหรือลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์แต่ไม่ได้มีการจัดกิจกรรมที่เน้นไปยังหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นอย่างชัดเจน ในส่วนของกฎและทฤษฎีนั้น ครูไม่ได้มีการกล่าวถึงที่มาและการนำกฎ

และทฤษฎีไปใช้ แต่จะเน้นไปที่องค์ความรู้ของกฎและทฤษฎี โดยในเรื่องโครงสร้างอะตอมนักเรียนจะได้เรียนทั้งกฎและทฤษฎี คือ กฎสัดส่วนคงที่และกฎทรงมวล ซึ่งเป็นการสรุปถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ที่มีรูปแบบที่แน่นอน ในขณะที่ดาลตัน ใช้ทฤษฎีอะตอมของเขา อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น นั่นก็คือใช้ทฤษฎี ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง อธิบายกฎ ซึ่งก็เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกประเภทหนึ่ง จึงไม่น่าแปลกใจว่า ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของกฎและทฤษฎีจึงคงอยู่ในความเข้าใจของนักเรียน หรือแม้กระทั่งครูผู้สอนเองก็ตาม (McComas, 1998b)

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จาก Table 2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูมีความหลากหลาย โดยครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีความเข้าใจเป็นอย่างดีว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนของครูก็จะมีความหลากหลายเช่นกัน ซึ่งจะปรากฏการสอนทั้ง 3 ประเภท แต่ไม่มีการสอนที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูทั้งสามคนเข้าใจว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นวิธีเดียวที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ ไม่ว่าจะ

Table 2 Category of teachers' understanding and practices of nature of science in the aspect of scientific inquiry

	Nature of science aspects	Teacher's understanding category (Teacher's practices category)		
		Teacher 1 (T1)	Teacher 2 (T2)	Teacher 3 (T3)
Scientific inquiry	Universal scientific method		Alternative (Deficient)	
	Observation & inference	Informed (Implicit)	Ambiguous (Deficient)	Alternative (Implicit)
	Imagination & creativity		Informed (Didactic)	

ศึกษาเรื่องใดก็ตามในวิทยาศาสตร์ และไม่คิดว่าจะมีวิธีอื่นใดนอกเหนือจากนี้ โดยทั่วไปครูนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้สอนในห้องเรียนอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะเมื่อมีการทดลอง ขั้นตอนต่าง ๆ มักจะนำเสนอออกมาในลักษณะที่บอกให้นักเรียนปฏิบัติตามเป็นข้อ ๆ เหมือนคู่มือทำอาหาร (cookbook) ซึ่งเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้ให้นักเรียนมองว่าวิทยาศาสตร์น่าเบื่อไม่ท้าทาย ทำให้นักเรียนจำนวนมากที่มีสติปัญญาและความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ เลือกที่จะเรียนสาขาอื่นที่เห็นว่าให้โอกาสได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมากกว่า (Tobias, 1990) เพียงเพราะครูนำเสนอวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนด้วยภาพลักษณ์ที่ติดไปจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ผนวกกับวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การสำรวจและสังเกต การค้นพบโดยบังเอิญ (Roberts, 1989) หรือแม้กระทั่งการทดลองด้วยวิธีคิดของ เออร์วิน โชร์ดิงเจอร์ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เขาใช้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอม อันนำไปสู่แบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอกหรือ แบบจำลองอะตอมกลศาสตร์ควอนตัม

ดังนั้นสิ่งที่ปรากฏในชั้นเรียนระหว่างการทำปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับสเปกตรัมของอะตอม โดยสังเกตสีของเปลวไฟจากการเผาสารประกอบของโลหะต่าง ๆ พบว่า ครู (T3) ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามคู่มืออย่างเคร่งครัด เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่สามารถนำไปสู่แบบจำลองอะตอมของนีลส์ โบร์ โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับที่มาของปัญหาและวิธีคิดเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่สังเกตได้แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่ง เมื่อพิจารณาข้อมูลสัมภาษณ์ในหัวข้อนี้ พบว่าครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสังเกตและการลงข้อสรุปจากสิ่งที่สังเกตได้ เนื่องจากในหัวข้อโครงสร้างอะตอมจะเกี่ยวข้องกับการสังเกตปรากฏการณ์ในระดับมหภาค (macroscopic) จากนั้นจึงเชื่อมโยงไปสู่การลงข้อ

สรุประดับจุลภาค (microscopic) เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถมองเห็นอะตอมได้แม้จะใช้เครื่องขยายกำลังสูงเพียงใดก็ตาม ดังนั้นการลงข้อสรุปจากสิ่งที่สังเกตได้จึงมีความสำคัญมาก ไม่ใช่เพียงแต่การศึกษาเกี่ยวกับอะตอมเท่านั้น แต่ยังใช้ในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ดังเช่นการศึกษาเกี่ยวกับจักรวาล และการศึกษาเกี่ยวกับฟอสซิลซึ่งอาศัยการลงข้อสรุปจากหลักฐานอันจำกัดที่มีอยู่

จาก Table 2 ในชั้นสอนพบว่าแม้แต่ครูที่เข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสังเกตและการลงข้อสรุปเป็นอย่างดีว่า เนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างโครงสร้างอะตอมได้มาจากการลงข้อสรุปและตีความจากผลการทดลองก็ไม่ได้กล่าวถึงแง่มุมดังกล่าวในห้องเรียนและ ไม่มีครูคนใดหยิบยกขึ้นมาเป็นประเด็นในการสอนอย่างชัดเจน แต่ก็มีการบรรยายและกล่าวถึงบทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเกี่ยวกับอะตอม โดยครูทั้งสามคนมีความเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีความสำคัญ โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทั้งความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการทำงานทุกขั้นตอน เช่น การออกแบบการทดลอง การเก็บข้อมูล และการสรุปผล เป็นต้น

2. กิจการทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์เป็นสิ่งที่จำเป็นหากต้องการให้นักเรียนกลายเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ซึ่งต้องเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรมและวิถีการดำรงชีวิต และในทางกลับกัน สังคมและวัฒนธรรมก็ส่งผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์เช่นกัน การเรียนการสอนที่ไม่ได้แสดงให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แง่มุมดังกล่าว ทำให้วิทยาศาสตร์ถูกมองว่า ไม่ได้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างวิทยาศาสตร์และผู้คนในสังคมที่ไม่ได้มีหน้าที่หรือ

อาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยตรง(โสร้ง,2545) วิทยาศาสตร์จึงเป็นเพียงวิชา หรือ องค์ความรู้ที่สอนกันแต่ในชั้นเรียน ยกต่อการเข้าใจ น่าเบื่อ ไม่น่าสนใจและนักเรียนไม่ชอบเรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2545)

ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะแบ่งออกเป็นสองระดับคือ ในระดับของตัวบุคคลและระดับสังคม ในระดับตัวบุคคลก็คือ นักวิทยาศาสตร์เอง ซึ่งทำงานภายใต้ปัจจัยหลายอย่างเช่น กระบวนทัศน์ (paradigm) ความเชื่อ ความเชี่ยวชาญ ประสบการณ์ โดยหลักการธรรมชาติวิทยาศาสตร์นี้ ครูมีความเข้าใจเป็นอย่างดี ดัง Table 3 นอกจากนี้ครูทั้งสามคนสามารถระบุสาเหตุของความเป็นอตันย์ในตัวของนักวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้ ความคิด วิธีการคิด ภูมิหลัง และประสบการณ์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยครูได้เสริมว่าหากขาดสิ่งเหล่านี้ ก็จะทำให้ให้นักวิทยาศาสตร์สรุปผลออกมาเหมือนกันหมด แต่ในชั้นสอนครูทั้งสามคนก็ไม่ได้นำสิ่งเหล่านี้เชื่อมโยงไปกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน จึงจัดการสอนของครูอยู่ในเกณฑ์ deficient และเมื่อถามถึงระดับสังคม เช่น ค่านิยม วัฒนธรรม การเมือง กฎหมาย เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ พบว่าครูมีความเข้าใจที่แตกต่างกัน โดยครูคนแรก (T1) ให้สัมภาษณ์ว่าวิทยาศาสตร์เป็นสากล เป็นอิสระจาก

วัฒนธรรมและสังคม โดยให้เหตุผลว่าเมื่อทำการทดลอง ผลที่ได้จะไม่เกี่ยวกับสังคมหรือวัฒนธรรม ซึ่งความเข้าใจจะสอดคล้องกับครูอีกคน (T3) ซึ่งเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นสากล หากพิสูจน์อย่างไรก็ได้ตามนั้น ไม่ว่าสังคมหรือวัฒนธรรมจะเชื่ออย่างไรก็ไม่มีผล ขณะที่ครูคนที่ 2 (T2) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกสิ่งทุกอย่าง ดังนั้นจึงเกิดผลกระทบต่อกันและกัน เช่น การเมือง กฎหมายของแต่ละประเทศ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ผลปรากฏว่าครูไม่ได้ยกประเด็นเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาบูรณาการ ดังนั้นจึงจัดอยู่ในประเภท deficient คือไม่มีการเรียนการสอนที่ชี้ให้เห็นหรือเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับผลกระทบทั้งจากระดับบุคคล สังคมและวัฒนธรรม

การสอนของครูสอดคล้องกับการให้สัมภาษณ์โดยเมื่อถามถึงแนวทางการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม ครูทั้งสามคนมีคำตอบที่แตกต่างกันโดยครูคนแรก (T1) ตอบว่าตนเองจะใช้คำถามเป็นตัวนำเพื่อให้นักเรียนทราบถึงที่มาของความรู้ และความเป็นเหตุเป็นผล ในขณะที่ครูอีกสองคน (T2 และ T3) จะเน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลอง ซึ่งตรงกับการสังเกตการเรียนการสอน จาก Table 1-3 หากครูจะยกธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาสอน จะมีเพียงวิธีการอธิบายซึ่งจัดอยู่ในประเภทการสอนที่บอกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ ให้นักเรียนทำการทดลองเท่านั้น

Table 3 Category of teachers' understanding and practices of nature of science in the aspect of scientific enterprise

Nature of science aspects	Teacher's understanding category (Teacher's practices category)		
	Teacher 1 (T1)	Teacher 2 (T2)	Teacher 3 (T3)
Scientificenterprise		Informed (Deficient)	
Science, society and culture	Alternative	Informed (Deficient)	Alternative

ซึ่งจัดอยู่ในประเภทการสอนที่ไม่แสดงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนซึ่งจากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่ายังไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะหากต้องการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ต้องมีการเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน โดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาที่เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจผ่านกิจกรรมที่ครูจัดไว้ให้ (Lederman, 2006)

นอกจากนี้ครูได้ให้สัมภาษณ์ว่าหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนออกมาในเนื้อหาโครงสร้างอะตอมที่ชัดเจนสำหรับครูคือ การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่มีต่อการทำงานด้านวิทยาศาสตร์

ปัญหาที่พบในการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และโครงสร้างอะตอม

เมื่อถามถึงปัญหาที่พบในการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และโครงสร้างอะตอมพบว่าหัวข้อที่ยากต่อการเรียนการสอนคือ แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก การทดลองหลอดรังสีแคโทดของทอมสัน การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด สเปกตรัมของอะตอมและการคำนวณ ซึ่งนักเรียนมักจะมีเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยครูระบุสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนคือนักเรียนจำโดยปราศจากความเข้าใจ เนื่องจากไม่ได้ทำการทดลอง ศึกษาในสิ่งที่มองไม่เห็นและเป็นนามธรรม ขาดทักษะในการสร้างแบบจำลองทางความคิด (Mental model) ขาดเครื่องมือ สื่อ หรือ แบบจำลองที่เข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้ตัวครูเองยังไม่มีความรู้พื้นฐานหรือที่มาของทฤษฎีอะตอมอย่างเพียงพอ เช่น แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่าหัวข้อที่ครูมีความเข้าใจมากที่สุดคือ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถอธิบายลักษณะและวิธีการหาความรู้ของวิทยาศาสตร์ การอ้างอิงหลักฐาน และการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เมื่อพบหลักฐานหรือวิธีคิดแบบใหม่ แต่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่อง กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือหัวข้อเกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถระบุได้ว่า ความรู้ ความคิด วิธีการคิด ภูมิหลัง และประสบการณ์ของนักวิทยาศาสตร์ เป็นผลกระทบระดับตัวบุคคลที่มีต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ส่วนผลกระทบในระดับสังคม ความเข้าใจของครูมีทั้งคลาดเคลื่อน โดยครูเข้าใจว่าปัจจัยภายนอก เช่น สังคม วัฒนธรรมไม่มีผลต่อกิจการทางวิทยาศาสตร์ มีเพียงครูคนเดียวมีความเข้าใจที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นปัจเจกบุคคลหรือกลุ่ม ล้วนแต่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายนอก ยกตัวอย่างเช่น การเมือง กฎหมาย สังคมและวัฒนธรรมที่แวดล้อมกิจการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนหัวข้อที่ครูมีความเข้าใจน้อยที่สุดคือ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวที่ใช้หาความรู้และต้องดำเนินตามขั้นตอนเป็นลำดับเท่านั้น นอกจากนี้ครูยังมีความเข้าใจแตกต่างกันในเรื่องการสังเกตและการลงข้อสรุป โดยระดับความเข้าใจมีทั้ง เข้าใจเป็นอย่างดี เข้าใจสับสนไม่ชัดเจน และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน แต่ในแงุ่มเกี่ยวกับ การใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการพบว่า ครูมีความเข้าใจเป็นอย่างดี

ในส่วนของการสอนนั้น พบว่าครูยังไม่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน โดยการสอนของครูโดยรวมยังจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ถือว่า ไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรืออาจจะสอนโดย

คลาดเคลื่อนไปจากลักษณะหรือหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับหรือเห็นสอดคล้องจากนักวิทยาศาสตร์ โดยหัวข้อที่ถือว่าไม่มีการกล่าวถึงในห้องเรียนเลยคือ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ สำหรับหัวข้อเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนที่ครูใช้คือ การให้ข้อมูลโดยตรง เช่น บรรยายยกตัวอย่าง เป็นต้น แต่ปรากฏน้อยมากในการเรียนการสอน อีกวิธีหนึ่งคือการให้นักเรียนทำการทดลองซึ่งสะท้อนความเข้าใจของครูคือ ให้นักเรียนปฏิบัติตามคู่มือการทดลองเป็นข้อ ๆ อย่างเคร่งครัด

ผลการวิจัยเป็นตัวอย่างทำให้เห็นว่าสิ่งที่ต้องทำควบคู่ไปพร้อม ๆ กันคือ การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู และการส่งเสริมให้ครูเห็นคุณค่าของการเรียนการสอนที่ บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในชั้นเรียน เนื่องจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการสอนส่วนใหญ่ยังขาดการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็ นแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของสิ่งที่เรียกว่า วิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และที่สำคัญ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์และความเชื่อมโยงกับสังคม ชีวิต ความเป็นอยู่และวัฒนธรรมที่รายรอบนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็เป็นสังคมเดียวกันกับผู้เรียนและครูนั่นเอง

นอกจากนี้สิ่งที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมคือการพัฒนาวิธีการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ทั้งเนื้อหาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเวลาเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะถึงแม้ว่าจะมีผลงานวิจัยที่นำเสนอวิธีการสอนที่ประสบความสำเร็จเช่น การเรียนการสอนโดยใช้ประวัติศาสตร์ (Historical Approach) (Matthews, 1994) แต่ข้อมูลเหล่านั้นเป็นเพียงกรอบกำหนดทิศทางการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากห้องเรียนแต่ละห้องย่อมมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบแตกต่างกัน การศึกษาภายใต้บริบทของประเทศไทยจึงแตกต่างจากประเทศอื่น ๆ และมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาและพัฒนาต่อไปอย่างต่อเนื่องและจริงจัง

เอกสารอ้างอิง

- นฤมล ยุตาคน และพรทิพย์ ไชยโส. 2550. รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำ การเพื่อจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป การเรียนรู้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2546. *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- โสรัจจ์ หงส์ลดารมภ์. 2545. *วิทยาศาสตร์ในสังคม และวัฒนธรรมไทย*. กรุงเทพมหานคร: สถาบัน พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.). 2545. *ความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของ ประเทศไทย ปี 2544*. กรุงเทพมหานคร: สถาบัน แห่งชาติเพื่อการปฏิรูปการเงินการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS.). 1993. *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Ben-Ari, M. 2005. *Just a Theory: Exploring the Nature Of Science*. Amherst, NY: Prometheus Books.
- Driver, R., J. Leach, R. Miller and P. Scott. 1996. *Young People Images of Science*. Pennsylvania, Bristol: Open University Press.
- Fraenkel, J. R. and N. E. Wallen. 2003. *How to Design and Evaluate Research in Education* (5th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Lederman, N. G. 2006. Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipations of the Future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7 (1): Foreword.
- Lederman, N. G., F. Abd-El-Khalick, R.L Bell and

- R. S. Schwartz. 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.
- Matthews, M. 1994. *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- McComas, W. F. ed. 1998a. *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- _____. 1998b. "The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths." In McComas, W.F. (ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. 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, 4-7 April 2005. Dallas: Texas 2005.
- Miles, M. B. and A. M. Huberman. 1994. *Qualitative Data Analysis. (2nd ed.)*. Thousand Oaks: Sage.
- Perkins-Gough, D. 2006. Understand the Scientific Enterprise: Conversation with Alan Leshner. *Educational Leadership* 64 (4): 8-15.
- Roberts, R. M. 1989. *Serendipity: Accidental Discoveries in Science*. New York: John Wiley & Sons.
- Tobias, S. 1990. "They're Not Dumb. They're Different. A New "Tier of Talent" for Science." *Change* 22(4): 11-30.