

ความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ หาความรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ Science Student Teachers' Understanding and Teaching Practices of Inquiry Approach

เอมอร วันเอก^{1,*} นฤมล ยุตากม² และ ชีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์³
Aimon Wanaek^{1,*}, Naruemon Yutakom² and Teerasak Veerapasong³

ABSTRACT

This study explored what science student teachers understood about inquiry science teaching and teaching practice in their field. The participants were six science student teachers who were practicing their teaching according to the National Science Curriculum Standards, B.E. 2551 at the junior high school level. Data from semi-structured interviews, observations and field notes, and analysis of lesson plan documents were triangulated. Analytic induction was used for data analysis. The results revealed that the concept of inquiry science teaching was partially understood with a specific misconception. From the observations, some of the discrepancies in their teaching practices were: they did not allow students to define the problems to be investigated, they did not allow students to analyze the investigation process and the survey questions used for examination, and the lack of feedback and guidance regarding the students' own conclusions. There was also a lack of teaching that reflected on scientific inquiry which should emphasize students defining questions, examining, and problem solving. The findings could be applied for developing methods of instruction in a science course to promote understanding and microteaching practice by focusing on activities using the scientific process and by reflecting on the nature of the acquisition of scientific knowledge and using various evaluation methods.

Keywords: understandings about inquiry science teaching, inquiry science teaching practices, science student teachers

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900.

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.

³ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900.

Department of Physics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author, e-mail: g5186051@ku.ac.th, aimona2008@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่อยู่ระหว่างฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง การสังเกตการปฏิบัติการสอน การบันทึกภาคสนามและการวิเคราะห์เอกสาร แผนการจัดการเรียนรู้ใช้ในการตรวจสอบแบบสามเส้าเกี่ยวกับความเข้าใจและการปฏิบัติการสอน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ การปฏิบัติการสอนที่คลาดเคลื่อนพบว่า ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ครูขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับ และขาดการนำให้นักเรียนสรุป และยังขาดประเด็นสำคัญของการสอนที่เป็นการสะท้อนถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การเน้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบและแก้ปัญหา ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้มีกิจกรรมที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการประเมินผลหลากหลายวิธี

คำสำคัญ: ความเข้าใจการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ การปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์

แบบสืบเสาะหาความรู้ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

บทนำ

ความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ จากผลงานวิจัยกรณีศึกษาแสดงให้เห็นว่าแนวคิดของครูเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ และการใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นสิ่งสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์ (Carnes, 1997; Crawford, 2000; Wallace & Kang, 2004) ปัจจัยสำคัญของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ ครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูเป็นปัจจัยหลักในการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจะมีบทบาทในการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ทั้งการจัดทำแผนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พัฒนาสื่อและอื่นๆ ดังนั้น ครูจึงต้องมีความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ มีทั้งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ รู้และใช้วิธีการสอนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา มีเทคนิคการสอน และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนได้เป็นอย่างดี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544; National Research Council [NRC], 1996; Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2006)

เมื่อพิจารณาสถานการณ์ด้านการศึกษาของไทยในช่วงปีการศึกษา 2544–2551 ที่ผ่านมา พบว่าผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกวิชา โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการประเมินนักเรียนในโครงการ PISA ที่พบว่า นักเรียนไทยมีความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ เช่นเดียวกับโครงการ TIMSS ประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พบว่าทั้งสองวิชาต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและคะแนนยังลดลงจากปีก่อน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา [สกสศ.], 2551)

ทั้งนี้ ได้มีผลการวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งได้แก่ ปัจจัยคุณภาพของครูวิทยาศาสตร์ เทคนิควิธีการสอนและการจัดกระบวนการเรียนรู้ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักการคิดวิเคราะห์ ขาดรูปแบบวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม และขาดครูที่มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอน (สกส., 2551)

ในมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) ได้กำหนดมาตรฐานในเรื่องธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีใจความว่า ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งตัวบ่งชี้ข้อหนึ่งระบุว่า ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และใช้การสำรวจตรวจสอบเป็นวิธีการในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Education Standards [NSES]) (NRC, 1996) และเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993) ที่ได้ให้ความสำคัญในเรื่องความจำเป็นสำหรับครูในการแนะแนวทางให้นักเรียนในการปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบวิทยาศาสตร์ ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และปฏิบัติการสอนนักเรียนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง มากกว่าการมุ่งความสนใจไปยังกฎ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ครูจำเป็นต้องเข้าใจและมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเช่นกัน จึงเป็น

เรื่องสำคัญมากที่ครูจะได้เรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะนำไปใช้ในห้องเรียน (Morrison, 2007)

จากความสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของครูวิทยาศาสตร์และปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนของนักศึกษาคูวิทยาศาสตร์ภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ในรายวิชาตามหลักสูตรกำหนดแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบจุดแข็ง จุดอ่อนของความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาคูวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการสอนรายวิชาและหลักสูตรการเตรียมนักศึกษาคูวิทยาศาสตร์ให้พร้อมที่จะปฏิบัติการฝึกสอน ผลการวิจัยที่ได้ในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์โดยตรงกับผู้สอนรายวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในสถาบันผลิตครู เพื่อให้นักศึกษาคูวิทยาศาสตร์สามารถสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเช่นกัน

การตรวจสอบเอกสาร

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้นำเสนอไว้ใน NSES ได้กล่าวว่า “การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงวิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาธรรมชาติเกี่ยวกับโลกและนำเสนอคำอธิบายโดยอาศัยหลักฐานที่ได้จากการทำงาน การสืบเสาะหาความรู้ยังหมายถึงกิจกรรมที่นักเรียนใช้ในการพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาธรรมชาติเกี่ยวกับโลก” (NRC, 1996) ดังนั้น ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ (NRC, 2000)

ได้แก่ 1) ทำการสังเกต 2) แสดงความอยากรู้อยากเห็นโดยการตั้งคำถาม 3) รวบรวมหลักฐานโดยใช้เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ 4) ใช้งานวิจัยก่อนหน้านี้ประกอบการเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอการอธิบายที่เป็นไปได้ต่อสาธารณะโดยอาศัยหลักฐาน 5) พิจารณาหลักฐานใหม่และเพิ่มเติมหลักฐานใหม่ที่ค้นพบได้ลงในการอธิบาย และ 6) ประกาศการอธิบายนั้นให้เป็นที่ทราบโดยทั่วกัน

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีลักษณะสำคัญคือ เป็นการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) ที่ประเมินความก้าวหน้าของการเรียนโดยพิจารณาจากการพัฒนาทักษะเชิงทดลองและเชิงวิเคราะห์มากกว่าความรู้ที่นักเรียนมี ซึ่งเริ่มต้นด้วยคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ สะท้อนถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริง เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการสอนที่ตระหนักถึงการสร้างความรู้ใหม่ และเป็นสิ่งที่ต้องทำเฉพาะบุคคล เมื่อพิจารณาบทบาทผู้เรียนและผู้สอนแล้ว พบว่าลักษณะสำคัญการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา มีส่วนร่วมในการสะท้อนความคิด ถามคำถาม ระบุและเผชิญปัญหา ตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบและแก้ปัญหา เหมือนกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สืบเสาะหาความรู้ นำการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในห้องปฏิบัติการ ห้องทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ในห้องสมุดและในการอภิปรายกับเพื่อนร่วมงาน ผู้เรียนเป็นผู้เริ่มต้นวางแผนการจัดการเรียนการสอน ลงมือแสวงหาความรู้ เปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้สามารถรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่หรือมองเห็นภาพและสามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน เพื่อนำมาประมวลผลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ส่วนผู้สอนเป็นเพียงผู้เตรียมข้อมูล

เอกสารความรู้ต่างๆ ที่มีคนศึกษาค้นคว้ามาแล้ว เตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา ทำหน้าที่ผู้ช่วยและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน (AAAS, 1993; Deboer, 2006)

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่ได้ผ่านการเรียนรู้รายวิชาตามหลักสูตรกำหนด โดยมีคำถามวิจัยดังนี้

1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร
2. การปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนขณะออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไร
3. ความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์สอดคล้องกันอย่างไร

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงธรรมชาติ (naturalistic research) เป็นการวิจัยที่มีการบรรยายเชิงลึก (thick description) เกี่ยวกับพฤติกรรมในบริบทที่ศึกษา ซึ่งเครื่องมือการวิจัยที่สำคัญในการวิจัยเชิงธรรมชาตินี้ได้แก่ ผู้วิจัย โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างข้อสรุปของการวิจัยมากกว่าการทดสอบสมมติฐาน (Cohen, Manion, & Morrison, 2001)

กลุ่มที่ศึกษา

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู วิทยาศาสตร์จากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ แห่งหนึ่งในภาคเหนือของประเทศไทย ในโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนละ 2 คน จำนวน 3 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 6 คน ได้แก่ สนธยา พิณสุดา เพ็ญพร ทิพากร อมรรรัตน์ และณัฐนันท์ ซึ่งทั้งหมดเป็นนามสมมติเพื่อปกป้องไม่ให้ผู้ให้ข้อมูลเกิดความเสียหาย ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทุกคนผ่านการเรียนรายวิชา วิชาชีพครู วิชาเฉพาะ และวิชาการสอนมาแล้วก่อน ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วิธีการ/เครื่องมือในการวิจัย

วิธีการ/เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกต และการวิเคราะห์เอกสาร แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างใช้ในการสัมภาษณ์ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบบันทึกภาคสนามใช้ในการบันทึกกิจกรรมการเรียนการสอน โดยละเอียดจากการสังเกตการปฏิบัติการสอน วิทยาศาสตร์ และแบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ /แผนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ ของนฤมลและพรทิพย์ (2550)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในการ สัมภาษณ์ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องบันทึกเสียงการ สัมภาษณ์ประกอบการพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ 1 แผนต่อการสัมภาษณ์คนละ 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้น จำนวน 6 ครั้ง ใช้การสังเกตการปฏิบัติการสอน นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ และการบันทึกภาพวีดิทัศน์การสอนจำนวนคนละ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันเป็นเวลา 1 เดือน และรวบรวม

แผนการจัดการเรียนรู้ในการปฏิบัติการสอนแต่ละ ครั้งของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์รวมทั้งสิ้นจำนวน 18 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการถอดความ จากเครื่องบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ของนักศึกษาครู วิทยาศาสตร์แต่ละคน โดยการจำแนกประเภทข้อมูล ระดับจุลภาค (micro typological analysis) ซึ่ง เป็นการวิเคราะห์กลุ่มคำหรือประโยค และทำการจัด กลุ่มคำหรือประโยคที่คล้ายกันหรือมีความหมาย ใกล้เคียงกันเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ จากบันทึกการสังเกตการปฏิบัติการสอนโดยการถอด เทปบันทึกภาพวีดิทัศน์ด้วยวิธีการจำแนกประเภท ข้อมูลในระดับเหตุการณ์หรือการวิเคราะห์เหตุการณ์ (event typological analysis) ซึ่งจำแนกเป็นประเภท หรือชนิดต่างๆ ที่เป็นขั้นตอนของเหตุการณ์ที่ ต่อเนื่องกันไป เป็นการจัดระเบียบของข้อมูลเพื่อให้ อยู่ในลักษณะที่บ่งชี้ลักษณะ กระบวนการ และความ เป็นเหตุผลของเหตุการณ์ได้ชัดเจนขึ้น ทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลแบบสามเส้า จากนั้น นำมาตีความและสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (analytic induction) (สุภางค์, 2549) ประกอบการวิเคราะห์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการปฏิบัติการสอน

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การนำเสนอผลการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น สามส่วนคือ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ 2) การปฏิบัติการสอนประกอบ การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษา ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ และ 3) ความ สอดคล้องของความเข้าใจกับการปฏิบัติการสอน วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยที่การ อภิปรายผลการวิจัยใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการสอน วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry science

teaching) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; NRC, 1996, 2000) ผลการวิจัยและการอภิปรายผลเป็นดังนี้

ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ใน 3 ประเด็นคือ ความเข้าใจเกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ และปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ระหว่างการออกฝึกปฏิบัติการสอนพร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไข พบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คนมีความเข้าใจที่สอดคล้องเพียงบางส่วนและไม่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังต่อไปนี้

1. การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

นักศึกษาคูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจเกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เมื่อนำผลการให้สัมภาษณ์มา

วิเคราะห์โดยการจำแนกข้อมูลระดับคุณภาพของคำให้สัมภาษณ์ที่สอดคล้องกันสามารถจำแนกได้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคำตอบจากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ สามารถจัดกลุ่มความเข้าใจของนักศึกษาคูวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นความเข้าใจของนักศึกษาคูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คนที่เข้าใจสอดคล้องกันว่าการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ใช้การสังเกตและการทดลอง ตัวอย่างของคำให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาคูวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า

“อาศัยหลักการ นิยส่วนตัวของนักวิทยาศาสตร์คือต้องเป็นคนช่างสังเกตก่อน อยากที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ .

.. อยากรู้ อยากเห็น เมื่อเจอปัญหาแล้วก็อยากรู้คำตอบ อยากค้นหาคำตอบว่าสิ่งที่ตนเองเจอ ปัญหาที่ตนเองเจอ แนวทางหรือว่าคำตอบเป็นอย่างไร” (พินสุดา)

“อันดับแรกต้องมาจากการสังเกตแล้วตั้งคำถามในใจว่า ทำไมถึงเป็นอย่างนั้น ต่อมาก็อยากรู้คำถาม จากนั้นก็เริ่มดำเนินการที่จะแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์อยากรู้ว่า

ตารางที่ 1 ผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ศึกษา	คำตอบจากการสัมภาษณ์					ประเด็นอื่นๆ
	การสังเกต	การตั้งปัญหา / ตั้งคำถาม	การตั้งสมมติฐาน	การทดลอง / ทดลองซ้ำ	การลงข้อสรุป	
สนธยา	✓	✓	✓	✓	✓	การขยายความรู้โดยการเผยแพร่
พินสุดา	✓	✓	-	✓	-	นักวิทยาศาสตร์มีความอยากรู้อยากเห็น
เพ็ญพร	✓	✓	-	✓	✓	การเปรียบเทียบข้อมูลของตนเองกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ
ทิพากร	✓	✓	-	✓	-	-
อมรรัตน์	✓	✓	-	✓	-	การสืบทอดความรู้ที่ได้มาและนำความรู้นั้นมาสื่อสารระหว่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน
ฉัฐนันท์	✓	-	-	✓	✓	การนำเสนอข้อสรุปจนเป็นที่ยอมรับ

มันจะเป็นอย่างที่เขาคิดหรือเปล่า โดยวิธีการสังเกตหรือคิดตามสิ่งที่เขาต้องการ” (อมรัตน์)

กลุ่มที่ 2 เป็นความเข้าใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ใน 6 คนเข้าใจสอดคล้องกันว่า นักวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการตั้งปัญหาหรือระบุคำถามให้ชัดเจน ตัวอย่างของคำให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์คนหนึ่งที่ว่า

“เขาดังคำถามกับตัวเองก่อน หรือว่าอาจจะสังเกตมาก่อน แล้วก็ตั้งปัญหาว่ามันเป็นอย่างไร อย่างเช่น ฝนตกฟ้าร้อง ทำไมถึงมีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น” (ทิพากร)

กลุ่มที่ 3 เป็นความเข้าใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ 3 ใน 6 คน ที่เข้าใจสอดคล้องกันว่า นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองซ้ำจนได้ข้อสรุปจากการศึกษาค้นคว้า ตัวอย่างของคำให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์คนหนึ่งที่ว่า

“ค้นคว้าโดยการสังเกต สืบเสาะหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ห้องสมุด สังเกตจากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวทำการทดลอง แล้วก็สรุปผล” (ณัฐนันท์)

กลุ่มที่ 4 เป็นความเข้าใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์เพียงคนเดียวเท่านั้นที่เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์กำหนดสมมติฐาน โดยนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์กล่าวว่า

“เริ่มแรกเลยก็ต้องมีการสังเกต สังเกตแล้วก็ตั้งปัญหามา ได้ปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานขึ้นมา... จากนั้นทำการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ” (สนธยา)

นอกจากนี้ ยังมีประเด็นความเข้าใจที่นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ได้ระบุเพิ่มเติมและแตกต่างจากคนอื่น กล่าวคือ สนธยาและทิพากรเข้าใจว่าต้องมีการขยายความรู้ มีการสืบทอดความรู้ที่ได้คือเอาความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่ พิณสุคนธ์เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนอยากรู้อยากเห็นเมื่อเจอปัญหา ส่วนเพ็ญพรเข้าใจว่าเมื่อได้ข้อมูลมาจะต้องนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม และณัฐนันท์เข้าใจว่าเมื่อได้ข้อสรุปมาแล้วจะต้องมีการนำเสนอข้อสรุปนั้นจนเป็นที่ยอมรับ

จะเห็นได้ว่าโดยภาพรวมความเข้าใจใน

ประเด็นนี้เป็นความเข้าใจสอดคล้องบางส่วน (partial understanding) (Haidar, 1997; Brickhouse, Dagher, Letts IV, & Shipman, 2000) หมายถึง คำตอบของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบเป็นไปตามคำตอบที่คาดหวัง ส่วนองค์ประกอบอื่นไม่กล่าวถึง กล่าวคือ มีความเข้าใจที่สอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ตามที่เสนอไว้ใน NSES (NRC, 2000) ในประเด็นที่ว่า นักวิทยาศาสตร์ทำการสังเกต แสดงความอยากรู้อยากเห็นโดยการตั้งคำถาม มีการนำเสนอการอธิบายที่เป็นไปได้ต่อสาธารณะ แต่ยังขาดความเข้าใจในประเด็นเกี่ยวกับการรวบรวมหลักฐานโดยใช้เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ใช้ผลการศึกษามีมาก่อนประกอบการเก็บรวบรวมข้อมูลพิจารณาหลักฐานใหม่ เพิ่มเติมหลักฐานใหม่ที่ค้นพบได้ลงในการอธิบาย และประกาศการอธิบายนั้นให้เป็นที่ทราบโดยทั่วกัน

2. การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นความเข้าใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์เพียงคนเดียวที่เข้าใจว่า ครูนำตัวอย่างหรือสถานการณ์ต่างๆ มาให้นักเรียนดู ส่วนนักเรียนเป็นผู้สังเกต เกิดความสงสัยและตั้งปัญหา คิดค้นหาคำตอบ ลงมือปฏิบัติการทดลองโดยการค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ นำมาสรุปเป็นความรู้และนำไปขยายความรู้ โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม จะเห็นได้จากคำให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่ว่า

“การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างเช่น ครูจะนำตัวอย่าง นำสถานการณ์ต่างๆ มาให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างแล้วให้นักเรียนสังเกต เมื่อเขาสังเกตเขาจะเกิดปัญหาเกิดคำถามขึ้นในใจ แล้วเขาก็จะตั้งปัญหามาถามครูหรือว่าถามผู้รู้... เมื่อเขามีการสังเกตตั้งปัญหาเขาก็จะสงสัย แล้วก็ทำให้เขาคิดค้นหาคำตอบโดยการลงมือทำการทดลองโดยค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ แล้วเขาก็จะนำมาสรุปเป็นความรู้ นำไป

ขยายความรู้ก่อน... ขยายความรู้ก็อย่างเช่น การแยกสาร ถ้าสมมติว่าเขาค้นคว้าเรื่องการกรองก็จะนำไปสรุป เป็นองค์ความรู้ไปขยายความรู้ก็คือ การกรองสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้ในชีวิตประจำวัน หลังจากนั้นเขาจะเอาความรู้ที่ได้ทั้งหมดมาสรุป เป็นองค์ความรู้ของเขาเอง” (คำให้สัมภาษณ์ของ สนธยา)

จากคำให้สัมภาษณ์พบว่าสอดคล้องกับที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลายในส่วนกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูนำพืชตัวอย่างมาให้ให้นักเรียนดูพร้อมทั้งตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการสกัดด้วยตัวทำละลาย แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อทำการทดลอง นำเสนอผลการทดลอง และอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป จะเห็นได้ว่าความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของสนธยาเป็นการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นสร้างสถานการณ์และให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ต่างๆ และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (Hogan & Berkowitz, 2000)

กลุ่มที่ 2 เป็นความเข้าใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ 2 ใน 6 คน ที่เข้าใจสอดคล้องกันว่า ครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงานกลุ่ม ครูแนะแหล่งค้นคว้า แหล่งสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียนว่าถ้าต้องการศึกษาเรื่องนี้ควรไปหาข้อมูลจากแหล่งใด และเสนอแนะกับนักเรียนว่าควรจะนำข้อมูลมาจากหลายๆ แหล่ง แล้วนำมาปรับปรุง ดัดแปลงตามความเข้าใจและเป็นความคิดของนักเรียนเอง จะเห็นได้จากตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์คนหนึ่งทีกล่าวดังนี้

“...ในความคิดตอนนี้ ก็คือเป็นการแนะ ตอนแรกก็คือเราสั่งงาน อย่างเช่น รายงานเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เด็กแล้วเราก็ก่อนแนะวิธีการให้เขา...แนะแหล่งค้นคว้า แหล่งสืบเสาะหาความรู้ให้เขาว่าเรื่องนี้ควรจะศึกษา

จากที่ใดได้บ้าง และอธิบายให้เขาเข้าใจว่า สืบเสาะหาความรู้ อย่างเช่นในอินเทอร์เน็ต เข้าไปค้นหาข้อมูลไม่ควรจะเอามาจากแหล่งเดียว ควรนำมาจากหลายๆ แหล่งแล้วนำมาปรับปรุง มาดัดแปลงให้อยู่ในความเข้าใจเป็นความคิดของนักเรียนเอง อย่างเช่น ถ้าในหนังสือ หากจากในหนังสือเอามาเปรียบเทียบกับหรือว่ามีอะไรที่เพิ่มเติม เอาส่วนนั้นมาใส่ในรายงานเพิ่ม” (คำให้สัมภาษณ์ของเพ็ญพร)

ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของเพ็ญพรและทิพากรสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ketsing (2010) ในเรื่องของความเข้าใจการสอนวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาเกี่ยวกับบทบาทครูและนักเรียนที่ระบุว่าครูควรมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง เป็นผู้สร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียน เป็นผู้ดำเนินการทำกิจกรรม และเป็นผู้อำนวยความสะดวก ส่วนนักเรียนเป็นผู้คิดและทำการสำรวจตรวจสอบอย่างคล่องแคล่ว

กลุ่มที่ 3 เป็นความเข้าใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ 3 ใน 6 คน ที่เข้าใจสอดคล้องกันว่า ครูให้ความรู้ ทฤษฎีหรือข้อมูลเบื้องต้นกับนักเรียนในห้องเรียนก่อน จากนั้นครูมอบหมายงานให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มโดยให้ไปศึกษาค้นคว้าหรือสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้า สืบค้นเพิ่มเติมแล้ว ครูให้นักเรียนนำข้อมูลเหล่านั้นมานำเสนอให้กับครูและเพื่อนได้เรียนรู้ร่วมกัน จะเห็นได้จากตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์คนหนึ่งทีกล่าว่า

“เป็นวิธีการสอนที่จะเน้นให้เด็กสืบเสาะหาความรู้เองหรือครูสอนอาจจะให้หัวข้อหรือว่าให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่เด็กก่อน แล้วครูผู้สอนก็มอบหมายงานหรือมอบหมายหัวข้อค้นคว้าเพิ่มเติมให้เด็กไปค้นคว้าเพิ่มเติมทีหลัง ถ้าสมมติว่าเด็กไปค้นคว้าเพิ่มเติมมาแล้ว มีข้อมูลบางส่วนหรือข้อมูลส่วนไหนที่เด็กยังไม่เข้าใจ ครูผู้สอนอาจจะนำมาเพิ่มเติมให้ในช่วงสรุปสุดท้ายของการสอนท้ายชั่วโมง” (คำให้สัมภาษณ์ของพินิตดา)

ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมในประเด็นนี้เป็นความเข้าใจถูกต้องบางส่วน กล่าวคือ นักศึกษาคูวิทยาสาตร์มีความเข้าใจแต่เพียงว่าครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงานกลุ่ม คำกล่าวเหล่านี้เป็นมุมมองแบบดั้งเดิมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นกระบวนการของการสำรวจตรวจสอบ (Wang & Lin, 2008) แต่คำตอบที่ได้ไม่ได้สะท้อนลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตัวอย่างเช่น ครูควรเข้าใจว่า ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนกำหนดคำอธิบายจากหลักฐานและผู้เรียนสื่อสารและแสดงการอธิบาย (NRC, 2000) เป็นต้น

3. ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และแนวทางแก้ไข

จากการฝึกประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคูวิทยาสาตร์ที่ผ่านมา นักศึกษาคูวิทยาสาตร์ต่างก็พบกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของตน ซึ่งนักศึกษาคูวิทยาสาตร์ได้บอกถึงปัญหาของตนเองพร้อมทั้งแนวทางแก้ไข สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 การปฏิบัติการทดลอง เป็นปัญหาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลอง และการสรุปผลการทดลองของนักเรียน โดยพบว่านักเรียนใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกวิธีและไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ถึงปัญหาพร้อมทั้งแนวทางแก้ไขของนักศึกษาคูวิทยาสาตร์คนหนึ่งที่ว่า

“ในการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนยังใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกวิธี และนักเรียนไม่สามารถสรุปผลการทดลองเป็นคำพูดให้ครูฟังได้ แนวทางแก้ไขก็คือก่อนที่จะทำการทดลองครูจะต้องแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์หรือว่าสารเคมีทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฟังก่อน อาจมีการสาธิตให้นักเรียนดูหนึ่งรอบ ช่วงแรกๆ ครูจะสรุปผลการทดลองให้นักเรียนฟังก่อนว่าที่ครูสอนไปหรือที่นักเรียนทำการทดลอง

ไปครูจะสรุปว่าอย่างไร แต่ช่วงหลังๆ มาจะฝึกให้นักเรียนสรุปเอง” (คำให้สัมภาษณ์ของสนธยา)

3.2 พฤติกรรมการเรียน / ความรับผิดชอบ

เป็นปัญหาเกี่ยวกับความรับผิดชอบและพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยพบว่านักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ถึงปัญหาพร้อมทั้งแนวทางแก้ไขของนักศึกษาคูวิทยาสาตร์คนหนึ่งที่ว่า

“นักเรียนบางคนไม่เข้าพวก ชอบเล่น ชอบคุยกับเพื่อน ไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม บางครั้งนักเรียนกลุ่มนี้จะไม่ทำกิจกรรมอะไรร่วมกับเพื่อนเลย ไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย ไม่มีงานมาส่งแนวทางแก้ไขคือ ครูจะเข้าไปช่วยนักเรียนกลุ่มนี้ก่อน โดยให้นักเรียนเป็นตัวหลักของกลุ่มแล้วให้เพื่อนๆ ช่วย จากนั้นก็ให้นักเรียนทำในสิ่งที่เพื่อนๆ ได้ทำ ให้นักเรียนทำเองแล้วให้เพื่อนๆ ช่วย และครูคอยกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถาม” (คำให้สัมภาษณ์ของทิพาพร)

3.3 วิธีการเรียน เป็นปัญหาของนักเรียนที่

ต้องการเรียนรู้จากการบอกของครู อาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นผู้คอยรับเพียงฝ่ายเดียว ไม่ต้องการที่จะเรียนรู้และศึกษาด้วยตนเอง ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ถึงปัญหาพร้อมทั้งแนวทางแก้ไขของนักศึกษาคูวิทยาสาตร์คนหนึ่งที่ว่า

“นักเรียนไม่ต้องการจะสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องที่เรียนและไม่ชอบที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ต้องการให้ครูบอกคำตอบ แนวทางแก้ไขคือ ให้งานไปทำที่บ้าน ไปสืบเสาะหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่นที่ไม่ใช่ห้องเรียน” (คำให้สัมภาษณ์ของณัฐนันท์)

จากปัญหาที่พบในแต่ละข้อจะเห็นได้ว่า เป็นปัญหาที่นักศึกษาคูวิทยาสาตร์มองว่าเป็นปัญหาที่เกิดจากตัวนักเรียน ซึ่งปัญหาการปฏิบัติการทดลอง พฤติกรรม/ความรับผิดชอบ และวิธีการเรียนนั้น ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพาและภาวิณี (2545) และ ชาตรีและวรรณทิพา (2548) ที่พบว่า นิสิตมีปัญหาด้านตัวนักเรียนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียน ความรับผิดชอบของนักเรียนที่ได้รับ

มอบหมาย ความสนใจในการเรียนของนักเรียน นักเรียนขาดวินัยในตนเองและความพร้อมที่จะเรียน

การปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

การนำเสนอผลการวิเคราะห์การปฏิบัติการสอนในประเด็นที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับ กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (NRC, 2000) โดยการจำแนกข้อมูลระดับเหตุการณ์จากการสังเกต การปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ประกอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอนแต่ละครั้ง มีดังต่อไปนี้

1) การปฏิบัติการสอนที่สอดคล้องกับ กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 เมื่อมีการถามคำถามกับนักเรียน ครูใช้เวลาให้นักเรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งรีบในการตอบ จากตัวอย่างการสอนของสนธยาเรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย เช่นเดียวกัน กล่าวคือภายหลังจากที่ครูได้ตั้งคำถามกับนักเรียน ครูได้ให้โอกาสและเวลานักเรียนคิดก่อนตอบคำถาม เพื่อที่จะตอบคำถามของครู นักเรียนบางคนตอบได้ถูกต้อง บางคนมองเห็นต่างไปจากเพื่อนจึงตอบคำถามได้ไม่ถูกต้อง

1.2 ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มในการสำรวจตรวจสอบ จากการสอนที่มีทั้ง การปฏิบัติการทดลองและไม่มีการปฏิบัติการทดลอง ครูจะส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ กล่าวคือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มในการทำงาน เช่น ระดมสมองในการคิดหาคำตอบ ช่วยกันปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองร่วมกัน อภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง ตลอดจนการนำเสนอผลงานของนักเรียนต่อเพื่อนหน้าชั้นเรียน

1.3 ครูทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา อำนาจความสะดวกในการเรียนรู้ การสังเกตการทำงานของนักเรียน และการเอาใจใส่ สนใจการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างเช่น เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยในเรื่องของการใช้อุปกรณ์และสารเคมีระหว่างลงมือปฏิบัติการทดลอง ครูจะคอยตอบคำถามและอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองและวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองต่างๆ นอกจากนั้นในระหว่างที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ซึ่งต้องใช้เวลาในการรอเพื่อสังเกตผลการทดลอง นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทุกคนได้เห็นสังเกตการทำงานของนักเรียนโดยทั่วทุกกลุ่ม เพื่อคอยดูว่านักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยในระหว่างการปฏิบัติการทดลองหรือไม่ อย่างไร

1.4 ครูส่งเสริมให้นักเรียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ด้วยการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดและการทำงานของนักเรียนต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์บางคนส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของตนเองโดยการให้นักเรียนสร้างข้อสรุปจากการศึกษาไปความรู้หรือสรุปผลการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง ตัวอย่างเช่น ภายหลังจากที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองสังเกตและบันทึกผลการทดลองแล้ว ครูให้นักเรียนสร้างข้อสรุปจากผลการทดลองที่ได้ แล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนให้เพื่อนๆ และครูได้อภิปรายให้ข้อคิดเห็น

1.5 ครูใช้ทักษะกระบวนการหลากหลายในขั้นตอนการสอน จากกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง โดยครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติการทดลอง ทั้งทักษะการสังเกต ทักษะการทดลองและทักษะการตีความและลงข้อสรุป จะเห็นได้ว่าครูใช้ทักษะกระบวนการที่หลากหลายในการจัดการที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดและเกี่ยวกับขั้นตอนการสอน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คน ปฏิบัติการสอนโดยมีกิจกรรมที่สอดคล้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (NRC, 1996) กล่าวคือเมื่อมีการถามคำถามกับนักเรียน ครูใช้เวลาให้นักเรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งรีบในการ

ตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ในการสำรวจตรวจสอบ ครูทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ สังเกตการทำงานของนักเรียน และเอาใจใส่สนใจการเรียนรู้ของนักเรียน และนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ 4 ใน 6 คน ส่งเสริมให้นักเรียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดและการทำงานของนักเรียนต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน และใช้ทักษะกระบวนการหลากหลายในขั้นตอนการสอน แต่ยังคงขาดประเด็นสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry approach) ที่เป็นการสะท้อนถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบและแก้ปัญหา เหมือนกับที่นักวิทยาศาสตร์นำการสืบเสาะหาความรู้และการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในห้องปฏิบัติการ ห้องทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ในห้องสมุดและในการอภิปรายกับเพื่อนร่วมงาน ส่วนนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่คล้ายกันในห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (AAAS, 1993; NRC, 2000; Deboer, 2006)

2. การปฏิบัติการสอนที่ไม่สอดคล้องกับกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ครูไม่สร้างความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นให้กับนักเรียน โดยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด จากการสังเกตการปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คนพบว่า ครูใช้คำถามที่เป็นคำถามที่ไม่ได้ให้นักเรียนได้คิดแต่เป็นคำถามที่เกิดจากความรู้ความจำของนักเรียน โดยคำถามส่วนใหญ่จะใช้คำถามว่า “อะไร” ตัวอย่างเช่น เหตุการณ์การนำเข้าสู่บทเรียนของสนทนาในการสอนเรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย ที่ครูนำภาพเกี่ยวกับการแยกสารด้วยวิธีแตกต่างกันมาให้ให้นักเรียนดู แล้วตั้งคำถามกับนักเรียนว่า ภาพที่นักเรียนเห็นเป็นภาพอะไร เมื่อนักเรียนทราบว่าสิ่งที่ครูนำมาให้ดูคืออะไร นักเรียนก็สามารถตอบคำถามได้

2.2 ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหา วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ

ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ จะเห็นได้จากการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทุกคน ส่วนใหญ่กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีแนวทางในการปฏิบัติการทดลองจากใบกิจกรรมที่ครูเตรียมมาให้แก่นักเรียนในเรื่องที่จะทำการเรียนการสอนในครั้งนั้นๆ ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสในการเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ เนื่องจากในใบกิจกรรมได้กำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนไว้แล้ว นักเรียนเป็นเพียงผู้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ครูได้กำหนดไว้ในใบกิจกรรม

2.3 ครูขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับ กล่าวคือเมื่อนักเรียนนำเสนอผลสรุปของตนเองต่อหน้าชั้นเรียนให้เพื่อนและครูฟังเสร็จแล้ว นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์บางคนไม่มีการสะท้อนผลให้นักเรียนฟังว่าสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ นั้นมีความถูกต้องหรือไม่ถูกต้องอย่างไร

2.3 ครูขาดการนำให้นักเรียนสรุป กล่าวคือเมื่อนักเรียนนำเสนอข้อมูลเสร็จแล้ว ครูไม่ได้นำให้นักเรียนได้ทำการสรุปข้อความรู้ในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้ในครั้งนั้นด้วยตัวนักเรียนเอง โดยปล่อยให้ เป็นหน้าที่ของนักเรียนไปอ่านจากหนังสือหรือค้นคว้าหาความรู้จากเอกสาร หรือแหล่งความรู้อื่นๆ เพิ่มเติมด้วยตัวนักเรียนเอง

กล่าวโดยสรุปได้ว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คน ไม่สร้างความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นให้กับนักเรียน โดยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด แต่คำถามที่ใช้จะเป็นคำถามที่เป็นการถามความรู้ความจำ ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหา วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ โดยครูจะเป็นผู้ออกแบบการทดลองแล้วให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับและขาดการนำให้นักเรียนสรุป ซึ่งการสรุปบทเรียนหรือการปฏิบัติการทดลองแต่ละครั้งครูจะมีคำถามท้ายการทดลองให้นักเรียนได้สรุปด้วยตัวนักเรียนเองจากการ

ตอบคำถาม การปฏิบัติเช่นนี้ไม่สอดคล้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (NRC, 1996, 2000)

ความสอดคล้องระหว่างความเข้าใจกับการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาผลการสัมภาษณ์ความเข้าใจและการสังเกตการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการปฏิบัติการสอนแต่ละครั้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มีประเด็นที่แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกันได้ชัดเจน ดังต่อไปนี้

1. **ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มในการสำรวจตรวจสอบ** ผลการสัมภาษณ์ความเข้าใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คนระบุว่าในการสอนแต่ละครั้งจะจัดให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม สอดคล้องกับผลการสังเกตการปฏิบัติการสอนและที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ได้แบ่งกลุ่มนักเรียนในการทำงานและปฏิบัติการทดลองในห้องเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ketsing (2010) ในเรื่องความเข้าใจการสอนวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ในส่วนการทำงานกลุ่มที่ระบุว่านักเรียนควรเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการทำงานกลุ่ม

2. **ครูทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา อำนาจความสะดวกในการเรียนรู้ การสังเกตการทำงานของนักเรียน และ สนใจการเรียนรู้ของนักเรียน** จากผลการสัมภาษณ์พบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คนเข้าใจสอดคล้องกันว่า ครูเป็นผู้แนะนำให้คำปรึกษามอบหมายงาน คอยชี้แนะแนวทาง แนะนำวิธีการ ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติค้นคว้าหาความรู้ เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาเนื้อหา สืบค้นข้อมูลด้วยตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการสังเกตการปฏิบัติการสอน

และที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองหรือทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายในห้องเรียน นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทุกคนได้เดินดูการทำงาน คอยให้คำแนะนำตอบคำถามกับนักเรียนเมื่อเกิดข้อสงสัย และสังเกตการทำงานของนักเรียน ส่วนนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ketsing (2010) เรื่องความเข้าใจการสอนวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ของกรณีศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในแง่ของบทบาทครูและนักเรียนที่ระบุว่า ในการปฏิบัติการสอนครูควรมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก เป็นผู้ดำเนินการทำกิจกรรม เป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และเป็นผู้สร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่เก็บข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลายจะพบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจที่ถูกต้องบางส่วนเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเข้าใจว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงานกลุ่ม ครูแนะแหล่งค้นคว้า แหล่งสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียนคร่อมอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าหรือสืบค้นเพิ่มเติม ซึ่งยังมีสิ่งที่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือไม่สามารถบอกได้ว่า การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการรวบรวมหลักฐาน โดยใช้เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ใช้ผลการศึกษาที่มีมาก่อนประกอบการเก็บรวบรวมข้อมูล พิจารณาหลักฐานใหม่ เพิ่มเติมหลักฐานใหม่ที่ค้นพบได้ลงในการอธิบาย และประกาศการอธิบายนั้นให้เป็นที่ทราบโดยทั่วกัน นอกจากนั้น ยังขาดความเข้าใจในประเด็นสำคัญของการสอนที่เป็นการสะท้อนถึงการ

สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การเน้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง การปฏิบัติการสอนที่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ปฏิบัติไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ ครูไม่สร้างความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นให้นักเรียน โดยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาวิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ครูขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับและขาดการนำให้นักเรียนสรุป และเมื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างความเข้าใจกับการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คน พบว่า มีประเด็นที่แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกันได้ชัดเจน ได้แก่ ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มกันในการสำรวจตรวจสอบ และครูทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การสังเกตการทำงานของนักเรียน และสนใจการเรียนรู้ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยครั้งนี้คือ ในการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มีบางกิจกรรมควรสนับสนุนให้ปฏิบัติต่อไปได้แก่ เมื่อมีการถามคำถามกับนักเรียน ครูให้เวลานักเรียนคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งรีบในการตอบ ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มในการสำรวจตรวจสอบ ครูส่งเสริมให้นักเรียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดและการทำงานของนักเรียนต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน และครูใช้ทักษะกระบวนการหลากหลายในขั้นตอนการสอน (NRC, 1996, 2000) และบางกิจกรรมควรลดและปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้นได้แก่ ควรเน้นกิจกรรมที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และควรใช้วิธีการประเมินผลหลากหลาย (นฤมลและพรทิพย์, 2550)

ส่วนข้อเสนอแนะในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในรายวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนหรือผู้พัฒนาครูในสถาบันผลิตครูวิทยาศาสตร์ควรออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ได้มีความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา และ วรณทิพา รอดแรงกล้า. (2548). ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษาโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.). *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 11(2), 151–164.
- นฤมล ชูตาคน และ พรทิพย์ ไชยโส. (2550). *การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ประจำการเพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรณทิพา รอดแรงกล้า และ ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานนท์. (2545). *รายงานการวิจัยเรื่อง ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา*

2544. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศุภางค์ จันทวานิช. (2549). *การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย*. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2551). *ยุทธศาสตร์การพัฒนากุณาภาพการศึกษา: ระเบียบวาระแห่งชาติ (พ.ศ. 2551 – 2555)*. กรุงเทพฯ: พรึกหวานกรฟฟิ.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts IV, W. J., & Shipman, H. L. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 340–362.
- Carnes, G. N. (1997). *Teacher conceptions of inquiry and related teaching practices*. Paper presented at the annual conference of the National Association for Research in Science Teaching, Oak Brook, IL.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2001). *Research methods in education* (5th ed.). New York: Routledge Falmer.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916–937.
- Deboer, G. E. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 17–35). Netherlands: Springer.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2006). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K–8*. Washington DC: National Academy.
- Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 181–197.
- Hogan, K., & Berkowitz, A. R. 2000. Teachers as inquiry learners. *Journal of Science Teacher Education*, 11(1), 1–25.
- Ketsing, J. (2010). *Enhancement of inquiry-based instruction of Thai secondary science teachers using collaborative action research* (Unpublished doctoral dissertation). Kasetsart University, Bangkok.
- Morrison, J. A. (2007). Individual inquiry investigations in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 117–134.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academic.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington DC: National Academy.
- Wallace, C. S., & Kang, N. (2004). An investigation

of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936–960.

Wang, J. R., & Lin S. W. (2008). Examining reflective thinking: A study of changes in methods students' conceptions and understanding of inquiry teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 459–479.

TRANSLATED THAI REFERENCES

Chantawanich, S. (2006). *Data analysis in qualitative research* (7th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]

Faikhanta, C. & Roadranga, V. (2005). Problems in professional experience training of student teachers in the project for the promotion of science and mathematics talented teachers (PSMT). *Songklanakarin Journal of Social Sciences and Humanities*, 11(2), 151–164. [in Thai]

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2002). *Science and technology teacher standards*. Bangkok: Kurusapa Ladprao. [in Thai]

Office of the Education Council. (2008). *Strategy to improve the quality of education: The national agenda (B.E. 2551 – 2555)*. Bangkok: Prigwaan Graphic.

Office of the Nation Education Commission. (2001). *Research to develop a policy on science education reform of Thailand*. Bangkok: The development of science policy. [in Thai]

Ministry of Education. (2008). *Indicators and core content of science, The basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: Agricultural co-operative community Thailand. [in Thai]

Roadranga, V., & Srisukwatananan, P. (2002). *Problems in professional experience training of student teachers in science education, Faculty of Education, Kasetsart University*. Bangkok: Faculty of Education, Kasetsart University. [in Thai]

Yutakom, N., & Chaiso, P. (2007). *In-service science teacher professional development in accordance with the national education act of B.E.2542 (1999)*. Bangkok: Faculty of Education, Kasetsart University. [in Thai]