

แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

The Ways to Promote Pre-service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Inquiry in Learning Management in Science Course

ศิริพรรณ ศรัทธาผล¹, ปัทมาภรณ์ พิมพทอง², ธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์³

Siriphan Saththaphon¹, Pattamaporn Pimthong², Teerasak Verapasong³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ให้สามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มที่ศึกษาคือนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 37 คน ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2557 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาออกแบบ บันทึกการเรียนรู้นักศึกษา บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนและใบกิจกรรมวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการสร้างข้อสรุปโดยวิธีอุปนัย ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การเป็นแม่แบบในการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนของอาจารย์ผู้สอน การส่งเสริมการสะท้อนคิดในการปฏิบัติให้นักศึกษาได้เชื่อมโยงความรู้และความเข้าใจของตนเอง การสะท้อนคิดจากวิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ การวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและนักศึกษาและการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์จริงสามารถส่งผลให้นักศึกษาสะท้อนถึงความเข้าใจของตนเองและสามารถออกแบบและปฏิบัติการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้มากขึ้น

คำสำคัญ: ครูวิทยาศาสตร์ก่อนประจำการ ความรู้พัฒนาวิธีสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ วิจัยปฏิบัติการ ประสบการณ์ภาคสนาม

¹ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹ Ph.D. Ed. Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University

² Faculty of Education, Kasetsart University

³ Faculty of Science, Kasetsart University



Abstract

This classroom action research aimed to study the ways to promote pre-service science teachers' pedagogical content knowledge for inquiry (PCK for inquiry). The participants were 37 students who enrolled in Learning Management in Science course in academic year 2014. Multiple data sources including students' lesson plans, reflective journals, teacher's logs, and worksheets were collected. The inductive approach was used to analyze data. The findings revealed the ways to promote pre-service science teachers' PCK for inquiry consisted of being teacher's explicit role model ; providing students to reflect their practices that link between their knowledge and understandings ; reflection from video case ; collaboration between students and teacher in learning activities planning, and allowing students to practice in actual situation could be better influence students not only reflect their understandings but also design, and teach science through inquiry.

Keywords: Pre-service science teacher, pedagogical content knowledge, inquiry-based teaching, action research, field experience

บทนำ

ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ดูแลและจัดการเรียนรู้ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรายวิชาที่ต้องจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมตัวให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ก่อนออกไปฝึกประสบการณ์จริงในโรงเรียน ก่อนหน้านี้ผู้วิจัยมีโอกาสได้สอนร่วมกับอาจารย์อีกท่านหนึ่ง ซึ่งทำให้ได้รับประสบการณ์และการแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการว่าเราจะทำอย่างไรให้นักศึกษาครูสามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ จากเดิมผู้วิจัยเองจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายพร้อมทั้งการใช้คำถามเป็นส่วนมากและอาจมีการยกตัวอย่างในบางครั้ง ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้นิเทศนักศึกษาฝึกสอนนั้นพบว่านักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากยังจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเป็นหลัก ดังนั้นผู้วิจัยเชื่อว่าแนวทางที่จะสอนวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้และสร้างความเข้าใจได้ด้วยตนเองนั้นคือ

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งมั่นในการออกแบบกิจกรรมและจัดการเรียนรู้ในรายวิชานี้เพื่อให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ก่อนออกไปฝึกในสถานการณ์จริง

จากการผลการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเข้าใจแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานและการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยหลักฐานจากการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (NRC., 2000) อีกทั้งวิธีการดังกล่าวยังเป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูจึงควรจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Schwartz and others, 2002) อย่างไรก็ตามแม้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้จะมีประสิทธิภาพ แต่จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าครูขาดความ



เข้าใจลักษณะของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งครูไม่สามารถจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในสถานการณ์จริงได้ นอกจากนี้ยังพบว่าครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เช่น ครูเข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือการให้ผู้เรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพียงอย่างเดียว (Espinosa-Bueno and others, 2011) ซึ่งในความเป็นจริงการทดลองเพียงอย่างเดียวยังไม่ใช่วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่สมบูรณ์เพราะยังขาดการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับหลักฐานซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้นั่นเอง (NRC., 2000) ดังนั้นหากต้องการพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะควรเริ่มที่การพัฒนาทักษะครูวิทยาศาสตร์ให้มีความเข้าใจลักษณะสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และสามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ ในปัจจุบันสถาบันการผลิตครูจัดการเรียนรู้ให้นักศึกษาครูทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเข้มข้น แต่นักศึกษาครูยังไม่สามารถจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์จริงได้ เนื่องจากขาดทักษะในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา (Eick, 2000 ; Shulman & Judith, 2004) สอดคล้องกับ Giroto-Júnior & Fernandez (2013) ที่กล่าวว่าแม้นักศึกษาครูจะมีความรู้ในเนื้อหาและทฤษฎีในการจัดการเรียนรู้อย่างดีก็ตาม แต่ไม่สามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทจริงได้ ดังนั้นหากนักศึกษาครูมีโอกาสได้สัมผัสกับสถานการณ์จริงก็สามารถส่งผลให้นักศึกษาครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู่มากขึ้น พร้อมทั้งมีเจตคติที่ดีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อีกด้วย (Lowery, 2002)

ดังนั้นกระบวนการเตรียมนักศึกษาครูจึงจำเป็นต้องส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) (Eick, 2000 ; Espinosa-Bueno, and others, 2011 ; Rogers, 2009) พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติในบริบทจริงเพื่อให้เกิดทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดี อีกทั้งกระบวนการผลิตครูควรส่งเสริมให้นักศึกษาครูมีความเข้าใจและสามารถจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเฉพาะด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้หรือความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนเพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Pedagogical Content Knowledge for Inquiry: PCK for inquiry) (Garritz, 2010 ; Lehane and Bertram, 2014 ; Lakin and Wallace, 2014) ให้กับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวเป็นเป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Timir, 1983, cited in Magnusson and others, 1999)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหาแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนานักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ให้สามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางให้กับอาจารย์ ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา นักศึกษาครูสามารถนำแนวปฏิบัตินี้ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูในรายวิชาอื่นๆ ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่าน



กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาคหุวทยาาศาสตรในรรายวษาการจัการเรยรญูวทยาาศาสตร

วธใดาเนนการวจย

การวจยครังนไปเนนการวจยเซงปฏบตใการใชนเรยรญ โดยมุงหาแนวทางปฏบตใทใดีเพอใหนักศกษาคหุวทยาาศาสตรใทลงทะเบยรญในรรายวษาการจัการเรยรญูวทยาาศาสตร ใชนปใท 4 จานวน 37 คน มใควมรูกวใการจใการเรยรญูวทยาาศาสตรใผ่านกระบวนการสใบเสาะหาควมรูก โดยเรมจาก 1) การออกแบแผนการจใการเรยรญูและระบุแผนงานใให้ชใตเจน (plan) โดยผู้วจยวางแผนรวมกับอาจารย์ใปรกษาและผู้เชยวชาญใกอนในาแผนใไปใใช้จรง 2) ผู้วจยในา

แผนการจใการเรยรญูใใไดออกแบแผนมาใใช้จใการเรยรญู (action) ใทงหมต 16 สใปดาทใ 3) ในระหวางการจใการเรยรญูผู้วจยสใงเกต (observe) ใเซงบางครังอาจมใการปรเมรใรวมดวย โดยผู้วจยใบนใทกวใใโชณะจใการเรยรญูใทงนใมีอาจารย์ผู้รวมสอนและอาจารย์ใปรกษาวทยาในใพนธใรวมสใงเกตการจใการเรยรญูของผู้วจยดวย 4) การสใทอนการจใการเรยรญู (reflect) ใผ่านใบนใทกใหลังการจใการเรยรญู นอกจากนใยังในาชอุมลการสใทอนการจใการเรยรญูใเซงรวมใทงชอเสนอแนะของผู้รวมสอนและอาจารย์ใปรกษามาสใงคราะใเพื่อในาลใงใทใพบจากการสใทอนตนเองมาใปรบรุงและพัฒนาแผนการจใการเรยรญูใใชนใ 1 ของวงจรใไปโดยผู้วจยจใการเรยรญูในภาคปลาย ปใการศกษา 2557 ใประกอบดวยเนือหาใดงนใ

ตารางใ 1 แสดงกใการมการจใการเรยรญูใใแต่ละสใปดาทใ

สใปดาทใ (สใปดาทใละ 4 ชวใโมง)	กใการมการเรยรญู	ควมรูกใเนือหาแผนวใวใสอน เพื่อการสอนแบสใบเสาะ
1-5	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงบทาทสมตใการจใการเรยรญูเรอง - เปาหมายการเรยรญูวทยาาศาสตร - ธรรมชาตใของวทยาาศาสตร - ควมรูกใทางวทยาาศาสตร - ทฤษฏใการเรยรญู - สใทอนคใด 	<ul style="list-style-type: none"> - การระบุในาหมายการเรยรญูวทยาาศาสตร - หลักสูตรวทยาาศาสตร - การเรยรญูของผู้เรยรญ
6-9	<ul style="list-style-type: none"> - นักศกษาแสดงบทาทสมตใการจใการเรยรญูวทยาาศาสตรใผ่านกระบวนการสใบเสาะหาควมรูก - การออกแบการวใดและปรเมรใผลการเรยรญูวทยาาศาสตร - สใทอนคใด 	<ul style="list-style-type: none"> - การออกแบแผนการจใการเรยรญูดวยกระบวนการสใบเสาะหาควมรูก - การออกแบแผนการวใดผลการเรยรญูใจใการเรยรญูใดวยการสใบเสาะหาควมรูก
10-11	<ul style="list-style-type: none"> - สใงเกตการจใการเรยรญูคหุวทยาาศาสตรในรเรยรญ - อภใปรายกรณใศกษา - สใทอนคใด 	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุลักณะมการจใการเรยรญูใดวยกระบวนการสใบเสาะหาควมรูก



สัปดาห์ (สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง)	กิจกรรมการเรียนรู้	ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน เพื่อการสอนแบบสืบเสาะ
12-13	- ออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - ปฏิบัติการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน - สะท้อนคิด	- การออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
14-16	- วิพากษ์การจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูจาก การบันทึกการเรียนรู้ด้วยวิดีโอ - สะท้อนคิด	- การสะท้อนคิดจากการปฏิบัติการจัดการ เรียนรู้

จากตารางแสดงให้เห็นถึงลำดับของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ โดยผู้วิจัยมุ่งหวังเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นเวลา 11 สัปดาห์ จากนั้นเปิดโอกาสให้นักศึกษาออกฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเองร่วมกับเพื่อนและอาจารย์ ซึ่งในแต่ละสัปดาห์แสดงให้เห็นกิจกรรมที่สะท้อนถึงความเข้าใจในแต่ละองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนการปฏิบัติของตนเองมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย เช่น บันทึกการเรียนรู้ของนักศึกษา วิดีทัศน์ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ใบงาน รวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษา เพื่อตรวจสอบแนวคิด ความเชื่อ ความเข้าใจและการเชื่อมโยงความรู้นักศึกษาลงสู่การปฏิบัติ จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดมาสร้างข้อสรุปจากข้อมูลย่อยด้วยวิธีการอุปนัย (inductive process) ซึ่งความสามารถใน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้สามารถวัดจากการแสดงพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยงานวิจัยนี้ได้นำกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของ Magnusson and others (1999) และลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามกรอบของ NRC. (2000) เพื่อตีความความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะของนักศึกษาครูจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมด้วยวิธีการต่างๆ มาตรวจสอบยืนยันข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) นอกจากนี้ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนตนเองหลังการจัดการเรียนรู้มาดูความสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของผู้ร่วมสอนและอาจารย์ที่ปรึกษาในฐานะเพื่อนผู้วิพากษ์ (critical friends) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการตีความของผู้วิจัยด้วย

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 16 สัปดาห์ ผู้วิจัยพบแนวทางในการส่งเสริมความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดีมีดังนี้



1. การเป็นแม่แบบของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนช่วยให้ นักศึกษาเข้าใจลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มขึ้น

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยเน้นการเป็นแม่แบบที่ชัดเจน ซึ่งกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้เน้นให้นักศึกษาเห็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ปรากฏลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสงสัยในสถานการณ์ มีประเด็นในการพูดคุยเพื่อหาแนวทางร่วมกันในการแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติเพื่อหาหลักฐานมาสร้างคำอธิบายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำให้เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการทำงานอย่างไร นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาอภิปรายและสะท้อนคิดถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ซึ่งรวมทั้งการใช้สื่อการเรียนรู้อัตนวิธานผลการเรียนรู้และลักษณะของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังเช่น ในสัปดาห์ที่ 7 ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ปรากฏลักษณะการกระตุ้นความสนใจจนนำไปสู่การตั้งประเด็นปัญหาและนักศึกษาจึงได้ร่วมกันวางแผนในการสำรวจตรวจสอบ จนกระทั่งสามารถสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ร่วมกัน จากผลการศึกษาพบว่านักศึกษามีความเข้าใจลักษณะการจัดการเรียนรู้จากการเป็นแม่แบบของผู้วิจัยและทราบถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ร้อยละ 51.3 ดังเช่นนักศึกษาได้บันทึกในบันทึกการเรียนรู้ว่า

“จากที่อาจารย์เป็นต้นแบบในการสอนและการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนนี้ดีมาก ๆ ทำให้ทุกคนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้แสดงความคิดเห็น หลังจากทำกิจกรรมแล้วยังวิเคราะห์ ทุกคนจึงมีความเข้าใจตรงกัน หนูสามารถนำไปใช้เป็นแบบอย่างได้ดีที่สุด”(S25) อีกทั้งจากการตอบคำถามใน

ใบกิจกรรม (P.7 Ac.9) พบว่านักศึกษามีสามารถบอกลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ได้ คิดเป็นร้อยละ 75.6 เช่น ตัวอย่างคำตอบของนักศึกษาที่สรุปประเด็นหลัก ๆ ของการจัดการเรียนรู้ดังนี้ คือ

“การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยลักษณะ ดังนี้ สังเกต ตั้งคำถาม ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเอง ตรวจสอบความถูกต้องของผู้เรียน การทำงานร่วมกัน อธิบายเองจากหลักฐานการทดลองมีการเชื่อมโยงความรู้อีกกับความรู้ใหม่ มีการประเมิน” (S7)

2. การสะท้อนคิด (Reflection) ช่วยส่งเสริมความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษา

การสะท้อนคิดเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนใช้ความคิดอย่างมีวิจักษณ์ญาณ ซึ่งสามารถแสดงถึงความเข้าใจของผู้เรียนในสิ่งที่สะท้อนออกมา ในการจัดการเรียนรู้แต่ละสัปดาห์ ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักศึกษาสะท้อนคิดหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การสะท้อนคิดลงในใบกิจกรรม (P.7 Ac.9) การบันทึกหลังการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีการสะท้อนคิดในระหว่างทำกิจกรรม ในลักษณะของการพูดคุยสนทนา จากผลการศึกษาผู้วิจัยพบว่านักศึกษาร้อยละ 75.67 สามารถระบุลักษณะของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะได้ นอกจากนี้ยังพบตัวอย่าง ของนักศึกษาคนหนึ่งที่ยังบันทึกหลังการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ 7 เกี่ยวกับลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

“Inquiry มีการประเมิน สังเกต มีการเชื่อมโยงความรู้อีกกับความรู้ใหม่ อธิบายถึงหลักฐานด้วยตนเอง ได้ทำงานร่วมกัน ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเอง” (S27)

แม้ว่าลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษายืนยันว่าจะไม่ครบทุกลักษณะของการ



จัดการเรียนรู้แต่ยังพบว่ามึลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ปรากฏอยู่นั่นเอง นอกจากนี้ นักศึกษาร้อยละ 81.25 สามารถระบุลักษณะจำเป็นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ลงในใบกิจกรรมได้ เช่น “การสังเกตและตั้งคำถามหรือประเด็นที่สงสัย ได้ลงมือปฏิบัติจริง ออกแบบการทดลอง ใช้ความรู้เดิมให้ผู้เรียนอธิบายการนำเสนอข้อมูลการพิสูจน์หลักฐาน มีการประเมินคำตอบและการเชื่อมโยงคำตอบ” (P.7 Ac.9) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่านักศึกษามีความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการสะท้อนคิดหลังการทำกิจกรรมในหัวข้อเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (P.10 Ac.19) คิดเป็นร้อยละ 78.37 ดังตัวอย่างที่นักศึกษาได้สะท้อนคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของตนเองว่า “วันนี้หนูต้องการให้นักเรียนเข้าใจเรื่องการใช้เครื่องมือวัดอย่างละเอียด คือเขาต้องรู้ว่ามันใช้อย่างไรและใช้วัดอะไรได้บ้างคะ” (S16)

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยการสะท้อนคิดจากวิดีโอ (video reflection) สามารถส่งเสริมความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษา

การสะท้อนคิดจากวิดีโอการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมและตรวจสอบความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ นักศึกษาจะต้องเชื่อมโยงแนวคิดจากทฤษฎีที่เรียนมาในรายวิชากับตัวอย่างวิดีโอการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ การใช้วิดีโอตัวอย่างเป็นการฝึกศึกษาสามารถส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการคิดวิเคราะห์ สามารถระบุปัญหาการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงการสะท้อนคิดและความสามารถในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับกรณีศึกษาได้ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน ในสัปดาห์ที่ 6 และ

8 ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างวิดีโอการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งที่เน้นการบรรยายและเน้นการสืบเสาะหาความรู้ จากนั้นผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้สะท้อนคิดเป็นกลุ่มเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ และนักศึกษาออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นคู่เพื่อแสดงบทบาทสมมติในการจัดการเรียนรู้ จากกิจกรรมการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษา (P.8 Ac.18) พบว่านักศึกษาร้อยละ 62.50 สามารถออกแบบกิจกรรมที่ปรากฏลักษณะสำคัญบางประการของการสืบเสาะหาความรู้ได้ เช่น ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีกิจกรรมการนำเสนอผลงานและการอภิปรายสรุปร่วมกัน

นอกจากนี้ในสัปดาห์ที่ 12-13 ของการจัดการเรียนรู้ นักศึกษาต้องออกฝึกจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์จริงและบันทึกวิดีโอเพื่อนำมาร่วมวิพากษ์และสะท้อนคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน จากกิจกรรมการวิพากษ์การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว (P.11 Ac.20) พบว่านักศึกษาร้อยละ 82.85 มีความเข้าใจและสามารถระบุลักษณะการจัดการเรียนรู้จากกรณีศึกษาได้ซึ่งปรากฏลักษณะสำคัญ เช่น “ครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม ออกแบบทดลอง มีการสร้างคำอธิบาย ครูใช้คำถาม”

ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การสะท้อนคิดจากวิดีโอการจัดการเรียนรู้ นั้นสามารถส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกันและส่งผ่านมาในรูปแบบของความเข้าใจ เช่น การอภิปราย การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถระบุได้ว่าปัญหาการจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์นั้นคืออะไร



4. การฝึกประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์จริงช่วยให้นักศึกษามีความมั่นใจและเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มขึ้น

เนื่องจากในภาคเรียนนี้ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่เรียนกับผู้วิจัยต้องออกสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิตอยู่แล้ว ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมให้นักศึกษาได้มีโอกาสนำความรู้ต่างๆ ลงสู่การปฏิบัติจริงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ในเนื้อหาและวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้นไปฝึกจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง ซึ่งปรากฏว่ากิจกรรมดังกล่าว นักศึกษามีความสนใจและต้องการที่จะฝึกปฏิบัติให้บ่อยที่สุดเท่าที่มีโอกาส

ดังนั้น ที่นักศึกษาได้สะท้อนคิดหลังกิจกรรมดังกล่าวว่า

S35: อยากซ่อมเยอะๆ จะได้มั่นใจครับ แต่ผมก็เข้าใจครับว่าเวลานี้น้อย”

S12: การที่ได้ไปสอนจริงๆ ทำให้รู้ว่าลักษณะการสอนแบบ Inquiry เป็นอย่างไรแล้ว เราควรนำไปประยุกต์ใช้อย่างไรกับการสอนของเราเองคะ เพื่อให้นักเรียนที่เราสอนเข้าใจมากที่สุด และทำให้รู้ว่าต้องปรับแก้การสอนเพิ่มเติมอย่างไร

(บันทึกหลังสอนแผนที่ 11 วันที่สอน 10 ก.ย.2558) สอดคล้องจากการสะท้อนคิดหลังกิจกรรมการฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาแสดงให้เห็นถึงความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาในอนาคตที่ออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพในชั้นปีที่ 5 ดังนี้ “ต่อไปหนูสามารถสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ เพราะจะทำให้ให้นักเรียนมีกระบวนการคิดต่างๆ เป็นของตนเอง คือ นักเรียนอาจจะเป็นคนสร้างคำถามขึ้นมาเองหรือครูพูดแล้วนักเรียนเกิดข้อสงสัย ที่ทำให้

นักเรียนอยากรู้ คือหนูจะต้องกระตุ้นนักเรียนให้ได้ เพราะจะได้ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้สังเกต สงสัยและนำไปสู่การหาคำตอบต่อไป” (S 28)

ดังนั้น การที่นักศึกษาได้สะท้อนการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของตนเองในฐานะครูคนหนึ่งสามารถช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติได้ เช่น นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเองปฏิบัติกับทฤษฎีและหลักการต่างๆ อีกทั้งการปฏิบัติจริงยังสามารถช่วยปรับแนวคิดความเชื่อในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้

5. การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและนักศึกษานั้นช่วยส่งเสริมความเข้าใจในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ดีขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้ส่วนหนึ่งของรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยออกแบบเป็นการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ตัวอย่างซึ่งมุ่งหวังให้นักศึกษาฝึกการคิดวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนักศึกษาต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทในการเป็นผู้คอยแนะนำเท่านั้น ซึ่งเป็นลักษณะของการร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักศึกษาและผู้สอน จากการศึกษาพบว่า นักศึกษา ยังไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ปรากฏลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ครบ 5 ลักษณะ แต่ร้อยละ 56.25 ปรากฏลักษณะสำคัญบางประการของการสืบเสาะหาความรู้ตามผลในใบกิจกรรม เช่น การใช้คำถามในการตรวจสอบความรู้อื่นและกระตุ้นความสนใจ การใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรมของผู้เรียน กิจกรรมการนำเสนองานของผู้เรียน การอภิปรายกลุ่มเพื่อหาข้อสรุป (P.10 Ac. 20)



ซึ่งลักษณะเหล่านี้สอดคล้องกับบันทึกการเรียนรู้นักศึกษาที่กล่าวว่า

“วันนี้ได้ทดลองเขียนแผนการสอนทำให้มีความเข้าใจมากขึ้น คือตอนแรกที่เขียนแผนก็มึ่ง ๆ บ้าง ไม่เข้าใจ แต่เมื่อได้เขียนและตรงไหนที่ไม่เข้าใจก็ถามอาจารย์ทำให้มีความเข้าใจมากขึ้น เช่นตรงที่ไม่เข้าใจคือการวัดการประเมินผลไม่เข้าใจว่าจะทำอย่างไรแต่พออาจารย์อธิบายก็มีความเข้าใจเพิ่มขึ้น” (S 14)

นอกจากนี้ นักศึกษาสะท้อนคิดหลังกิจกรรมการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในใบกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาคำถามในกิจกรรมตามกรอบของ Loughran, J. and others (2006) จากการศึกษาพบว่า นักศึกษามีความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาร้อยละ 62.85 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยสามารถระบุลักษณะบางประการที่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้จากกิจกรรมที่ผู้วิจัยจัดขึ้น (P.10 Ac.19) เช่น การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยใช้คำถาม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตั้งคำถามใช้กระบวนการกลุ่มในการสืบเสาะ อภิปรายผลการสืบเสาะ เป็นต้น

อภิปรายผล

ก่อนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยตรวจสอบความรู้เดิมของนักศึกษาซึ่งพบว่านักศึกษามากมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่ชัดเจนนัก (P.1 Ac.1) เนื่องจากนักศึกษามีความรู้เดิมและประสบการณ์ไม่เพียงพอจากผลการวิจัยพบว่า รายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นสามารถส่งเสริม

ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาครูได้ โดยมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของวิจัยนั้นเน้นการเป็นแม่แบบในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างชัดเจน เพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนเพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (PCK for Inquiry) เนื่องจากผลการสะท้อนของผู้สอนหรือคำแนะนำนั้นช่วยให้นักศึกษาเกิดความคิดพิจารณาและไตร่ตรองจนนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติของตนเอง นอกจากนี้ นักศึกษายังสามารถระบุลักษณะของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ (NRC., 2000) อีกทั้งแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสะท้อนคิดช่วยให้นักศึกษาเกิดการคิดวิเคราะห์จากกิจกรรมที่ตนเองได้ทำ เช่น การสะท้อนตนเองจากวิดีโอการสะท้อนคิดหลังการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น แนวทางการจัดกิจกรรมดังกล่าวพบว่านักศึกษามีความคิดเชื่อมโยงระหว่างความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ลงสู่การปฏิบัติจริง เช่น การสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจในเรื่องของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความยากในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเฉพาะด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการระบุหลักฐานในการวัดและประเมินผลที่ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนเพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Garritz, 2010 ; Lehane, & Bertram, 2014)

นอกจากนี้แนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติกับสถานการณ์จริงสามารถช่วยให้นักศึกษาได้



ฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี มีความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้สัมพันธ์กับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีความมั่นใจในการวางแผนการจัดการเรียนรู้มากขึ้น (Lowery, 2002) เนื่องจากสิ่งที่เกิดขึ้นจากในห้องเรียนจริงย่อมแตกต่างจากในห้องเรียนที่เราสมมติขึ้นนั่นเอง

ในส่วนของแนวทางที่นักศึกษามีโอกาสได้ร่วมกันวางแผนกับผู้สอนช่วยให้ให้นักศึกษามีความเข้าใจในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการให้คำแนะนำกับนักศึกษาได้โดยตรง อีกทั้งยังทำให้ผู้วิจัยทราบถึงปัญหาในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาอย่างแท้จริง เนื่องจากเป็นลักษณะของการทำงานร่วมกันและผู้วิจัยยังมีโอกาสได้พูดคุยแลกเปลี่ยนกับนักศึกษาอย่างไม่เป็นทางการซึ่งบรรยากาศเหล่านี้ทำให้นักศึกษามีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานร่วมกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น การใช้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แนวทางช่วยให้นักศึกษาครูสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ลงสู่การปฏิบัติได้ นอกจากนี้การให้นักศึกษาได้สัมผัสสถานการณ์จริงนั้นยังเป็นการฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการจัดการเรียนรู้ได้ เช่น การจัดการชั้นเรียน การพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน เป็นต้น

แม้ว่าผู้วิจัยจะได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (PCK for Inquiry) จากการวิจัยในครั้งนี้แล้ว ผู้วิจัยตั้งใจที่จะแลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับผล

การวิจัยครั้งนี้กับเพื่อนร่วมงาน ตลอดจนนักการศึกษา และผู้วิจัยจะนำแนวทางที่ได้จากการวิจัยไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยเองในรายวิชาอื่นๆ ที่รับผิดชอบ อย่างแน่นอน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัย มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ครู อาจารย์ นักวิชาการศึกษาหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาครู สามารถนำแนวทางในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แนวทางออกแบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและความสามารถของนักศึกษาครุศึกษาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและความสามารถของนักศึกษาครุศึกษาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนควรเพิ่มประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาครูมากขึ้น เช่น การทดลองสอนในโรงเรียน สัก 2-3 ครั้ง และในระหว่างการทดลองจัดการเรียนรู้นั้นควรเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้สะท้อนตนเองเพื่อนำผลจากครั้งแรกไปปรับปรุงในครั้งต่อไป

3. ผู้สอนควรติดตามการนำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ปฏิบัติจริงในชั้นเรียนในขณะที่นักศึกษาฝึกปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาด้วย เพื่อนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพและเป็นการพัฒนานักศึกษาครุศึกษาศาสตร์ให้สามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมได้



เอกสารอ้างอิง

- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. (2010). *Designing the elementary science methods course*. New York: Routledge- Taylor & Francis.
- Espinosa-Bueno, J. S., Labastida-Pina, D. V., Padilla-Martínez, K., & Garritz, A. (2011). Pedagogical content knowledge of inquiry: An instrument to assess it and its application to high school in-service science teachers. *US-China Education Review, 8*(5): 599-614.
- Eick, C. J. (2000). Inquiry, nature of science, and evolution: The need for a more complex pedagogical content knowledge in science teaching. *Electronic Journal of Science Education, 4*(3). Retrieved from http://ejse.southwestern.edu/original%20site/manuscripts/v4n3/articles/art03_eick/eick.html
- Giroto-Júnior, G., & Fernandez, C. (2013). Following early career chemistry teachers: The development of pedagogical content knowledge from pre-service to a professional teacher. *Problems of education in the 21st century, 55*, 57-73.
- Garritz, A. (2010). Pedagogical content knowledge and the affective domain of scholarship of teaching and learning. *International Journal for Scholarship of teaching and learning*, July 2010.
- Lakin, J., & Wallace, C.S. (2015). Assessing teachers' use of inquiry methods in the middle school science classroom. *Journal of Science Teacher Education, 26*(2): 139-162.
- Lehane, L., & Bertram, A. (2014). *Insights into The inquiry orientations of a cohort of irish and australian pre-service science teachers using a pedagogical content knowledge (PCK) Lens*. Retrieved from http://www.esera.org/media/esera2013/Louise_Lehane_10Feb2014.pdf
- P.-J. Lin. (2005). Using research-based Video-case to help pre-service primary teachers conceptualize a contemporary view of mathematics teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education, 3*, 351-377.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam: Sense.
- Lowery, N. V. (2002). Construction of teacher knowledge in context: Preparing elementary teachers to teach mathematics and science. *School Science and Mathematics, 102*(2): 68-83.



-
- 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: The construct and its implications for science teaching* (vol 6. pp.95-132) Boston: Kluwer.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Rogers, P. A. (2009). Elementary preservice teachers' experience with inquiry: Connecting evidence to explanation. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3): 47-61.
- 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*, 3(39): 205-236.
- Shulman, L.S., & Judith, H. (2004). How and what teachers learn: a shifting perspective. *Journal of Curriculum Studies*, 36(2): 257-271.