

ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของครูวิทยาศาสตร์

Science teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ^{a,*} ชาตรี ฝ้ายคำตา^b และ พจนารถ สุวรรณรุจิ^c
Surayot Supprakob^{a,*}, Chatree Faikhamta^b and Potjanart Suwanruji^c

^a โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Doctoral Program in Science Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

^b ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

^c ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Chemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 February 2016

Received in revised form 27 May 2016

Accepted 8 July 2016

Keywords:

nature of science,
pedagogical content knowledge,
science teacher

ABSTRACT

Pedagogical content knowledge for teaching the nature of science (PCK for NOS) is useful knowledge to help science teachers effectively transform NOS into classroom practice. This study examined PCK for NOS with 46 science teachers who had graduated from the faculty of education in science teaching program. A survey mixed with in-depth case studies was employed as a research method. A PCK for NOS questionnaire, field notes, semi-structured interviews and teachers' artifacts were collected. Data were analyzed and categorized using content analysis and the inductive process. The findings indicated that the majority of teachers' PCK for NOS was only at the subject-specific level. They held inadequate views of various aspects of NOS, especially with regard to the scientific worldview. The case studies also pointed out that had limited PCK for NOS in each component. Even though they held various orientations to teach NOS, their planning and teaching did not align well. Teachers used science textbooks for teaching NOS. However, there were no NOS aspects emerging in either the lesson plan or teaching practice. Teachers did not elicit their students' understanding of NOS. They rarely reflected or used formative and summative assessment. These findings suggested that lecturers in teacher preparation institutions, curriculum developers, and teacher supervisors can develop the teacher profession by using PCK for NOS as a conceptual framework to promote NOS teaching with in-service science teachers, beginning teachers, and pre-service teachers.

* Corresponding author.

E-mail address: kimjihoon_tomoko@hotmail.com

บทคัดย่อ

ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการช่วยให้ครู ประสบความสำเร็จ ในการบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ผู้วิจัยศึกษาความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 46 คน ที่จบจากคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ โดยการสำรวจ จากนั้นศึกษาในเชิงลึกกับครูจำนวน 4 คน โดยใช้แบบวัดความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ บนที่ภาคสนาม แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง และเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาพร้อมกับการวิเคราะห์เชิงอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลจากการสำรวจครูมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเพียงในระดับวิชา (Subject-specific level) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลายประเด็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากการมีศึกษาพบว่า ครูมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์จำกัดในทุกองค์ประกอบ แม้ว่าครูจะมีความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย แต่การวางแผนและการปฏิบัติการสอนของครูไม่สอดคล้องกับความเชื่อดังกล่าว ครูใช้หนังสือเรียนเป็นหลักในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ไม่ปรากฏประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้และไม่มีการตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูไม่สะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการประเมินขณะสอน จากผลการวิจัยอาจารย์ในสถาบันผลิตครู นักพัฒนาหลักสูตร และศึกษานิเทศก์ ควรพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้กรอบแนวคิดความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการสอนและพัฒนาครูประจำการ ครูบรรจุใหม่และนิสิตครู *คำสำคัญ:* ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะ ครูวิทยาศาสตร์

บทนำ

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหนึ่งที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การผสมผสานกันระหว่างสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ เช่น ประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา และปรัชญา

วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะอธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์มีการทำงานเป็นกลุ่มอย่างไร และสังคมมีปฏิกริยาอย่างไรต่อความพยายามทางวิทยาศาสตร์ (McComas, Clough, & Almazroa, 1998) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในนักเรียนทั้งในระดับชาติและนานาชาติ พบว่านักเรียนยังคงมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เช่น นักเรียนเข้าใจว่ากฎทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงเสมอ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือน้อยกว่ากฎทางวิทยาศาสตร์ ข้อเท็จจริงจะพัฒนาไปเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์ในที่สุด (Lederman & Lederman, 2014; McComas et al., 1998) งานวิจัยส่วนใหญ่พบว่า ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาจากหลายปัจจัย โดยปัจจัยหนึ่งมาจากครูผู้สอน (Dogan, Cakiroglu, Bilican, & Cavus, 2013; Hanuscin, Lee, & Akerson, 2011; Saredidine & BouJaoude, 2014) แม้ว่าครูบางคนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่ก็ยังไม่สามารถบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สิ่งเหล่านี้ได้สะท้อนว่าเพียงแต่การมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง หรือความสามารถในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่เพียงพอ (Lederman & Lederman, 2014) ครูควรที่จะมีความเข้าใจในความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้ครูประสบความสำเร็จในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์

แม้ว่าจะมีความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวนมากในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งในนักเรียน นิสิตครู และครูประจำการ รวมไปถึงการปฏิบัติการสอน แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร จนในปี ค.ศ. 2000 Abd-El-Khalick and Lederman (2000) เสนอแนวคิดของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science [PCK for NOS]) ว่าหมายถึงความสามารถของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้ในประเด็นนั้นๆ โดยแนวคิดดังกล่าวเกิดจากการขยายแนวคิดความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะ (Shulman, 1986) และการมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์เหมือนกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่นๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี (National Research Council [NRC], 1996) และต้องผนวกความรู้ดังกล่าวกับความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนแล้วนำเสนอ อธิบาย ยกตัวอย่าง

เล่าเรื่องประวัติศาสตร์ หรือจัดกิจกรรมให้ลงมือปฏิบัติและสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาให้ชัดเจน

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน (Abd-El-Khalick, 2013; Bektas et al., 2013; Faikhamta, 2013; Hanuscin et al., 2011; Schwartz & Lederman, 2002; Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2014) พยายามศึกษาและพัฒนารูปแบบของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาจากจากการปรับรูปแบบของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะ (Pedagogical Content Knowledge [PCK]) ที่เสนอโดย Magnusson, Krajcik, and Borko (1999) ประกอบด้วย (1) ความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยา (Orientation to teaching NOS) หมายถึง ความเชื่อที่ครูมีอยู่เพื่อใช้ในการสอนธรรมชาติวิทยา (2) ความรู้ในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยา (Knowledge of curriculum related to NOS) หมายถึง ความรู้ในหลักสูตรและสื่อที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาที่เฉพาะเจาะจงในระดับชั้นที่ครูสอน (3) ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดและการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาของนักเรียน (Knowledge of student conceptions and learning related to NOS) หมายถึง ความรู้ที่เกี่ยวกับแนวคิดเดิมและรูปแบบในการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาของนักเรียน (4) ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีในการสอนธรรมชาติวิทยา (Knowledge of NOS instructional strategies) หมายถึง ความรู้ในการเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมในการสอนธรรมชาติวิทยาในแต่ละประเด็น และ (5) ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินธรรมชาติวิทยา (Knowledge of NOS assessment) หมายถึง ความรู้ในวิธี และการเลือกใช้การวัดและประเมินประเด็นธรรมชาติวิทยา แม้จะมีการพัฒนาธรรมชาติวิทยาภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ผลวิจัยพบว่า ครูยังไม่สามารถบูรณาการธรรมชาติวิทยาลงสู่ชั้นเรียนได้ เช่น แม้ว่าครูจะมีความเชื่อในการสอนธรรมชาติวิทยาที่หลากหลายแต่เมื่อจัดกลุ่มแล้วยังอยู่ในการสอนธรรมชาติวิทยาแบบโดยนัย (Faikhamta, 2013) ครูขาดความรู้ในประเด็นของการวัดและประเมินผลธรรมชาติวิทยา (Bektas et al., 2013; Hanuscin et al., 2011) ครูไม่สามารถที่จะบูรณาการธรรมชาติวิทยาลงในเนื้อหาที่สอนได้ (Bektas et al., 2013)

จากการนำเสนอความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาซึ่งเป็นประเด็นค่อนข้างใหม่และข้อความรู้จากงานวิจัยดังกล่าวที่ศึกษาในครูวิทยาศาสตร์ยังมีอยู่น้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพยายาม

ศึกษาความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาในครูวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังจะช่วยให้ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักพัฒนาหลักสูตร อาจารย์ในสถาบันผลิตครูได้ใช้เป็นข้อมูลในการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ให้มีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาโดยมีคำถามวิจัยว่า ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาของครูวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาของครูวิทยาศาสตร์

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Method) แผนการวิจัยเป็นแบบ Convergent parallel design (Creswell & Clark, 2011) โดยใช้การวิจัยเชิงสำรวจและกรณีศึกษาในการที่จะมุ่งที่จะเติมเต็มจุดอ่อนและแสดงจุดแข็งของการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพ ภายใต้กระบวนการที่สนับเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยการนำเสนอข้อมูลในเชิงกว้างและเชิงลึกเพื่อนำเสนอความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาของครูอย่างครอบคลุมในบริบทที่เป็นสภาพจริงและไม่ได้มีการจัดกระทำกับตัวแปรกับกลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ครูวิทยาศาสตร์ที่จบปริญญาตรีจากคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 46 คน ซึ่งใช้การเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) เป็นเพศชาย 9 คน เพศหญิง 37 คน อายุระหว่าง 24-31 ปี มีประสบการณ์ในการสอน 1-8 ปี เคยเข้าร่วมการอบรมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาจำนวน 2 คน จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงลึก ซึ่งมีพลวิจัยสมัครใจและยินยอมให้ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 4 คน ได้แก่ ครู T1, T2, T3, และ T4 (นามสมมติ) เป็นเพศหญิง 3 คน และเพศชาย 1 คน อายุอยู่ในช่วง 28-31 ปี มีประสบการณ์ในการสอนอยู่ในช่วง 3-7 ปี โดยมีครู 2 คนคือครู T4 ที่จบปริญญาโททางด้านวิทยาศาสตร์

ศึกษาและ ครู T2 ที่จบปริญญาโททางด้านบริหารการศึกษา ซึ่งครูทั้ง 4 คน ไม่เคยผ่านการพัฒนาวิชาชีพครูที่เกี่ยวข้องกับ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

เครื่องมือวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในระหว่างการสำรวจเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัดความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะ เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามแบบปลายเปิด ครอบคลุม 2 ประเด็นหลักคือ ความรู้ความสามารถในการสอน เนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยปรับ กรอบของ Hanuscin et al. (2011) และ Faikhamta (2013) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ ความเชื่อเกี่ยวกับการสอน ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรของ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอน ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและ ประเมินผลธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ในประเด็นต่อมาคือ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบ วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ VNOS-C (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002) ซึ่งเป็นแบบวัด แบบปลายเปิดที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับในระดับสากลและ เพิ่ม 2 ประเด็นคือความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และลักษณะและการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการยอมรับ จากนั้นทำการจัดกลุ่มตามกรอบของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1990) ได้แก่ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific World View) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน ผู้วิจัย เก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ผ่านจดหมาย อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) จากนั้นผู้วิจัยทำการศึกษาในเชิงลึก เกี่ยวกับการวางแผนและการปฏิบัติการสอนกับครูจำนวน 4 คน ใช้การสังเกตการปฏิบัติการสอนร่วมกับการบันทึกวีดิทัศน์ บันทึกภาคสนาม การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ และ เก็บรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัด โดยการวิเคราะห์

เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ร่วมกับการวิเคราะห์แบบนิรนัย และอุปนัยเพื่อสร้างข้อสรุป (Patton, 2002) ผู้วิจัยทำการจัดกลุ่ม คำตอบที่ได้จากแบบวัดที่เข้ากับกรอบความรู้ความสามารถใน การสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์และความเข้าใจ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ อ่านเปรียบเทียบคำตอบในแต่ละข้อ อย่างละเอียด โดยในประเด็นความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จัดกลุ่มความเข้าใจโดยใช้เกณฑ์ของ Faikhamta (2013) ได้แก่ ถูกต้อง (Informed view) ถูกต้องบางส่วน (Partially informed view) และ คลาดเคลื่อน (Naïve view) ร่วมกับการหาความถี่ และร้อยละ จากนั้นทำการหาความลงรอย (Inter-rater) กับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 2 คน เพื่อตรวจสอบ การลงรหัสและการจัดกลุ่มคำตอบจากคำสำคัญเพื่อเป็น ตัวแทนของกลุ่มคำตอบ ในกรณีที่มีความเห็นแตกต่างกันจะ ทำการหาข้อสรุปร่วมกัน จากนั้นเข้าปรึกษากับอาจารย์ที่ ปรึกษา เพื่อรายงานการวิเคราะห์ และผลที่ได้จากการจัดกลุ่ม ของข้อมูล ข้อมูลในเชิงปริมาณผู้วิจัยใช้ความถี่ ร้อยละใน การนำเสนอข้อมูล สำหรับข้อมูลจากกรณีศึกษา ผู้วิจัย ทำการถอดเทปแบบคำต่อคำจากวีดิทัศน์ คำสัมภาษณ์ และ บันทึกภาคสนาม จากนั้นนำข้อมูลมาเรียงตามระยะเวลา ทำการลงรหัสของข้อมูล ลดทอนข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูล ให้เข้าเป็นกลุ่ม (Category) และจัดกลุ่มจนกลายเป็นประเด็นหลัก (Theme) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดให้ อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบขั้นตอนและผลของ การวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนรายงาน โดยนำข้อมูลที่ได้ จากการวิเคราะห์ในส่วนของการสำรวจและกรณีศึกษามา รายงานประเด็นความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชา เฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ตาม กรอบแนวคิดดังกล่าวซึ่งได้แก่ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่ เกี่ยวข้องกับหลักสูตรของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่ เกี่ยวข้องกับแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้ที่ เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์และความรู้ที่ เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ผลของการวิจัยและวิจารณ์

การวิจัยในครั้งนี้มีคำถามวิจัยว่า ครูวิทยาศาสตร์มี ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวม ข้อมูลจากการสำรวจและกรณีศึกษา จากการสำรวจแบบวัด

ไปอัตราการตอบกลับ คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของแบบวัดที่ส่งไปทั้งหมด โดยผลของการวิจัยได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

ครูเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่เข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูโดยรวมมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยกเว้นในประเด็นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์

(N = 46)

ด้านของธรรมชาติวิทยาศาสตร์		ระดับของความเข้าใจ		
		ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	คลาดเคลื่อน
โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ความหมายของวิทยาศาสตร์	8 (17.4)	34 (73.9)	4 (8.7)
	หลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	28 (60.9)	14 (30.4)	4 (8.7)
	ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์	8 (17.4)	17 (37.0)	21 (45.6)
	ความเป็นพลวัต	32 (70)	12 (26.1)	2 (4.3)
การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	20 (43.5)	22 (47.8)	4 (8.7)
	วิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	35 (76.1)	7 (15.2)	4 (8.7)
	การสังเกตและการลงความเห็น	24 (52.2)	11 (23.9)	1 (2.2)
	ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	30 (65.2)	14 (30.4)	2 (4.3)
กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	ความเป็นอัตวิสัยและการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎี	25 (54.3)	9 (19.6)	12 (26.1)
	มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์	25 (54.3)	14 (30.4)	7 (15.2)
	ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม	31 (67.4)	15 (32.6)	0 (0.0)
	ลักษณะและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	43 (93.5)	2 (4.3)	1 (2.2)

ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

ครูประมาณสามในห้ามีความเข้าใจที่ถูกต้องในประเด็นหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 28 คน (60.9%) และความเป็นพลวัต 32 คน (70.0%) ประเด็นแรกครูเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์นั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์จากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นความเป็นพลวัตครูเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐาน ข้อค้นพบ หรือคำอธิบายใหม่ๆ ที่สามารถตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ เหล่านั้นได้ครอบคลุมมากกว่าเดิมจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ในประเด็น

ความหมายของวิทยาศาสตร์ครูส่วนใหญ่ 34 คน (73.9%) เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ที่ได้จากการศึกษาธรรมชาติ ครูไม่ได้มีการกล่าวถึงในประเด็นของวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และลักษณะของตัววิทยาศาสตร์เองสำหรับประเด็นกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด ครูเข้าใจว่ากฎเป็นความรู้ที่เป็นจริงที่สุดเป็นแบบแผนในธรรมชาติที่ไม่มีข้อโต้แย้ง ไม่ว่าใครทดลองก็จะได้ผลซ้ำๆ เช่นเดิม กฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทฤษฎีเป็นเพียงแค่สมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นเท่านั้นและหากทฤษฎีที่ได้รับการยืนยันแล้วจะพัฒนา กลายเป็นกฎในที่สุด

ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

ครูมากกว่าครึ่งมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 30 คน (65.2%) และความเป็นอัจฉริยะและการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎี 25 คน (54.3%) โดยในประเด็นแรกครูเข้าใจว่าการทดลองไม่ได้เป็นวิธีการเดียวในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่นักวิทยาศาสตร์มีการใช้การสังเกต การจดบันทึก การสร้างแบบจำลอง หรือความบังเอิญในการพัฒนาและได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่สองครูเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีส่วนสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์และใช้ในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง เป็นต้น ในประเด็นที่สามครูเข้าใจว่าการที่นักวิทยาศาสตร์สามารถตั้งสมมติฐานแตกต่างกันแม้ว่าจะศึกษาจากหลักฐานแหล่งเดียวกันได้เป็นเพราะนักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อ ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม ความเชี่ยวชาญของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนที่แตกต่างกันซึ่งจะส่งผลต่อการลงข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ประเด็นความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเกือบครึ่ง 22 คน (47.8%) เข้าใจว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่น่าเชื่อถือ ต้องทำตามลำดับขั้นตอน ไม่สามารถข้ามขั้นตอนได้ เพราะจะทำให้ผลที่ออกมาไม่มีความน่าเชื่อถือ

ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)

ครูมากกว่าครึ่งมีความเข้าใจถูกต้องในทุกประเด็น ประเด็นแรก ครู 25 คน (54.3%) เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากสังคม วัฒนธรรม ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของงานทางวิทยาศาสตร์ว่าควรที่จะเน้นไปในทางด้านใด ประเด็นที่สอง ครูมากกว่าสองในสาม 31 คน (67.4%) เข้าใจว่าเทคโนโลยีเป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อการสร้างความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ในสังคม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านดีและไม่ดีต่อสังคมขึ้นอยู่กับผู้นำไปใช้ ประเด็นที่สาม ครูส่วนใหญ่ 43 คน (93.5%) เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นผู้อยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต ช่างถาม มีความรอบคอบ มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นักวิทยาศาสตร์สามารถทำงานคนเดียวหรือทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่นได้เพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้ผลการทดลองมีความถูกต้องและลดอคติส่วนตัว

จากกรณีศึกษาคูทั้ง 4 คน มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในทุกประเด็นของโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ในประเด็นของกิจการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กลับพบประเด็นของความเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุด สำหรับประเด็นความหมายของวิทยาศาสตร์ครูทั้ง 3 กล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหนทางแห่งการรู้ ครู T1 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัวเท่านั้น ในประเด็นของหลักฐานเชิงประจักษ์ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครู T2 และ T3 ไม่ได้กล่าวถึงการให้หลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งอาจได้มาจากการทดลองในการทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ในประเด็นของกฎและทฤษฎีไม่มีครูคนใดเลยที่อธิบายความหมายและหน้าที่ของกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องจึงส่งผลให้ประเด็นความเป็นพลวัต ไม่มีครูคนใดเลยที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องเพราะครูเข้าใจว่ากฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดแต่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้และมีความน่าเชื่อถือน้อยกว่ากฎ หากทฤษฎีมีการพิสูจน์และได้รับการยอมรับก็จะกลายเป็นกฎในที่สุด

นอกจากนี้ครูยังเข้าใจว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์หมายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นตัวอย่างการตอบของครู T1 และ T2 “ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ก็หมายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้เหมือนกับในสาระที่ 8”

แม้ว่าครูจะมีความความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายแต่ยังจัดอยู่ในกลุ่มของการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย

ครูส่วนใหญ่มีความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งวัดได้จากคำถาม “หากครูต้องบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของท่าน ท่านจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร” โดยความเชื่อที่พบมากที่สุดสามลำดับแรกดังตารางที่ 2 คือการทำกิจกรรม (Activity-driven) จำนวน 14 คน การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) จำนวน 10 คน และการสืบเสาะหาความรู้แบบมีแนวทาง (Guided inquiry) จำนวน 8 คน และเมื่อจัดกลุ่มความเชื่อของครูพบว่า ส่วนใหญ่มีความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย โดยไม่มีครูคนใดที่มีการสะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 ตัวอย่างคำตอบเกี่ยวกับความเชื่อเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์

(N = 46)

ความเชื่อเกี่ยวกับ การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบ
การทำกิจกรรม (14)	เรียนธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมการวิเคราะห์ข่าว โดยให้นักเรียนดูข่าวหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ววิเคราะห์ถึงสาเหตุขั้นตอนและแนวทางแก้ปัญหา
การสืบเสาะหาความรู้ (10)	ใช้รูปแบบการสอนโดยเริ่มต้นจากการตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับปัญหาครั้งนี้ เพื่อนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบ โดยใช้การทดลองซึ่งผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ที่ออกแบบการทดลองเพื่อตอบข้อสงสัยของผู้เรียนเอง ครูมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เทคนิคการทดลองในบางเรื่อง เป็นต้น หลังจากการค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ก็ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอรูปแบบการทดลองและผลที่ได้เพื่อให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่น ๆ ได้เห็นแนวคิดที่หลากหลายในการได้มาซึ่งคำตอบและร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง
การสืบเสาะหาความรู้แบบมี แนวทาง (8)	กิจกรรมการทดลอง ยกตัวอย่าง เช่น การทดลองเรื่องการคายน้ำของพืช นำเข้าสู่บทเรียนด้วยคำถามที่ว่า พืชดูดน้ำเข้าแล้วพืชมีการปล่อยน้ำออกมาหรือไม่ ถ้ามีการปล่อยน้ำออกมาด้วยวิธีการใด และเกิดขึ้นที่บริเวณใด หลังจากให้นักเรียนออกแบบการทดลองและทำการทดลองพร้อมสรุปผล และนำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายผลอีกครั้งหนึ่ง
การค้นพบ (7)	จัดให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าที่มาหรือเส้นทางของความรู้หรือทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ในความคิดว่ากว่าจะได้ความรู้หรือทฤษฎีที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้น นักวิทยาศาสตร์ทำงานกันอย่างไร เช่น การได้มาของความรู้ที่ว่า “โลกกลม”
กระบวนการ (3)	ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อหาคำตอบว่า วัตถุ 5 อย่าง วัตถุใดลอยน้ำ วัตถุใดจมน้ำบ้าง ซึ่งได้แก่ แผ่นโฟม ก้อนหิน ก้อนดินน้ำมัน ฟิวเจอร์บอร์ด และ แท่งไม้ นักเรียนจะมีการวางแผนการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ ตั้งสมมติฐาน กำหนดวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบวิธีการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง บันทึกข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายผล และสรุปผล จะพบว่าวัตถุที่มีความหนาแน่นกว่าน้ำจะจมน้ำ ส่วนวัตถุที่มีความหนาแน่นกว่าน้ำจะลอยเสมอ
การทำโครงการ (4)	การทำโครงการ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องหาคำตอบ เพื่อตอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ ที่จะสามารถนำมาอธิบายสิ่งเกิดขึ้น ได้อย่างมีหลักการและมีเหตุผล
การเปลี่ยนแปลงแนวคิด (0)	-
ความเข้มแข็งทางวิชาการ (0)	-
การถ่ายทอด (0)	-

จากกรณีศึกษาพบว่า ครูมีความเชื่อในการสอน
 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป ครู T1 มีความเชื่อ
 แบบการเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรม เน้นให้นักเรียนลงมือทำ
 กิจกรรมเนื่องจากครูเชื่อว่าการที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำ
 กิจกรรมในห้องเรียนจะสามารถให้นักเรียนมองเห็นภาพและ
 ฝึกการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ ครู T2 มีความเชื่อแบบ
 การสืบเสาะหาความรู้ ครูเน้นให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์จริง
 ที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนและให้นักเรียนตั้งคำถาม
 จากประเด็นที่นักเรียนสนใจ โดยครูเชื่อว่าจะทำให้นักเรียน
 เรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ผ่านประเด็นดังกล่าวได้เป็นอย่างดี
 ครู T3 มีความเชื่อแบบการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (Project-
 based science) เชื่อว่าการให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 สามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อัตโนมัติ
 ครู T4 มีความเชื่อแบบการสืบเสาะแบบมีแนวทาง เชื่อว่าหากเน้น
 ให้นักเรียนลงมือทำการทดลองนักเรียนจะได้แก้ปัญหา เรียนรู้
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ผ่านการทำารทดลอง

เมื่อพิจารณาจากบันทึกภาคสนามและการสังเกต
 การสอนของครูทั้ง 4 คน พบว่าความเชื่อของครูไม่สอดคล้อง
 กับการปฏิบัติการสอนของครู และไม่ปรากฏประเด็น
 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ครู T1, T2 และ T3 ใช้การบรรยาย
 เป็นหลักแม้ว่าครู T4 จะใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย
 แต่กลับไม่ปรากฏประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์เช่นกัน
 อย่างไรก็ตามครู T4 เชื่อว่าครูทุกคนสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 ให้กับนักเรียนอยู่แล้วเพียงแต่นักเรียนไม่รู้ว่าได้เรียนประเด็น
 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

**ครูมีการเลือกใช้หนังสือแบบเรียน อุปกรณ์การทดลอง
 สื่อมัลติมีเดีย ข่าวจากอินเทอร์เน็ตในการให้นักเรียนเรียนรู้
 ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์**

ครูส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้สื่อและ
 อุปกรณ์ในการนำเสนอแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้กับ
 นักเรียน โดยสื่อที่ครูเลือกใช้เพื่อช่วยในการนำเสนอประเด็น
 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้นจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
 เช่น บีกเกอร์ หลอดทดลอง อุปกรณ์และสารเคมี นอกจากนี้
 การใช้สื่อมัลติมีเดียจากอินเทอร์เน็ตตามเว็บไซต์ต่างๆ การใช้
 คลิปวิดีโอ แต่จากกรณีศึกษาพบว่าครูทั้ง 4 คนยึดหนังสือเรียน
 แบบเรียนเป็นหลักในการนำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะ
 เป็นกิจกรรมการทดลอง คำถาม แบบฝึกหัด หากในบทเรียนใด
 ไม่มีการทดลองก็จะไม่ให้นักเรียนทำการทดลอง ครูทุกคนมี
 การสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ภายนอก เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสืออื่นๆ

แม้ว่าครูแต่ละคนจะตระหนักดีว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ใน
 สาระที่ 8 ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์และต้องบูรณาการลงสู่
 การสอนทุกครั้ง จากการปฏิบัติการสอนรวมไปถึงแผนการ
 จัดการเรียนรู้ของครู ไม่มีประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 ปรากฏ นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยสัมภาษณ์ประเด็นของธรรมชาติ
 วิทยาศาสตร์หลังจากการสอนในแต่ละคาบ พบว่าครูส่วนใหญ่
 ไม่เข้าใจประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แม้ว่าครู T4 จะม
 ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่การสอนของครู
 T4 ไม่ได้มีการใช้สื่อใดๆเพื่อช่วยสะท้อนถึงประเด็นธรรมชาติ
 วิทยาศาสตร์

จากกรณีศึกษาพบว่าครูมีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรที่
 เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด แม้ว่าครูทุกคน
 จะตระหนักดีว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในสาระที่ 8 และต้อง
 บูรณาการในการจัดการเรียนการสอน แต่ครูไม่ได้ให้ความสำคัญ
 กับหลักสูตรและสื่อเพื่อนำเสนอสาระที่ 8 เท่ากับสาระที่เป็น
 แนวคิดวิทยาศาสตร์หรือเนื้อหาที่ตนเองสอน

**ครูมีความตระหนักถึงความเข้าใจธรรมชาติ
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่อาจคลาดเคลื่อนแต่ไม่ได้มี
 การตรวจสอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนทั้งในแผนการจัดการเรียนรู้และขณะปฏิบัติการสอน**

ครูส่วนใหญ่ตระหนักถึงแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 ที่ยากต่อการเรียนรู้ เช่น นักเรียนอาจเข้าใจว่าวิธีการทาง
 วิทยาศาสตร์ต้องเป็นลำดับขั้นตอนที่ตายตัวหรือนักวิทยาศาสตร์
 ทำงานเพียงคนเดียวในห้องปฏิบัติการ แต่จากกรณีศึกษาพบว่า
 ครูทุกคนตรวจสอบประเด็นความรู้เดิมของนักเรียนที่มาก่อน
 ครูทุกคนให้ความสำคัญมากกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ควร
 มีมาก่อนที่กำลังจะเรียนแต่ไม่มีครูคนใดที่ตรวจสอบแนวคิด
 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังเห็นได้จากตัวอย่าง
 การตรวจสอบความรู้เดิมของครู T2 ขณะสอน

T2: นักเรียน เกิดจากอะไร

S1,2,3: เกิดจากทะเล/เกิดจากธาตุ Na กับ ธาตุ Cl รวมกัน

T2: ถูกต้อง (ยิ้มที่มุมปาก) ใช่หรือเปล่า... แล้วการทำ
 ปฏิกริยาของกรดกับเบสจะได้เกิดเกิดขึ้นหรือไม่

S1: กรดทำปฏิกริยากับเบสได้เกิดบวกรู้

T2: ใช่แล้วครับ (ครูใช้การอธิบายบนกระดานพร้อมทั้ง
 แสดงให้เห็นตัวอย่างของปฏิกริยาที่เกิดขึ้น)

(การสอนครั้งที่ 2 ของครู T2)

จากกรณีศึกษาพบว่า การตรวจสอบความรู้เดิมของครู
 (T1, T3 และ T4) คล้ายกับครู T2 กล่าวคือไม่มีครูคนใดเลยที่มี
 การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์ จากการปฏิบัติการสอนรวมไปถึงในการวางแผน การจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่าแม้ว่าครูจะเข้าใจถึงความแตกต่าง ของธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน แต่ไม่ได้มีการตระหนักถึง ความสำคัญของประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์เท่ากับเนื้อหา หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เมื่อนำไปวางแผนและการปฏิบัติ การสอนจริง

แม้ว่าครูมีความรู้ในยุทธวิธีการสอนธรรมชาติ วิทยาศาสตร์แบบโดยนัยแต่ครูก็ไม่ได้มีการสอดแทรกประเด็น ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติ การสอน

ครูส่วนใหญ่จะเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อจัดกลุ่มยุทธวิธีใน การสอนที่ครูเลือกใช้แล้วนั้นครูส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในกลุ่มของ การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย ซึ่งเป็นการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้แต่ขาดการเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้สะท้อนเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามจากกรณีศึกษาพบว่าครูทั้ง 4 คนไม่มีการสอดแทรก ประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างเด่นชัดในแผนการ จัดการเรียนรู้อะไรก็ตามแต่ครั้ง แม้ว่าการสอนของครู T3 และ T4 มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แต่ครู T3 และ T4 ไม่ได้มีการสะท้อนประเด็นธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ โดยครู T4 ให้เหตุผลว่า “ที่จริงธรรมชาติ วิทยาศาสตร์มันมีอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นการทดลอง ให้เด็ก อภิปราย เพราะว่าวิทยาศาสตร์มันคือการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ประชากรที่อยู่ตรงนั้น เขาก็ได้ฝึกปรับฟังความคิดเห็นของคน อื่น... การที่เด็กได้คุย แลกเปลี่ยนความคิด ทำการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง ได้สังเกตมันก็คือธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์ที่ แสดงให้เห็นว่าครู T4 ได้สอดแทรกในเรื่องของการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ในการสอน แต่ครูไม่ได้มีการสะท้อนประเด็น ดังกล่าวในระหว่างการปฏิบัติการสอน

ครู T1, T2 และ T3 ใช้การทบทวนความรู้เดิมเพื่อ ตรวจสอบแนวคิดที่นักเรียนมีมาก่อนเพื่อช่วยในการตรวจสอบ ความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นครูบรรยายเนื้อหาเป็นหลัก ประกอบการใช้คำถามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังเช่น ตัวอย่างของการสอนของครู T2 ในเรื่องกฎออกเทศ การคำนวณจำนวนพันธะ ครูยังคงยึดจากประสบการณ์ใน การเรียนรู้ของตนเองตั้งแต่อดีตที่พบว่าตนเองสามารถเรียนรู้ ได้ดี จึงใช้วิธีการที่ตนเองเคยเรียนรู้ได้ดีมาใช้กับนักเรียน

“เราไม่ค่อยถูกกับการทำการทดลอง ตอนเรียน เราไม่ค่อยชอบการทดลอง แต่ว่าเราก็คิดว่าเราชอบคนหัวเก่า เราเรียนรู้ด้วยการบรรยายได้ดีที่สุด อย่างลืมน่าสถาบันกวศึกษา ทุกวันนี้ก็ใช้การบรรยาย... ทุกวันนี้ถ้าเกิดไปสอนอย่างอื่น เวลามันไม่พอเนื้อหาเยอะ” (ครู T2, สัมภาษณ์หลังสอน) อย่างไรก็ตามในการสอนเรื่องสารละลายของครู T3 จะเป็นการบรรยายเนื้อหา ในขณะที่สอนวิธีการเตรียมพร้อมทั้งแนะนำ วิธีการใช้อุปกรณ์ในการเตรียมสารละลาย ครูได้พยายามที่จะ สะท้อนประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเรื่องของ ลักษณะและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ดังเช่น ตัวอย่าง ของคำพูดของครูที่ว่า “เราใช้เครื่องมือก็ต้องมีความระมัดระวัง ซึ่งอันนี้เป็นสมบัติหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์คือต้องมีความรอบคอบในการทำการทดลอง” ทั้งนี้ครู T1 และ T2 ยังเข้าใจว่าหากคาบใดไม่มีการทดลองก็ไม่สามารถที่จะ สอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้

ครูมีความรู้เกี่ยวกับการวัดและการประเมินธรรมชาติ วิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น อนุทิน แบบวัด การถามคำถาม แต่ไม่ได้ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้และ ขณะปฏิบัติการสอน

ข้อมูลจากแบบสำรวจพบว่าครูส่วนใหญ่ใช้อินุทิน แบบวัดแนวคิด และการถามคำถาม ในการวัดและการประเมิน ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งแสดงให้เห็นว่าครูมี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและประเมินธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการประเมินระหว่างเรียน (Formative assessment) และการประเมินหลังเรียน (Summative assessment) แต่จากการกรณีศึกษาพบว่า ไม่มีครูคนใดเลยที่มี การวัดและประเมินธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ครูวัดและประเมิน เฉพาะแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การทำโจทย์ในแบบ ฝึกหัดและมีการใช้คำถามบ่อยครั้งที่สุดในการตรวจสอบ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ดังเช่น การสอนของครู T1 ในเรื่องพอลิเมอร์ ครูใช้การบรรยายเป็นหลักในเนื้อหาเรื่อง ประเภทและการเกิดพอลิเมอร์ มีการประเมินนักเรียนตลอดทั้ง คาบเรียน ใช้โจทย์บนกระดาน ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยตอบ คำถาม สลับกับการบรรยายของครู ครูเดินดูนักเรียนเป็นราย กลุ่ม ครูมีการประเมินหลังเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้ง คำถาม ขณะที่ครู T4 ให้นักเรียนประเมินเพื่อนในกลุ่มหลังจาก แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานเสร็จ ให้กลุ่มที่นำเสนอตั้งคำถาม และให้เพื่อนที่ฟังถามคำถามกลุ่มที่นำเสนอ สำหรับครู T3 ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองของโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ลูกโป่ง ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมนั้น ครู T3 มีการตรวจสอบ

นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้คำถาม และให้มานำเสนอหน้าชั้นเรียน แม้ครูทุกคนมีวิธีการในการวัดที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะครู T4 ซึ่งเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายในการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น การใช้แบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด การใช้คำถาม การทำกิจกรรมกลุ่ม การใช้อินุทิน อย่างไรก็ตาม ครูทุกคนไม่ได้วัดและประเมินธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งในขณะปฏิบัติการสอน หลังสอน และในแผนการจัดการเรียนรู้

การอภิปรายผล บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อมูลจากการสำรวจพบว่าครูมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นของกิจการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหลายประเด็น เช่น กฎและทฤษฎีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธิดา และนฤมล (2551), ลฎาภา นฤมล และบุญเกื้อ (2554) และ อาทิตยา พงศ์ประพันธ์ สุรพล และเฉลิมพล (2558) ที่พบว่าครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นดังกล่าว นอกจากนี้ครูยังคงเข้าใจว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหากคาบใดไม่ได้มีการทดลองก็จะไม่สามารถสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ลือชา ลฎาภา และชาตรี (2556) ที่พบว่าครูเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตนเองได้สอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ แต่จากกรณีศึกษาพบว่าครูมีความรู้ความเข้าใจในแต่ละประเด็นของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่จำกัด และในการวางแผนและปฏิบัติการสอนจริงกลับแทบจะไม่ปรากฏประเด็นดังกล่าวอย่างเด่นชัดออกมาแม้แต่ประเด็นเดียว อาจเป็นเพราะครูทุกคนมีพื้นฐานจากการเรียนในคณะศึกษาศาสตร์ ในสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ข้อมูลจากแบบวัดครูมีความรู้ความเข้าใจในทุกองค์ประกอบของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าครูมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบในเพียงมิติของระดับเนื้อหาวิชา (Subject specific level) เท่านั้น ซึ่งยังไม่ถึงในระดับของหัวข้อในเนื้อหาที่เฉพาะ (Topic specific level) ซึ่งผลจากกรณีศึกษาชี้ชัดว่าครูทุกคนมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่อง

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่จำกัดในทุกองค์ประกอบ ครูไม่สามารถนำความรู้ที่นำมาใช้ในการวางแผนและการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน สะท้อนให้เห็นว่าไม่ว่าครูจะมีความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนกลับไม่เป็นไปตามความเชื่อดังกล่าว

ในด้านของความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ครูทุกคนตระหนักดีกว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในสาระที่ 8 และจำเป็นต้องบูรณาการ แต่ครูกลับไม่ได้มีการสะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแผนหรือการปฏิบัติการสอน ครูไม่ได้มีการใช้สื่อในการช่วยนำเสนอประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ อีกทั้งไม่มีครูคนใดเลยที่มีการตรวจสอบแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีมาก่อน ไม่มีการวัดและประเมินแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ครูยังคงใช้การสอนแบบบรรยายเป็นหลัก แม้ครู T4 มีการใช้รูปแบบการสอนและกิจกรรมที่หลากหลายและเชื่อว่าตนเองได้สอดแทรกประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ลงไปขณะสอนทุกครั้ง แต่ไม่ได้มีการสะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยจำนวนมากที่พบว่าครูเชื่อว่าตนเองได้สอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แต่ไม่ได้ปรากฏออกมาอย่างเด่นชัด (Hanuscin et al., 2011; Schwartz & Lederman, 2002) สาเหตุหนึ่งอาจมาจากการที่ครูมองเพียงว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่องค์ความรู้ได้จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเน้นแค่จำเพียงเนื้อหา (Akerson, Weiland, Nargund-Joshi, & Pongsanon, 2014) ครูส่วนใหญ่มีแนวคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ยังคลาดเคลื่อน และมองว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ไม่มีความสำคัญ อีกทั้งยังขาดประสบการณ์เกี่ยวกับการวางแผนและการปฏิบัติการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2014) หรือขาดตัวอย่างของแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lederman (1992) ที่พบว่าครูแทบจะไม่คำนึงถึงประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ขณะวางแผนการปฏิบัติการสอนเลย จึงอาจส่งผลกระทบต่อความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ และแม้ว่าครูส่วนใหญ่ในกรณีศึกษาจะมีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แม่นยำ แต่ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมที่นำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงกับหัวข้อในเนื้อหาที่เฉพาะของแนวคิดวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูไม่สามารถที่จะสอดแทรกประเด็นธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์หากครูไม่เข้าใจและครูอาจยังมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะที่จำกัด จึงอาจส่งผลให้ครูมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาตามไปด้ด้วย ดังจะเห็นได้จากองค์ประกอบของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะที่มีองค์ประกอบของธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในองค์ประกอบดังกล่าว (Magnusson et al., 1999)

ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ครู อาจารย์ในสถาบันผลิตครู นักพัฒนาหลักสูตร ศึกษานิเทศก์ อาจารย์นิเทศก์ ตระหนักและเห็นถึงความสำคัญในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยอาจเน้นให้นักศึกษาคู ครอบครูใหม่ และครูประจำการมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ซึ่งอาจส่งผลให้ครูสามารถเปลี่ยนมุมมองจากเพียงแค่นั้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์มาเป็นเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick, 2013; Schwartz & Lederman, 2002) นอกจากนี้ การมีความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะที่เหมาะสมกับหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันและใช้กรอบแนวคิดของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะในการออกแบบรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาวิธีสอนอาจมีการจัดกิจกรรมที่สะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบซัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดการใช้บทความในวารสารและการวางแผนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Cullen, Akerson, & Hanson, 2010) หรือนักพัฒนาหลักสูตร ศึกษานิเทศก์อาจมีการเตรียมชุดสื่อกิจกรรมสำหรับหลักสูตรการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Educative curriculum materials) ซึ่งประกอบไปด้วยชุดกิจกรรม บทความและงานวิจัยสำหรับผู้ฝึกหัดในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จ (Hanuscin et al., 2011) การพัฒนาวิชาชีพครูควรที่จะเน้นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ได้เรียนมาจากคณะศึกษาศาสตร์กับการปฏิบัติงานบริบทจริง โดยอาจใช้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และตัวครูเองควรที่จะระบุธรรมชาติวิทยาศาสตร์ลงในจุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จึงจะทำให้เกิดการพัฒนาความรู้ในองค์ประกอบต่างๆ ของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และนำเสนอประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับเนื้อหาหรือหัวข้อที่ครูกำลังจะสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- ลฎาภา สุทธกฤต นฤมล ยุคาคม และ บุญเกื้อ วัชรเสถียร. (2554). กรณีศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนของครูระดับประถมศึกษา. *วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 32(3), 458–469.
- ลือชา ลดาชาติ ลฎาภา สุทธกฤต และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2556). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการสอนส่งเสริมการเรียนรู้ การสอน “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ภายนอกและภายในประเทศไทย. *วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 34(2), 269–282.
- สุพธิชา จำรัส และ นฤมล ยุคาคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 29(3), 228–239.
- อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ สุรพล วิเศษสรรงค์ และ เฉลิมพล กาญจนวรินทร์. (2558). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์. *วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 36(2), 308–321.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conception of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087–2017.
- Akerson, V. L., Weiland, I. S., Nargund-Joshi, V., & Pongsanon, K. (2014). Becoming an elementary teacher of nature of science: Lesson learned for teaching elementary science. In M. Dias, C. J. Eick, & L. Brantley-Dias (Eds.), *Science teacher educator as K-12 teachers: Practicing what we teach* (pp. 71–87). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans* (online). Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>.

- Bektas, O., Ekiz, B., Tuysuz, M., Kutucu, E. S., Tarkin, A., & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2013). Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge of the nature of science in the particle nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 201–213.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Cullen, T. A., Akerson, V. L., & Hanson, D. L. (2010). Using action research to engage K-6 teachers in nature of science inquiry as professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 21(8), 971–992.
- Dogan, N., Cakiroglu, J., Bilican, K., & Cavus, S. (2013). What NOS teaching practice tell us: A case of two science teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 424–439.
- Faikhanta, C. (2013). The development of in-service science teachers' understandings of and orientations to teaching the nature of science within a PCK-based NOS course. *Research in Science Education*, 43(2), 847–869.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145–167.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. Z. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conception of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–518.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol.II) (pp. 600–620). New York, NY: Routledge.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95–132). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education* (pp.53–70). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Sarieddine, D., & BouJaoude, S. (2014). Influence of teachers' conceptions of the nature on classroom practice. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(2), 135–151.
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205–236.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(1), 4–14.
- Wahbeh, N., & Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the translation of nature of science understandings into instructional practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425–466.

Translated Thai References

- Chamrat, S., & Yutakom, N. (2008). Chemistry teachers' understanding and practices of the nature of science when teaching atomic structure concepts. *Kasetsart Journal: Social Sciences*, 29(3), 228–239. [in Thai]

- Jituafua, A., Pongsophon, P., Visetson, S., & Kanchanawarin, C. (2015). Pre-Service science teachers' understanding of nature of science and ability to integrate nature of science into teaching. *Kasetsart Journal: Social Sciences*, 36(2), 308–321. [in Thai]
- Ladachart, L., Suttakun, L., & Faikhamta, C. (2013). A critical difference between the promotion of “nature of science” instruction outside and inside Thailand. *Kasetsart Journal: Social Sciences*, 34(2), 269–282. [in Thai]
- Sutakun, L., Yutakom, N., & Vajarasathira, B. (2011). A case study of understanding of the nature of science by elementary teachers and their teaching practices. *Kasetsart Journal: Social Sciences*, 32(3), 458–469. [in Thai]