

Relationships between Fourth-Year Preservice Physics Teachers' Conceptions of Teaching and Learning Physics and their Classroom Practices during Student Teaching

Khajornsak Buaraphan

Ph.D. (Science Education), Lecturer,

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

E-mail: fedukjs@ku.ac.th

Abstract

A study was conducted to investigate the relationships between four 4th-year preservice physics teachers' conceptions of teaching and learning physics and their classroom practices during student teaching. The data collection methods were: interviews with the participants about conceptions of, and a personal metaphor for, teaching and learning physics; classroom observations and interviews after teaching; interviews with cooperating teachers and university supervisors; and collection of related documents. The data was analyzed by using a constant comparative method. The results revealed that the participants held two distinct categories of conceptions of teaching and learning physics—lecture-driven and activity-driven—that strongly related to their classroom practices during student teaching. Additionally, the participants' metaphors for teaching and learning physics were closely related to, and could be used to clarify, their conceptions of teaching and learning physics. Two important factors potentially influenced on the participants' classroom practices during student teaching were the supervisions from the cooperating teachers and the characteristics of students taught. Throughout the student teaching, the participants' conceptions of, and metaphors for, teaching and learning physics were slightly changed by placing more emphasis on students' learning and the roles of students in the teaching and learning processes.

Keywords: conceptions of teaching and learning physics, metaphor for teaching and learning physics, preservice physics teacher, student teaching

ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของ นักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 และการปฏิบัติการสอน ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์

Ph.D. (Science Education), อาจารย์

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: fedukjs@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 จำนวน 4 คน กับการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างถึงแนวคิดและอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ การสังเกตการสอนของกลุ่มตัวอย่างและสัมภาษณ์หลังการสอน การสัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์ในเทศก์ และการเก็บรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Constant Comparative Method ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ การเรียนการสอนแบบเน้นการบรรยายและเน้นการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งแนวคิดเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้พบว่าการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์อย่างมากกับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์และช่วยให้เข้าใจแนวคิดดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมีปัจจัยหลัก 2 ประการ ที่ส่งผลต่อการปฏิบัติการสอนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งก็คือ คำแนะนำจากอาจารย์พี่เลี้ยงและลักษณะของนักเรียนที่สอน นอกจากนั้นพบว่า แนวคิดและการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยได้ให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและบทบาทของนักเรียนในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น

คำสำคัญ: การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู, นักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์, แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์, อุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์

บทนำ

การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (Student teaching) ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการผลิตครูเพราะเป็นการเตรียมนักศึกษาครูให้พร้อมที่จะไปเป็นครูที่ดีในอนาคต (วรรณพิพา และภาวิณี, 2545, 106) โดยประสบการณ์ที่นักศึกษาได้รับจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ถือว่าเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้เพื่อสอน (Process of learning to teach) (Brickhouse & Bodner, 1992 cited in Bradford & Dana, 1998, 3) อันเป็นกระบวนการที่ละเอียดอ่อนและซับซ้อนเพราะมีปัจจัยหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิ ปัจจัยเกี่ยวกับบุคคล และปัจจัยเกี่ยวกับบริบท โดยปัจจัยเกี่ยวกับบุคคล ที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน (Dana, 1998) ซึ่งการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูจะส่งเสริมให้นักศึกษาครูได้ตรวจสอบแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการเรียนการสอน และศึกษาผลของแนวคิดดังกล่าวที่มีต่อการปฏิบัติการสอนของตนเอง (Grossman, 1990 cited in Bradford & Dana, 1998)

ครูแต่ละคนมีแนวคิดเฉพาะตนเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยแนวคิดดังกล่าวมีอิทธิพลอย่างมากต่อการตัดสินใจและการลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการเรียนการสอน (Bradford & Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004) ดังนั้น แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูแต่ละคนจึงสามารถบ่งชี้การปฏิบัติการสอนของครูคนนั้น ๆ ได้ (Koballa, Glynn, Upson & Coleman, 2005) อย่างไรก็ตาม มีนักการศึกษา อาทิ Tobin and LaMaster (1995) และ Mellado (1998) แย้งว่าแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูไม่มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับการปฏิบัติการสอน

การให้ครูแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนสามารถกระทำได้หลายแนวทาง อาทิ การสัมภาษณ์ การตอบแบบสำรวจ หรือการตอบแบบสอบถาม สำหรับแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ การให้ครูอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอน (Bullough, 1991 cited in BouJaoude, 2000) โดยงานวิจัยหลายชิ้นได้ชี้ให้เห็น

ว่า การอุปมาของครูมีความสัมพันธ์อย่างมากกับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระตุ้นให้ครูคิดเชิงบูรณาการ (Integrative thinking) เกี่ยวกับการเรียนการสอน (Stofflett, 1996; Martinez, Sauleda & Huber, 2001, 966; Tobin & LaMaster, 1995, 241) ดังนั้น การอุปมาจึงช่วยให้เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูได้ลึกซึ้งและกว้างขวางมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสามารถใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้ครูพิจารณาการปฏิบัติการสอนของตนในมุมมองที่แปลกใหม่ (Martinez et al., 2001, 974)

การวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 4 และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดดังกล่าวกับการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนและการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนของครูซึ่งเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในสถาบันการผลิตครู ในการปรับปรุงการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาครูมีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ อาทิ การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered) ซึ่งเป็นไปตามเจตนารมณ์ของการปฏิรูปการเรียนรู้ (Office of the National Education Commission, 2001)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์กับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 และการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

4. เพื่อศึกษาการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 และปัจจัยที่ส่งผลต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุดังกล่าว

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 จำนวน 4 คน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดดังกล่าวกับการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาดังกล่าวในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพฯ จำนวน 2 แห่ง

นิยามศัพท์เฉพาะ

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ หมายถึง แนวคิดของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 ที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่มีต่อการเรียนการสอนฟิสิกส์อันประกอบด้วยบทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ การเรียนรู้ฟิสิกส์ และวิธีสอนฟิสิกส์ที่ประสบความสำเร็จ

อุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ หมายถึง การเปรียบเทียบกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์กับสิ่งต่าง ๆ ตามแนวคิดของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 ที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในสถาบันการผลิตครูได้รับทราบข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์

ชั้นปีที่ 4 และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดดังกล่าวกับการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษา ซึ่งจะประโยชน์ในการวางแผนและการปรับปรุงการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหลักสูตรเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ อาทิ การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นไปตามเจตนารมณ์ของการปฏิรูปการเรียนรู้

2. นักวิจัยและนักการศึกษาเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 และการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนของครูซึ่งเป็นประเด็นที่เป็นที่ถกเถียงกันอยู่

วิธีการวิจัย

พลวิจัย

พลวิจัย ได้แก่ นักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 จำนวน 4 คน เป็นชาย 2 คน หญิง 2 คน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ ที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพฯ จำนวน 2 แห่ง ทั้งนี้เพื่อรักษาสิทธิของพลวิจัย ผู้วิจัยขอใช้นามแฝงแทนชื่อของพลวิจัยดังนี้ มานี มานะ ชูใจ และปิติ

มานีมีอายุ 23 ปี เกิดที่จังหวัดบุรีรัมย์ ตอนที่ยังเรียนในระดับประถมศึกษาเธอได้รับการยกย่องให้เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนดีเด่น แต่ในระดับมัธยมศึกษาเธอไม่ค่อยตั้งใจเรียนทำให้ผลการเรียนตกต่ำลง มานีสอบเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย ในสาขาที่ต้องการไม่ได้ แต่สามารถสอบโควตาเพื่อเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรพยาบาลศาสตร์และการสอนฟิสิกส์ได้ เธอเลือกศึกษาต่อในสาขาการสอนฟิสิกส์เพราะเธอรักวิชาฟิสิกส์และประทับใจการสอนของครูฟิสิกส์ มานีมีความมุ่งหวังที่จะเป็น “ครูที่ดีและเป็นที่รักของลูกศิษย์” เธอได้

เกรดเฉลี่ยสะสม 3.48

มานะมีอายุ 23 ปี เติบโตในครอบครัวขนาดใหญ่ ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรในจังหวัดชัยภูมิ ถึงแม้ที่บ้านจะมีฐานะพอกินพอใช้แต่เขาก็มีความสุขดี มานะคาดหวังจากการเข้าศึกษาในสาขาการสอนฟิสิกส์ว่า “ต้องการสอนให้นักเรียนเข้าใจฟิสิกส์และปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักเรียน” เขาได้เกรดเฉลี่ยสะสม 2.44

มานีและมานะฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับปริญญาโท โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตธนบุรี กรุงเทพฯ เป็นโรงเรียนที่ก่อตั้งมาตั้งแต่ พ.ศ. 2506 ทางโรงเรียนได้จัดอาจารย์พี่เลี้ยง ก เพื่อให้คำปรึกษาแก่มานี และอาจารย์พี่เลี้ยง ข เพื่อให้คำปรึกษาแก่มานะ ส่วนทางมหาวิทยาลัยได้จัดอาจารย์นิเทศก์ ก เพื่อให้คำปรึกษาแก่ทั้งคู่

อาจารย์พี่เลี้ยง ก จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ และมีประสบการณ์การสอนฟิสิกส์เป็นเวลา 28 ปี เขามีประสบการณ์เป็นอาจารย์พี่เลี้ยงแก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์มาแล้ว จำนวน 4 คน และตอบรับเป็นอาจารย์พี่เลี้ยงให้แก่มานี เพราะ “ต้องการฝึกเขา(มานี)ให้สอนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อสังคมในระยะยาว”

อาจารย์พี่เลี้ยง ข เกิดและเติบโตในท้องถิ่นที่โรงเรียนตั้งอยู่ เขาจบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์และฟิสิกส์เป็นเวลา 30 ปี โดยส่วนมากจะได้รับมอบหมายให้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เขาไม่เคยมีประสบการณ์เป็นอาจารย์พี่เลี้ยงแก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์เอกฟิสิกส์เลย แต่เคยเป็นอาจารย์พี่เลี้ยงแก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์วิทยาศาสตร์มาแล้ว จำนวน 4 คน

อาจารย์นิเทศก์ ก จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เขาทำงานเป็นครูอาชีวศึกษา มาก่อนที่จะย้ายมาทำงานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏ 2 ปีที่ผ่านมา เขาไม่เคยมีประสบการณ์เป็นอาจารย์นิเทศก์แก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์เอกฟิสิกส์เลย

ซูใจมีอายุ 24 ปี เกิดที่จังหวัดนครราชสีมา เธอตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในสาขาการสอนฟิสิกส์เพราะต้องการกลับไปเป็นครูที่บ้านเกิด อย่างไรก็ตาม เธอสารภาพว่า “ไม่ได้ตั้งใจจะเรียนวิชาเอกฟิสิกส์ตั้งแต่แรก” เกรดเฉลี่ยสะสมของเธอ คือ 2.49

ปิติมีอายุ 22 ปี เกิดที่จังหวัดชลบุรี เขาแสดงภาวะผู้นำจากการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียน และได้รับการยกย่องเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนดีเด่นในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขาได้เกรดเฉลี่ยสะสม 2.45 และได้รับเลือกเป็นประธานสโมสรนักศึกษาคณะครุศาสตร์อีกด้วย

ซูใจและปิติฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับปริญญาโท โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ เป็นโรงเรียนที่ก่อตั้งมาตั้งแต่ พ.ศ. 2499 ทางโรงเรียนได้จัดอาจารย์พี่เลี้ยง ค เพื่อให้คำปรึกษาแก่ซูใจ และอาจารย์พี่เลี้ยง ง เพื่อให้คำปรึกษาแก่ปิติ ส่วนทางมหาวิทยาลัยได้จัดอาจารย์นิเทศก์ ข เพื่อให้คำปรึกษาแก่ทั้งคู่

อาจารย์พี่เลี้ยง ค เป็นหัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน เขาจบการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มีประสบการณ์การสอนฟิสิกส์เป็นเวลา 35 ปี และมีประสบการณ์เป็นอาจารย์พี่เลี้ยงแก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์เอกฟิสิกส์มาแล้ว จำนวน 3 คน

อาจารย์พี่เลี้ยง ง จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาการสอนชีววิทยา เธอเคยสอนมาแล้ว 3 โรงเรียน และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 21 ปี เธอไม่เคยมีประสบการณ์เป็นอาจารย์พี่เลี้ยงแก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์เอกฟิสิกส์เลย แต่เคยเป็นอาจารย์พี่เลี้ยงแก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์วิทยาศาสตร์มาแล้ว จำนวน 3 คน

อาจารย์นิเทศก์ ข จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการศึกษา เขาไม่เคยมีประสบการณ์เป็นอาจารย์นิเทศก์แก่นักศึกษาคณะครุศาสตร์เอกฟิสิกส์เลย เช่นเดียวกับอาจารย์นิเทศก์ ก ทั้งนี้เป็นเพราะนโยบายของมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งนี้ที่เพิ่งถ่ายโอนความ

รับผิดชอบในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระหว่างปี
วิทยาศาสตร์มายังคณะครุศาสตร์

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบพหุกรณีศึกษา (Multisite case study) ที่มุ่งศึกษาในเชิงลึกด้วยการอธิบายอย่างเข้มข้น (Thick description) (Sturman, 1997) ถึงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษา ครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 จำนวน 4 คน และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดดังกล่าวกับการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระหว่างปี ซึ่งบริบทของการศึกษามีความซับซ้อนและมีลักษณะเฉพาะ โดยงานวิจัยแบบพหุกรณีศึกษาจะช่วยเพิ่มความสามารถในการถ่ายโอน (Transferability) ผลการวิจัยระหว่างบริบทอื่นเป็นจุดอ่อนเกี่ยวกับความตรงภายนอก (External validity) ของงานวิจัยแบบกรณีศึกษา โดยทั่วไป (Lincoln & Guba, 1985, 124) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในเชิงลึกโดยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ผู้วิจัยจึงมิได้มุ่งเน้นการสรุปองค์ (Generalization) ไปยังประชากร การใช้หรือการถ่ายโอน ผลการวิจัยจึงขึ้นอยู่กับความพิจารณาของผู้ใช้ผลการวิจัยเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างบริบทของงานวิจัยนี้และบริบทของผู้ใช้ผลการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ชนิด และมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล

ผู้วิจัยสัมภาษณ์แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของนักศึกษาเป็นรายบุคคล 2 ครั้ง คือ ขณะเริ่มต้นและสิ้นสุดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระหว่างปี โดยใช้คำถามที่ประยุกต์จากการศึกษาของ BouJaoude (2000, 177) ซึ่งมีรายละเอียดของคำถามดังนี้

- ท่านคิดว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์คืออะไร
- ท่านคิดว่า บทบาทของนักเรียนในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์คืออะไร
- ท่านคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นได้อย่างไร
- วิธีสอนแบบใดที่ท่านคิดว่าทำให้การสอนฟิสิกส์ประสบความสำเร็จ เพราะเหตุใด
- ท่านอุปมากระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับอะไร

2. การสังเกตการสอนและการสัมภาษณ์หลังการสอน

ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระหว่างปี ผู้วิจัยสังเกตการสอนของนักศึกษาคนละ 2 ครั้งต่อเดือน โดยสังเกตการสอนของมาโนในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์บังคับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 27 คน สังเกตการสอนของมานะในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์บังคับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 25 คน สังเกตการสอนของปิติในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 30 คน และสังเกตการสอนของชูใจในห้องเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 26 คน โดยหลังเสร็จสิ้นการสังเกตแต่ละครั้ง ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักศึกษาโดยใช้คำถามดังนี้

- ท่านคิดว่าแนวคิดใดในเรื่อง(ที่สอน)ที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน
- ในเรื่อง(ที่สอน)ท่านต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง
- ท่านเลือกใช้วิธีสอนแบบใด
- ท่านจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไร
- ท่านคิดว่าวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ทำไมท่านจึงไม่เลือกใช้วิธีสอนหรือกิจกรรมการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ
- ท่านใช้สื่อการเรียนรู้อะไรบ้าง

- ท่านคิดว่าสื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ท่านมีวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้อย่างไร

- ท่านคิดว่าวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้เหมาะสมต่อการตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาที่สอนหรือไม่ เพราะเหตุใด

3. การสัมภาษณ์อาจารย์ที่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์

ผู้วิจัยสัมภาษณ์อาจารย์ที่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์เกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของนักศึกษาคนละ 2 ครั้ง คือ ขณะเริ่มต้นและสิ้นสุดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์มีดังนี้

- ท่านคิดว่านักศึกษามีความรู้ในเนื้อหาเป็นอย่างไรบ้าง
- ท่านคิดว่านักศึกษาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างไรบ้าง
- ท่านคิดว่านักศึกษาใช้สื่อการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง
- ท่านคิดว่านักศึกษาวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง
- ในภาพรวม ท่านคิดว่านักศึกษาที่ท่านดูแลมีพัฒนาการอย่างไรบ้าง เพราะเหตุใด
- ท่านคิดว่าจุดเด่นของนักศึกษาที่ท่านดูแลคืออะไร เพราะเหตุใด
- ท่านคิดว่าจุดที่ควรปรับปรุงของนักศึกษาที่ท่านดูแลคืออะไร เพราะเหตุใด

4. การรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องที่นักศึกษาแต่ละคนผลิตขึ้นในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อาทิเช่น อนุทิน แผนการสอน ใบงาน ใบความรู้ แบบทดสอบ แบบฝึกหัด เป็นต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายวิธี กล่าวคือ การสัมภาษณ์ การสังเกต และการเก็บรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง และจากหลายแหล่งข้อมูล กล่าวคือ นักศึกษา

อาจารย์ที่เลี้ยง และอาจารย์นิเทศก์ซึ่งปรากฏในงานวิจัยนี้ เรียกว่า เทคนิคสามเส้า (Triangulation) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มความเชื่อถือได้ ของผลการวิจัยของงานวิจัยเชิงคุณภาพดังเช่นงานวิจัยนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยถอดเทปบันทึกการสัมภาษณ์แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนพิลึกส์ของนักศึกษา ถอดเทปบันทึกการสัมภาษณ์นักศึกษาหลังการสอน และถอดเทปบันทึก การสัมภาษณ์อาจารย์ที่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์แบบคำต่อคำ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปบันทึกการสัมภาษณ์ แบบบันทึกการสังเกตการสอน และเอกสารที่เกี่ยวข้องที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีที่เรียกว่า Constant comparative method (Glaser & Strauss, 1967) ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ข้อมูลที่กระทำพร้อม ๆ กับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนโดยสรุปในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 1) เปรียบเทียบ (comparing) ข้อมูลที่ได้โดยใช้ลักษณะความเหมือนหรือความคล้าย แล้วจัดเป็นหมวดหมู่ต่าง ๆ
- 2) เมื่อได้รับข้อมูลใหม่ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในหมวดหมู่เดิมแล้วจัดลงในหมวดหมู่ต่าง ๆ หากมีข้อมูลใดไม่สามารถจัดลงในหมวดหมู่ที่มีอยู่ได้ ก็จะสร้างหมวดหมู่ขึ้นใหม่เพื่อรองรับข้อมูลนั้น ๆ

3) พิจารณารูปแบบและความสัมพันธ์ (seeking for patterns and relationships) ของหมวดหมู่ต่าง ๆ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ทั้งนี้นอกจากผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายกรณีศึกษา แล้วก็ยังวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกรณีศึกษาด้วย

ผลและวิจารณ์

ผู้วิจัยขอเสนอผลและวิจารณ์กรณีศึกษาของ มานี มานะ ชูใจ ปิติ และความสัมพันธ์ระหว่างกรณี

ศึกษา ดังนี้

กรณีศึกษาของมานี

ในตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูมานีคิดว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิลิกส์ คือ เป็นผู้ที่กระตือรือร้น เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ มีทักษะ คิดเป็น ทำเป็น ส่วนนักเรียนมีบทบาท คือ ต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิลิกส์เพื่อที่จะได้สนใจเรียนฟิลิกส์ มานีคิดว่า การเรียนรู้ฟิลิกส์เกิดขึ้นเมื่อครูถามแล้วนักเรียนตอบได้ หรือนักเรียนทำการทดลองหรือแบบฝึกหัดได้ อย่างไรก็ตาม มานีไม่แน่ใจว่าวิธีสอนแบบใดที่ทำให้การสอนฟิลิกส์ประสบความสำเร็จ แต่คิดว่า “น่าจะเป็นการสอนที่เน้นการใช้สื่อมาก ๆ และมีกิจกรรมให้นักเรียนทำ”

มานีอุปมากระบวนการเรียนการสอนฟิลิกส์เสมือนกับ “การชิมอาหาร” โดยครู คือ ผู้ปรุงและชิมรสอาหาร ซึ่งในการปรุงอาหารต้องใช้ส่วนผสมที่ต่างกัันตามชนิดของอาหาร เสมือนกับครูที่ต้องทดลองใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในแต่ละห้อง ส่วนนักเรียน คือ อาหาร ซึ่งหากผู้ปรุงอาหารใช้ส่วนผสมที่ดีและเหมาะสมแล้ว อาหารที่ออกมาก็มีรสชาติดีตามไปด้วย ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ก็คือ รสชาติของอาหารที่ดี เสมือนกับการที่นักเรียนให้การตอบรับต่อวิธีสอนของครูเป็นอย่างดี

ตามแนวคิดของมานี การสอนฟิลิกส์ต้องใช้สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ และให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ โดยนักเรียนต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิลิกส์เพื่อที่จะได้ตั้งใจเรียน ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับการสอนฟิลิกส์ที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่ครูเลือกและจัดให้ในการศึกษาของ Gallagher (1993 cited in Porlan & del Pozo, 2004) เรียกว่า “การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ครูจัดให้” แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิลิกส์ของมานีไม่ได้แสดงให้เห็น

อย่างชัดเจนว่า เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน เพราะบทบาทโดยส่วนใหญ่ยังอยู่ที่ครู ซึ่งเป็นผู้เลือก ทดลองใช้ และศึกษาผลของการใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ ในขณะที่นักเรียนมีบทบาทเพียงแค่มิเจตคติที่ดีและปฏิบัติกิจกรรมที่ครูจัดให้ได้

ส่วนแนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอนฟิลิกส์ที่ประสบความสำเร็จของมานีนั้นสอดคล้องกับการอุปมา “การชิมอาหาร” เป็นอย่างมากเพราะเธอมีแนวคิดที่จะทดลองใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเสมือนกับการใช้ส่วนผสมต่าง ๆ ในการปรุงอาหาร ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่ามานียังมีประสบการณ์ในการสอนน้อย จึงไม่รู้ว่าวิธีสอนแบบใดที่จะทำให้การสอนฟิลิกส์ประสบความสำเร็จ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Graber (1995) ที่พบว่า ในขณะที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู นักศึกษาคูจะมีทฤษฎีการสอนของตนเอง (Personal theory of teaching) และจะพยายามทดลองใช้ทฤษฎีนั้นในรูปแบบของวิธีสอนหรือกิจกรรมต่าง ๆ นอกจากนั้นในกรณีของมานีจะเห็นว่าการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิลิกส์ของครูมีความสัมพันธ์กับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิลิกส์ และช่วยให้เข้าใจแนวคิดดังกล่าวของครูได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น (Tobin & LaMaster, 1995, 241; Stofflett, 1996; Martinez et al., 2001, 974)

มานีได้รับมอบหมายจากโรงเรียนให้สอนวิชาฟิลิกส์บังคับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง ใน 3 ชั่วโมงหลัก คือ ของเหลว ความร้อน และคลื่น รวมมีคาบสอนทั้งหมด 8 คาบ/สัปดาห์ ในตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูมานีเน้นการสอนแบบบรรยาย โดยใช้แผ่นใสประกอบซึ่งขัดกับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิลิกส์ของเธอที่เน้นการใช้สื่อการเรียนรู้และการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเธอต้องการ “สอนให้ทัน” เพราะเนื้อหาฟิลิกส์ที่ต้องสอนมีมากและ เวลาจำกัด ซึ่งสิ่งนี้เป็นเหมือนข้อบับบังคับ (constraint)

สำหรับการสอนของมานี ซึ่งอาจารย์พี่เลี้ยง ก ยืนยันว่า “ระยะแรกเธอ(มานี)จะปึงแผ่นใส รู้สึกเป็นกังวลกับเนื้อหาเยอะ พยายามเขียนแผ่นใส วางแผ่นใสพูดให้เร็ว ๆ มากกว่าจะกังวลกับนักเรียน” ซึ่งเขาให้คำแนะนำแก่มานีเกี่ยวกับการสอนแนวคิดสำคัญ (key concepts) ให้แก่นักเรียนดังนี้ “มันไม่จำเป็นต้องสอนทั้งหมดหรอก จริง ๆ แล้วเด็ก(นักเรียน)มันอ่านเองได้ แต่ว่าเรา(ครู)จะอย่างไร ให้เด็กสนใจที่จะไปอ่าน แล้วก็ concept (แนวคิด)เบื้องต้นให้มันถูกต้อง” หรือคำแนะนำเกี่ยวกับการสอนโดยเน้นความเข้าใจของนักเรียนมากกว่าความครอบคลุมเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ดังนี้ “ไม่ต้องกังวลกับเนื้อหามากนัก ให้ย้อนมาดูเด็ก (นักเรียน) ไม่ต้องรีบ บางทีเด็กยังไม่เข้าใจ แต่เรา (ครู) ให้ไปมากแต่เด็กเก็บไม่ได้ ยังไงก็ไม่ได้อยู่ที่ แต่พวกเขากลัวไปหมด กลัวว่าเราจะให้น้อยเกินไป กลัวแทนนักเรียน” หรือคำแนะนำเกี่ยวกับการเชื่อมโยงเนื้อหาฟิสิกส์ให้เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตของนักเรียน ยกตัวอย่างเช่น ในการสอนเรื่องคลื่น

คุณ(มานี)ต้องเข้าใจ concept ว่า คลื่นเรียนกันไปทำไม เรียนแล้วได้อะไรกับชีวิต เพราะว่าฟิสิกส์คือ เรียนรู้ธรรมชาติ เด็ก(นักเรียน)ไม่เข้าใจว่า เรียนรู้ฟิสิกส์ไปทำไม ทำให้ไม่อยากเรียน คุณต้องบอกว่า เรียนไปแล้วเกี่ยวข้องกับอะไร ...ที่จริงไม่ใช่เรียนไปแค่ทฤษฎี ก็เหมือนกับว่าทำไมเราไม่สนใจเรียน เพราะว่าเราไม่รู้ว่าเรียนไปทำไม แต่ถ้ามัน(ฟิสิกส์)เป็นส่วนหนึ่งของชีวิต มันค่อนข้างน่าสนใจขึ้นมาหน่อย ถ้าคุณไม่เรียนรู้อันนี้ คุณจะใช้มันได้อย่างไร คุณจะได้ประโยชน์สูงสุด จากมันได้อย่างไร (อาจารย์พี่เลี้ยง ก, สัมภาษณ์)

คำแนะนำของอาจารย์พี่เลี้ยง ก ทำให้มานีลดความกังวลจากข้อบับบังคับ “สอนให้ทัน” และปรับปรุงการสอนโดยเปลี่ยนจากการสอนที่เน้นการบรรยาย ถ่ายทอดเนื้อหาเป็นการสอนที่เน้นการลงมือปฏิบัติ

กิจกรรม (hands-on) นอกจากนั้นยังเน้นความคิด ความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตของนักเรียนมากขึ้นด้วย โดยขั้นตอนการสอนหลักของมานี คือ 1) ครูแนะนำบทเรียนด้วยสถานการณ์ที่หลากหลายที่เชื่อมโยงกับชีวิตของนักเรียน 2) ครูสาธิตกิจกรรมหรือให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลอง 3) ครูและนักเรียนสรุปบทเรียนร่วมกัน และ 4) ครูยกตัวอย่างหรือมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือการบ้าน ทั้งนี้ทั้งนั้นการพัฒนาการสอนของมานีส่วนหนึ่งมาจากการที่เธอได้มีโอกาสทดลองใช้ตัวอย่าง สถานการณ์ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ สังเกตผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในห้องหนึ่ง แล้วนำมาปรับใช้ในการสอนแก่นักเรียนอีกห้องหนึ่ง อาทิ ตัด เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมตัวอย่าง สถานการณ์ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ นอกจากนั้นก่อนสอนเกือบทุกครั้ง มานีได้มีโอกาสอภิปรายกับอาจารย์พี่เลี้ยงเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะทำ และในบางครั้งยังได้ทดลองบางกิจกรรมให้อาจารย์พี่เลี้ยงดูด้วยเพื่อขอคำแนะนำในการปรับปรุงการสอน

มานีทบทวนความรู้เดิม ของนักเรียนมากขึ้น และพยายามเชื่อมโยงเนื้อหาที่สอนกับประสบการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยด้วยการยกตัวอย่าง เช่น การยกตัวอย่าง “การเติมน้ำโดยใช้หลอดดูด” และ “ยางติดกระจก” ในการสอนเรื่องความดัน หรือการยกตัวอย่าง “แมลงที่เดินบนน้ำ” ในการสอนเรื่องความตึงผิว หรือการยกตัวอย่าง “คลื่นที่นักเรียนเห็นตอนที่เราไปทัศนศึกษาด้วยกัน” ในการสอนเรื่องปรากฏการณ์คลื่น เป็นต้น นอกจากนั้นเธอยังสามารถใช้การสาธิตในการสอนได้เป็นอย่างดี เช่น การช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของความตึงผิวและการลดความตึงผิวด้วยการสาธิต “ใบมีดและเข็มลอยอยู่บนน้ำได้” “การหย่อนเหรียญลงในแก้วที่ใส่น้ำจนเต็มแล้วสังเกตระดับของน้ำที่โค้งนูนขึ้น จากนั้นหยดน้ำยาล้างจานลงในแก้วดังกล่าว ทำให้น้ำไหลออกจากแก้ว” “การวางเหรียญคั่นระหว่างแก้วสองใบที่ใส่น้ำจนเต็มและคว่ำประกบกัน โดยที่น้ำไม่ไหลออกมา”

หรือการช่วยให้นักเรียนเข้าใจชนิดของคลื่นด้วยการที่ครูและนักเรียนสาธิตการสั่นสปริงคลื่นจนเกิดคลื่นสปริงตามยาวและตามขวาง เป็นต้น โดยการสาธิตที่มานี้ใช้ดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดีและให้โอกาสนักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตด้วย ทั้งนี้มานี้เน้นความสำคัญของการใช้สื่อต่าง ๆ ในการสอนมาก เพราะ “สื่อจะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้ตั้งใจเรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาดีขึ้น”

จากปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนทำให้มานี้พัฒนาความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้น อาทิ การจำแนกความแตกต่างระหว่างลีลาการเรียนรู้ (Learning style) ของนักเรียนในระดับห้อง เช่น “(นักเรียน) ม.5/2 จะให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมมากกว่า (นักเรียน) ม.5/1 ที่ชอบเรียนด้วยการทำโจทย์ Entrance และจะเรียนเนื้อหาที่จำเป็นในการสอบเอ็นท์เท่านั้น” หรือ “(นักเรียน) ม.5/1 เข้าใจง่ายไม่ต้องใช้อุปกรณ์อะไร แต่ (นักเรียน) ม.5/2 ต้องใช้สื่อและอุปกรณ์ช่วย” หรือ “(นักเรียน) ม.5/1 เรียนแล้วกลับบ้าน พรุ่งนี้ถึงจะมาบอกว่าไม่เข้าใจตรงไหน ส่วน (นักเรียน) ม.5/2 จะแสดงออกทันทีทางสีหน้าแววตา ทำให้รู้ว่า ไม่เข้าใจ” เป็นต้น นอกจากนี้เธอระบุความยุ่งยากในการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่ว่าเกิดจากการเรียน เนื้อหาที่มีสมการมาก เช่น สมการของแบร์นูลลี (Bernoulli's equation) เป็นต้น สำหรับวิธีการที่เธอใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ฟิสิกส์ คือ การสังเกตการทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดของนักเรียน และการสอบ

ลักษณะนิสัยส่วนตัวและเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์และวิชาชีพครูฟิสิกส์ก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้มานี้พัฒนาการสอนขึ้น โดยเฉพาะการที่มานีรักในวิชาฟิสิกส์และมุ่งหวังที่จะเป็นครูที่ติดตั้งได้กล่าวมาแล้ว และเป็นคนที่ยอมรับความจริง ชัยัน และพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา ดังที่อาจารย์พี่เลี้ยง ก กล่าวไว้ว่า “ชอบอย่างหนึ่งตรงที่ว่า เธอ(มานี้)ยอมรับความจริง ส่วนไหนที่ทำไม่ได้ ก็

บอกว่า ช่วยทำให้หนู(มานี้)ดูหน่อย ...เธอชยัน พยายามพัฒนาตัวเองอยู่ตลอดเวลา”

อาจารย์พี่เลี้ยง ก มีส่วนสำคัญอย่างมากในการพัฒนาการสอนของมานี้ เพราะเขาคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือมานีอย่างต่อเนื่อง โดยเข้าสังเกตการสอนของเธอเกือบทุกคาบ ช่วยเตรียมการทดลอง ช่วยอธิบายเนื้อหาที่มานี้ไม่เข้าใจ และช่วยอธิบายเนื้อหาที่มานี้สอนผิดหรือคลุมเครือให้แก่นักเรียน ซึ่งในกรณีนี้อาจารย์พี่เลี้ยง ก จะอธิบายให้นักเรียนทันที เพราะ “ไม่ต้องการให้แนวคิดที่ผิด ๆ เหล่านั้นฝังหัวนักเรียนตลอดไป” โดยเขาได้ทำความตกลงกับมานี้แล้วตั้งแต่ต้นในทางตรงกันข้าม ตลอดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อาจารย์นิเทศก์ ก มาสังเกตการสอนของมานี้เพียงครั้งเดียว ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา และภาวิณี (2545) และชาติรี และวรรณทิพา (2548, 159) ที่พบว่า อาจารย์นิเทศก์ขาดความสม่ำเสมอในการนิเทศและไม่อุทิศเวลาในการให้คำปรึกษาแก่นักศึกษา ครู โดยสิ่งที่อาจารย์นิเทศก์ ก แนะนำก็คือ บุคลิก ลักษณะในการสอน เช่น พูดจาสุภาพ ใช้น้ำเสียงพอเหมาะ ไม่เล่นกับนักเรียน และไม่พูดมากเกินไป แต่ไม่ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรม การเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เลย ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Borko and Mayfield (1995, 514) ที่พบว่า อาจารย์นิเทศก์ให้คำแนะนำอย่างผิวเผิน ไม่ลึกซึ้งถึงการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งอาจารย์นิเทศก์ ก ให้เหตุผลที่ไม่ค่อยมาสังเกตการสอนว่า “ในตอนต้นภาคเรียนได้กำหนดวัน ไว้แล้วว่า จะสังเกตการสอนของ นักศึกษาคนไหนวันไหน แต่พอถึงวันก็มีงานด่วนเข้ามา เช่น ประชุม ทำให้ไม่มีโอกาสมาสังเกตการสอนบ่อยเท่าที่ควร” ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่าอาจารย์นิเทศก์ไม่ได้ตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของตนเอง ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการสอนของนักศึกษา (Appleton, 2003)

ในกรณีของมานี้ จะเห็นว่า ทั้งปัจจัยเกี่ยวกับบุคคล

(อาทิ ลักษณะนิสัยส่วนตัว และเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ และวิชาชีวฟิสิกส์) และปัจจัยเกี่ยวกับบริบท (เช่น คำแนะนำจากอาจารย์ที่เลี้ยง) มีอิทธิพลอย่างมากต่อการปฏิบัติการสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีวฟิสิกส์ (Dana, 1998) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คำแนะนำจากอาจารย์ที่เลี้ยงที่ช่วยให้เธอจัดการกับข้อบัพบัก “สอนให้ทัน” ได้ และมีโอกาสนำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของเธอซึ่งเน้น “การสอนแบบใช้สื่อการเรียนรู้และให้นักเรียน ปฏิบัติกิจกรรมที่ครูจัดให้” มาสู่การปฏิบัติในห้องเรียน เพื่อแทนที่การสอนแบบบรรยายซึ่งตอบสนองต่อข้อบัพบัก “สอนให้ทัน” นอกจากนั้น ประสบการณ์ในการสอน ซึ่งได้จากการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ การสังเกตผลของกิจกรรมเหล่านั้น แล้วนำมาปรับปรุงในการสอนครั้งต่อไป ยังเป็นปัจจัยสำคัญอีกอันหนึ่งที่ช่วยให้มานีพัฒนาการสอนให้ดีขึ้น

ในตอนท้ายของการฝึกประสบการณ์วิชาชีวฟิสิกส์ มานีมีแนวคิดว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ สอนให้ดีที่สุด เนื้อหาที่สอนถูกต้อง เข้าใจนักเรียน และเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ว่าเป็นวิชาที่ยาก ดังนั้นครูต้องแปลงเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ มีเจตคติที่ดีต่อฟิสิกส์ ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้น และสนุกในการเรียน มานีคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์จะเกิดขึ้นได้ต้องมาจากนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนต้องอยากเรียนรู้ และพยายามเชื่อมโยงความรู้ทางฟิสิกส์กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน สำหรับวิธีสอนที่ประสบความสำเร็จในการสอนวิชาฟิสิกส์นั้น เธอคิดว่าขึ้นอยู่กับจังหวะ แต่ควรเน้นการทำกิจกรรมและการใช้สื่อการเรียนรู้ เพราะเธอคิดว่า “กระดานดำอย่างเดียวไม่พอ ดึงความสนใจ(นักเรียน)ไม่ได้”

มานีอุปมากระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับ “การอนุรักษ์ปะการัง” โดยครู คือ นักอนุรักษ์ปะการัง ซึ่ง “ต้องไม่ทำลาย แต่ฟื้นฟูปะการัง” และศึกษาลักษณะของปะการังแต่ละชนิด ซึ่งจะมีวิธีดูแล

ฟื้นฟูที่แตกต่างกัน นักเรียน คือ ปะการังแต่ละชนิดที่นักดำน้ำต้องดูแลฟื้นฟู ส่วนการเรียนการสอน ก็คือการลองใช้วิธีต่าง ๆ ในการปลูกหรือฟื้นฟูปะการัง เสมือนกับการที่ครูลองใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่สอน

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของมานีเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีวฟิสิกส์ โดยเธอยังคงเน้นให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์เหมือนเดิม แต่เพิ่มเติมเกี่ยวกับบทบาทของครูที่ต้องเข้าใจนักเรียนและธรรมชาติของฟิสิกส์ว่าเป็นวิชาที่ยาก จึงต้องแปลงเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนของเธอที่พยายามยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจง่ายที่สุด ในส่วนของการเรียนรู้ฟิสิกส์นั้น มานีให้ความสำคัญกับบทบาทของนักเรียนมากขึ้น กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้กำหนดเงื่อนไขในการเรียนรู้ว่าจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ ซึ่งทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูเปลี่ยนแปลงได้ยาก หรือค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อย (Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของมานี เธอยังคงเน้นการใช้สื่อการเรียนรู้และการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งเหมือนกับแนวคิดของเธอในตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีวฟิสิกส์ และสอดคล้องกับการปฏิบัติการสอนจริงของมานี สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน (Bradford & Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005)

การอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของมานีเปลี่ยนจาก “การชิมอาหาร” เป็น “การอนุรักษ์ปะการัง” ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงจุดเน้นจาก “การใช้ส่วนผสมต่าง ๆ ในการปรุงอาหาร” ซึ่งเปรียบ

เสมือนการทดลองใช้ชีวิตสอนแบบต่าง ๆ มาเป็น “การเรียนรู้ความแตกต่างระหว่างปะการังแต่ละชนิดที่มีวิธีการดูแลฟื้นฟูแตกต่างกัน” ซึ่งเปรียบเสมือนการเรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน เช่น การมีลีลาการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม มานียังคงเน้นให้ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนการสอน กล่าวคือ เป็นผู้เลือกใช้ชีวิตสอนแบบต่าง ๆ ให้เหมาะกับนักเรียน (เปรียบเสมือนการเลือกส่วนผสมให้เหมาะกับชนิดของอาหารหรือการเลือกวิธีดูแลฟื้นฟูให้เหมาะกับปะการังแต่ละชนิด) ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนของเธอ สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า การอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูมีความสัมพันธ์กับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ และช่วยให้เข้าใจแนวคิดดังกล่าวของครูได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น (Tobin & LaMaster, 1995, 241; Stofflett, 1996; Martinez et al., 2001, 974)

กรณีศึกษาของมานะ

ในตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระดับครู มานะคิดว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ ชี้นำให้นักเรียนเข้าใจ โดยการทำสิ่งที่ยาก ซึ่งก็คือเนื้อหาฟิสิกส์ให้เป็นสิ่งที่ง่าย ด้วยการใช้อุปมาและสถานการณ์ทั้งในและนอกห้องเรียน ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ ตั้งใจเรียน ปฏิบัติกิจกรรม และทบทวนความรู้ก่อนเรียน โดยไม่รอรับความรู้จากครูเพียงอย่างเดียว มานะคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดจากปรากฏการณ์นอกห้องเรียนอันเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียน ซึ่งนำมาสู่กระบวนการสืบหาคำตอบเพื่ออธิบายปรากฏการณ์เหล่านั้นมากกว่าการรอรับกฎเกณฑ์ที่นำเพื่อทางวิทยาศาสตร์ ส่วนวิธีสอนที่ทำให้การสอนฟิสิกส์ประสบความสำเร็จ ก็คือ การให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อให้เห็นจริงก่อน แล้วจึงมาอธิบายกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

มานะอุปมาการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับ

“การดำเนินชีวิตประจำวัน” เพราะฟิสิกส์อธิบายทุกอย่างในชีวิตประจำวัน โดยเมื่อนักเรียนเจอปัญหาหรือสงสัยในเรื่องใดก็จะหาคำตอบจากการอ่านหนังสือ ดังนั้น นักเรียน คือ ผู้หาคำตอบ ส่วนครู คือ หนังสือ ซึ่งไม่ได้ให้คำตอบตรง ๆ เพียงแต่ชี้แนวทางให้นักเรียนไปคิดหาคำตอบเอง ดังนั้นการเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเจอปัญหาแล้วมาอ่านหนังสือจนสามารถแก้ปัญหาที่เจอได้

ในกรณีของมานะ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของเขาและการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของเขามีความสัมพันธ์กันอย่างมาก โดยการอุปมาช่วยขยายหรือทำให้เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของเขาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tobin and LaMaster (1995, 241), Stofflett (1996) และ Martinez et al. (2001, 974) ซึ่งมานะได้เน้นให้ครูเป็นผู้ชี้แนะ และนักเรียนเป็นผู้หาคำตอบ โดยไม่รอรับความรู้จากครูเพียงอย่างเดียว ส่วนการเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน จะเห็นว่ามานะให้ความสำคัญกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรม โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

อย่างไรก็ตามมานะมีแนวคิดว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่แน่นอนตายตัวมีอยู่ในหนังสือหรือในตัวครูดังนี้ “มีคำตอบที่ถูกต้องอยู่แล้วในหนังสือ” หรือ “เขา(นักเรียน)จะได้คำตอบที่เหมือนกับความคิดของเราเอง(ครู)” ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของนักศึกษาคูที่พบในงานวิจัยของ Lemberger, Hewson and Park (1999) ที่ว่า “ความรู้จากหนังสือและครูเป็นสิ่งที่ถูกต้อง” และสอดคล้องกับแนวคิดของนักศึกษาคูในงานวิจัยของ Nicklos and Walter (1998) ที่ว่า “วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ที่ไม่เคลื่อนไหว การสอน คือ การให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่นักเรียน” ซึ่งแนวคิดนี้ขัดแย้งกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) เพราะ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้” (American

Association for the Advancement of Science; AAAS, 1990) และไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivist theory) เพราะนักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้หลากหลายโดยขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม ดังนั้นนักเรียนจึงไม่จำเป็นต้องมีแนวคิดเดียวซึ่งตรงกับครูเท่านั้น (Airasian & Walsh, 1997)

มานะฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียนเดียวกับมานี ทั้งสองนั่งทำงานในห้องเดียวกับอาจารย์พี่เลี้ยง ก ซึ่งเป็นห้องโสตทัศนศึกษาของโรงเรียน ส่วนอาจารย์พี่เลี้ยง ข ของมานะนั่งอยู่ในห้องหมวดวิทยาศาสตร์ซึ่งอยู่ในชั้นเดียวกัน มานะได้รับมอบหมายจากโรงเรียนให้สอนในวิชาฟิสิกส์บังคับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้อง ใน 4 หัวข้อหลัก คือ บทนำ, การเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ, แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ และชนิดของการเคลื่อนที่ รวมมีคาบสอนทั้งหมด 8 คาบ/สัปดาห์

ในตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มานะพบกับข้อบับบังคับ “สอนให้ทัน” ซึ่งคล้ายกับมานี เพราะต้องสอนวิชาฟิสิกส์บังคับซึ่งมีเนื้อหามากในเวลาที่ย่ำกัด ทั้งนี้มักจะมิกิจกรรมหน้าเสาธงมาเบียดเบียดเวลาในการสอนของมานะให้น้อยลง ทำให้เขียงเครียดมากขึ้นเพราะกลัวสอนไม่ทัน เมื่อต้องสอนให้ได้เนื้อหาที่มากในเวลาที่ย่ำกัด มานะจึงเลือกใช้การสอนแบบบรรยายโดยใช้แผ่นใสประกอบเป็นหลัก ดังที่อาจารย์พี่เลี้ยง ข ให้ข้อสังเกตว่า “(มานะ)อธิบายแล้วบอกให้นักเรียนจดตาม ตอนที่ยังไม่ได้ฉายสไลด์หรือแผ่นใส ก็เห็นว่าเขา(มานะ)ไปเรื่อย ๆ เนิบ ๆ เด็กก็จดตาม” ในกรณีนี้เขาได้แนะนำมานะให้สอนโดยเน้นการคิดให้มากขึ้นดังนี้ “ไม่ควรอธิบายมาก ควรให้เด็ก (นักเรียน)คิดเองบ้าง...ถ้าเรามีเวลาก็พิมพ์ซีท(ใบความรู้) แจก ควรเน้นสถานการณ์สร้างแนวคิด อาจจะเสียเวลา บอกรวดมากไป” นอกจากคำแนะนำจากอาจารย์พี่เลี้ยง ข แล้ว การที่มานะได้นั่งทำงานห้องเดียวกับอาจารย์พี่เลี้ยง ก ทำให้เขาได้มีโอกาสขอ

คำแนะนำจากอาจารย์พี่เลี้ยง ก บ่อยครั้ง อีกทั้งยังได้เข้าสังเกตการสอนของมานี ช่วยจัดอุปกรณ์การทดลองและพูดคุยกับมานีเกี่ยวกับการสอนอยู่บ่อยครั้งทำให้เขาเกิดการเรียนรู้จากการสอนของมานี มานะปรับปรุงการสอนจากที่เคยเน้นการบรรยายประกอบแผ่นใสมาเน้นการคิด และการปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลองเพื่อยืนยันกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์มากขึ้น ขั้นตอนหลักในการสอนของมานะ คือ 1) ครูแนะนำเนื้อหาที่จะสอน 2) นักเรียน ทำกิจกรรมหรือการทดลองเพื่อยืนยันกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ 3) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา และ 4) นักเรียนทำแบบฝึกหัดและการบ้าน อย่างไรก็ตามสำหรับ เนื้อหาที่ยากหรือเป็นนามธรรม มานะรู้สึกพอใจกับการสอนแบบบรรยายมากกว่าการสอนวิธีอื่น ๆ

ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มานะพยายามทดสอบประสิทธิภาพของขั้นตอนการสอน 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ครูแนะนำเนื้อหา ก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมหรือการทดลองแล้วสรุปผล และแบบที่ 2 นักเรียนทำกิจกรรมหรือการทดลองก่อน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา ซึ่งมานะพบว่า ขั้นตอนการสอนแบบที่ 2 ให้ผลที่น่าพึงพอใจมากกว่า สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู นักศึกษาครูพยายามทดลองใช้ทฤษฎีการสอนส่วนตัวและวิธีสอนแบบต่าง ๆ แล้วศึกษาผลที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน (Graber, 1995)

มานะให้ความสำคัญกับการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนและการใช้สื่อการเรียนรู้มาก เพราะเขาคิดว่า “การอธิบายและยกตัวอย่างเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดฟิสิกส์ได้ชัดเจน” ซึ่งจากประสบการณ์การสอนของเขาก็สนับสนุนว่า การที่นักเรียนได้ทำการทดลองและใช้อุปกรณ์การทดลองหรือสื่อต่าง ๆ นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ แทนที่จะเรียนรู้เนื้อหาเพียงอย่างเดียว

มานะยังได้พัฒนาความรู้เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วย ยกตัวอย่างเช่น ในการทดลองเรื่อง การตกอย่างเสรี มานะเรียนรู้ 1) การลดความคลาดเคลื่อนจากการใช้สื่อ เช่น ควรตะแคงเครื่องเคาะสัญญาณเวลาแทนที่จะวางบนโต๊ะ หรือควรใช้ดินน้ำมันขนาดเท่าใดจึงจะทำให้ช่วงจุดบนกระดาษไม่ชิดกันจนเกินไป หรือ 2) การประยุกต์ใช้สื่อที่มีอยู่ เช่น การใช้ดินน้ำมันแทนลูกทรายเพราะสามารถติดกับกระดาษได้ง่ายกว่า เป็นต้น หรือ 3) ผลของการจัดวางสื่อ เช่น การเปรียบเทียบผลของการจัดวางชุดการทดลอง 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ให้นักเรียนช่วยกันจัดชุดการทดลองเพียงชุดเดียวที่กลางห้อง แล้วให้นักเรียนทุกคนทำการทดลองด้วยกัน และแบบที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดชุดการทดลองเองและทำการทดลองเอง ซึ่งเขาพบว่า การจัดวางสื่อทั้งสองแบบมีทั้งข้อดีและข้อด้อย โดยการจัดชุดทดลองเพียงชุดเดียวที่กลางห้องทำให้ครูสามารถช่วยตรวจสอบ ความถูกต้องในการทดลองของนักเรียนได้ง่ายกว่า แต่นักเรียนมีส่วนร่วมน้อย ส่วนการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดชุดการทดลองเองนั้น ให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น และมีโอกาสทำการทดลองเอง แต่อาจเกิดข้อผิดพลาด ในการทดลองได้ง่ายกว่า เป็นต้น สำหรับวิธีการที่มานะ ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ก็คือ การตรวจแบบบันทึกผลการทดลองและแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง และการสังเกตการทำงานของนักเรียน ซึ่งเขาสังเกตว่านักเรียนบางคนไม่ตั้งใจเรียนรอลงผล การทดลองหรือแบบฝึกหัดจากเพื่อนเพียงอย่างเดียว

ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อาจารย์พี่เลี้ยง ข เข้าสังเกตการสอนของมานะบ่อยครั้ง (แต่ก็ไม่บ่อยเท่าอาจารย์พี่เลี้ยง ก ของมานะ) โดยคำแนะนำส่วนใหญ่ที่เขาให้แก่มานะจะเกี่ยวกับการผลิตสื่อการเรียนรู้ เพราะเขาสังเกตว่า มานะไม่ค่อยผลิตสื่อเพื่อใช้ในการสอน ซึ่งเขาแนะนำให้มานะผลิตสื่อง่ายๆ เช่น โปสเตอร์ รูปภาพ “เพื่อร่นเวลาในการเขียนบนกระดาน” จะเห็นว่าแม้ว่าอาจารย์พี่เลี้ยง ข จะเห็น

ความสำคัญของการผลิตสื่อการเรียนรู้แต่ก็เน้นประโยชน์ของสื่อการเรียนรู้ในแง่ของการช่วยลดเวลาในการเขียนกระดาน มากกว่าการช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่สอนได้ดียิ่งขึ้น คำแนะนำในด้านอื่น ๆ จากอาจารย์พี่เลี้ยง ข ก็คือ การใช้วิธีสอนที่หลากหลายเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน อาทิเช่น

การสอนแบบหลากหลายยังไม่ค่อยมี ก็จะต้องศึกษาค้นคว้าวิธีการสอน คือ อย่างน้อยต้องมีซัก 4-5 รูปแบบที่ไม่เหมือนกัน แต่เนื้อหาที่ดูยังใช้รูปแบบเดิม ๆ ไม่พบความแปลกใหม่...เขา (มานะ) อธิบายเป็นหลัก ตามหลักวิชาแบบเดิม ๆ การทดลอง ก็อธิบายวิธีการทดลอง เอาอุปกรณ์มาให้ทดลอง คือมันเป็นเรื่องยากที่ทุกคาบจะมีอะไรแปลกใหม่ มันต้องเตรียมเป็นอย่างดีเหมือนการแสดง science show ซึ่งดึงดูดความสนใจของเด็กได้ดี (อาจารย์พี่เลี้ยง ข, สัมภาษณ์)

ก่อนสอนเกือบทุกครั้งมานะจะขอคำแนะนำจากอาจารย์พี่เลี้ยง ข เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะสอน เช่น เนื้อหาที่จะสอนถูกต้องหรือไม่ แบบฝึกหัดใช้ได้หรือไม่เท่านั้น เป็นต้น แต่ก็ไม่ค่อยได้อภิปรายถึงวิธีสอนที่จะใช้เท่าใดนัก ซึ่งหากมานะไม่เข้าใจเนื้อหาใดอาจารย์พี่เลี้ยง ข ก็ จะแนะนำหนังสือให้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ทั้งนี้อาจารย์พี่เลี้ยง ข ให้ความสำคัญกับความรู้ในเนื้อหาเพราะเขาคิดว่า “ความรู้ในเนื้อหาที่แน่นทำให้นักเรียนนับถือและให้ความเคารพครู” ในกรณีของมานะ เขามีความเห็นว่ มานะยังไม่แม่นในเนื้อหาวิชา

อาจารย์พี่เลี้ยง ข ให้คำแนะนำและช่วยเหลือทำให้มานะพัฒนาการสอนขึ้น แต่อาจารย์นิเทศก์ ก ของมานะ (ซึ่งเป็นคนเดียวกับมานะ) มาสังเกตการสอนของเขาเพียงครั้งเดียวเท่านั้น (ซึ่งก็เป็นวันเดียวกับที่มาสังเกตการสอนของมานะ) ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา และภาวิณี (2545) และชาติรี และวรรณทิพา (2548, 159) ที่พบว่า อาจารย์

นิเทศก์ขาดความสม่ำเสมอในการนิเทศและไม่อุทิศเวลาในการให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาครู โดยสิ่งที่อาจารย์นิเทศก์ ก แนะนำ ก็คือ ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า แต่ไม่ได้แนะนำเกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เลย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Borko and Mayfield (1995, 514) ที่พบว่า อาจารย์นิเทศก์ให้คำแนะนำอย่างผิวเผินไม่ลึกซึ้งถึงการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าอาจารย์นิเทศก์ไม่ได้ตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของตนเอง ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการสอนของนักศึกษา (Appleton, 2003)

ในตอนท้ายของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระยะหนึ่งมานะคิดว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ ผู้ถ่ายทอด ชี้แนะแนวทาง โดยไม่เน้นเนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่เน้นการปฏิบัติตัวในสังคมด้วย เช่น ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ เป็นต้น ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ ตั้งใจเรียน ทบทวนเนื้อหาล่วงหน้า และทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง มานะคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย แล้วค้นคว้าหาคำตอบและพัฒนาความรู้ ส่วนวิธีสอนที่ประสบความสำเร็จในการสอนฟิสิกส์นั้น มานะคิดว่า “ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและสถานการณ์”

มานะอุปมากระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับ “แม่เหล็กดึงดูดกัน” โดยครู คือ แม่เหล็ก ที่หาเหยื่อมาป้อนให้ลูกนกกิน สอนลูกนกกางปีกและสอนบิน ส่วนนักเรียน คือ ลูกนกที่ต้องเติบโต หัดกางปีก และหัดบินด้วยตนเองเพื่อออกหาเหยื่อมาเลี้ยงตัวเอง ซึ่งความรู้ ก็คือ เหยื่อ ที่ลูกนกต้องพยายามหาด้วยตนเอง

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของมานะเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระยะหนึ่ง แสดงให้เห็นว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูเปลี่ยนแปลงได้ยาก หรือ

ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อย (Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005) โดยเขายังคงมีแนวคิดที่ว่า ครู คือ ผู้ชี้แนะ และนักเรียน คือ ผู้หาคำตอบและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยไม่รอรับความรู้จากครูเพียงอย่างเดียว ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางแม้ว่าจะไม่ได้ให้ความสำคัญกับความรู้เดิมของนักเรียนมากนัก สำหรับการเรียนรู้ฟิสิกส์นั้น มานะได้เพิ่มเติมว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือตอบปัญหาที่ตนสนใจได้ โดยการค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ทั้งนี้มานะได้เปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอนฟิสิกส์ที่ประสบความสำเร็จจากการให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลองเพื่อยืนยันกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์มาเป็นวิธีสอนที่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและสถานการณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระยะหนึ่งมานะตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน เนื้อหาที่สอน และบริบทของการเรียนการสอนมากขึ้น นอกจากนั้น ในกรณีของมานะได้แสดงให้เห็นว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูยังมีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน (Bradford & Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005)

เมื่อเทียบกับตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพระยะหนึ่งมานะเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของมานะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เพราะเขายังคงเน้นนักเรียนเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้ กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบจากหนังสือ(เปรียบเสมือนครู) และเป็นผู้หาเหยื่อ(เปรียบเสมือนความรู้)ด้วยตนเอง ในกรณีของมานะจะเห็นว่า การอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ และช่วยให้เข้าใจแนวคิดดังกล่าวของครูได้ดียิ่งขึ้น (Tobin & LaMaster, 1995, 241; Stofflett, 1996; Martinez et al., 2001, 974)

กรณีศึกษาของชูใจ

ในตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชูใจคิดว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอน ฟิสิกส์ คือ ถ่ายทอดความรู้ ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาให้มากที่สุด และสามารถนำความรู้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ ได้รับความรู้ที่ถ่ายทอดมาจากครูและตั้งใจเรียน ชูใจคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์ คือ การที่นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติและปฏิบัติกิจกรรมได้ มากกว่าการศึกษาจากหนังสือหรือตำรา ส่วนวิธีสอนที่ประสบความสำเร็จในการสอนฟิสิกส์ คือ ให้นักเรียนคิด มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมหรือการทดลอง และมีความสุข โดยครูถามสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน

ชูใจอุปมาการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับ “การเตะฟุตบอล” โดยครู คือ ผู้สอนให้นักเรียนเตะฟุตบอล นักเรียน คือ ผู้เตะฟุตบอล ซึ่งต้องเตะอย่างมีทิศทาง กล่าวคือ เเตะให้เข้าโกล์ (goal) นั่นก็คือความรู้ทางฟิสิกส์ที่มีแน่นอนอยู่แล้ว เพราะ “ฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีอยู่แล้ว fix อยู่แล้ว ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ มันตายตัวอยู่แล้ว” ส่วนผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ก็คือ นักเรียนเตะเข้าโกล์ได้ ซึ่งก็คือนักเรียนเกิดความรู้ทางฟิสิกส์นั่นเอง

ชูใจมีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นการถ่ายโอนความรู้ (transmission of knowledge) หรือเน้นครูเป็นศูนย์กลางอย่างชัดเจน โดยครู คือ ผู้ถ่ายโอนความรู้ ส่วนนักเรียน คือ ผู้รับความรู้ ถึงแม้ว่าเธอจะมีแนวคิดให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลองด้วย แต่ในทางปฏิบัติเธอนั้นการสอนแบบบรรยายอย่างชัดเจนซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป นอกจากนั้นจากการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ยังแสดงให้เห็นว่า ชูใจมีแนวคิดที่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ “fix” หรือตายตัว ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักศึกษาคูที่พบในงานวิจัยของ Nicklos and Walter (1998) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพราะ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้” (AAAS, 1990)

ชูใจฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียนเดียวกับปติ ทั้งสองนั่งทำงานในห้องหมวดวิทยาศาสตร์ ชูใจได้รับมอบหมายจากโรงเรียนให้สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 ห้อง และวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนสายศิลป์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ห้อง ใน 3 หัวข้อหลัก คือ การเคลื่อนที่ สนามของแรง และคลื่น รวมมีคาบสอนทั้งหมด 12 คาบ/สัปดาห์

ชูใจประสบปัญหาในการสอนอย่างมากเพราะนักเรียนสายศิลป์ที่เธอสอนมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ต่ำ และไม่เห็นความสำคัญของการเรียนฟิสิกส์เพราะเป็นวิชาที่ไม่ต้องใช้ในการสอบเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย ทำให้นักเรียนเหล่านี้ไม่ค่อยตั้งใจเรียนและรบกวนชั้นเรียนบ่อยครั้ง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชูใจเกิดความท้อแท้ต่อการเป็นครู ดังที่เธอได้สะท้อนว่า

ปัญหาเยอะมาก ท้อมาก เปื่อทุกวันเลย...รู้สึกไม่อยากสอน ไม่อยากเป็นครูสอน ม.ปลาย แต่บางครั้งก็เลือกไม่ได้...หนู(ชูใจ)ก็พยายามสอนให้เขา(นักเรียน)เข้าใจ คิดว่าเป็นบุญสำหรับเราเรียนไม่เรียนไม่เป็นไร เพราะเด็ก(นักเรียน)ไม่เรียนจริง ๆ เล่นกีตาร์ พอยืดไป เด็กก็จะเกลียดเรา หลัง ๆ ก็เลยขี้ม ๆ ถ้าไม่อยากให้ยืดต้องเก็บ(กีตาร์)ก่อน พยายามพูดกับเขาให้มากขึ้น แต่ถ้าวุ่นไหนเขาบอกว่า ไม่อยากเรียน แล้วหนูสอนเขา เขาไม่เรียนเลย บางครั้งต้องให้อาจารย์พี่เลี้ยงมาช่วย ห้องนี้เผาโรงเรียนก็เคยทำมาแล้ว ทำให้อาจารย์ประจำชั้นออกไปเรียนต่อ ทำให้อาจารย์ร้องไห้ได้ แล้วยังมีหน้ามาเล่าให้หนูฟัง ...หนูจะเจอห้องอย่างนี้...คือแบบเอาเรื่อง (ชูใจ, สัมภาษณ์)

ดังนั้น การควบคุมชั้นเรียนและการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนฟิสิกส์จึงถือเป็นสิ่งเร่งด่วนสำหรับครูใจ

ครูใจกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนฟิสิกส์ โดยการลดความยากของเนื้อหาที่สอนให้พอเหมาะกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน และพยายามยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น สนามไฟฟ้าในจอภาพของโทรทัศน์ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและไม่เบื่อ โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เช่น สนามไฟฟ้า กัมมันตรังสี พลังงานนิวเคลียร์ ที่ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่ นอกจากนั้นครูใจเน้นให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน และประยุกต์ความรู้ในการอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

อาจารย์พี่เลี้ยง ค ตระหนักถึงปัญหาการควบคุมห้องเรียนที่เกิดจากนักเรียนสายศิลป์เป็นอย่างดี และแนะนำครูใจว่า “ถ้าเขา(นักเรียน)ไม่อยากเรียน ก็ไม่ต้องสอนอะไรมาก ให้ทำแบบฝึกหัดไปก็พอ” ครูใจจึงแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ชั้นเรียนด้วยการเรียนการสอนแบบเน้นครูเป็นศูนย์กลาง โดยการสอนแบบบรรยายประกอบการใช้แผ่นใส และมีการถามคำถามบ้างเป็นบางครั้ง โดยหน้าที่ของนักเรียน ก็คือ จดข้อมูลที่อยู่บนแผ่นใสลงในสมุด ตอบคำถามครู และทำแบบฝึกหัด การสอนแบบบรรยายโดยใช้แผ่นใสประกอบนี้ ทำให้ห้องเรียนวุ่นวายน้อยลงเพราะมีว่แต่ลอกข้อความจากแผ่นใสลงในสมุดของตัวเอง แต่ในอีกทางหนึ่งก็ทำให้นักเรียนไม่สนใจครูและมีนักเรียนหลายคนบ่นว่า “ไม่อยากจะเขียนเยอะ” ทำให้ครูใจประนีประนอมกับนักเรียน โดยให้เขียนเฉพาะแนวคิดที่สำคัญเท่านั้น ไม่ต้องลอกข้อความที่อยู่บนแผ่นใสทั้งหมด เมื่อนักเรียนบ่นว่า “เขียนเยอะ” ถี่ขึ้นเรื่อย ๆ ครูใจจึงปรับการสอนจากการให้นักเรียนจดตามแผ่นใสมาเป็นให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ ครูอธิบายแนวคิดสำคัญ แล้วนักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เน้นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สื่อการเรียนรู้อื่น ๆ ที่ครูใจใช้ก็คือ แผนภาพ หรือแผนภูมิ

ต่าง ๆ แต่ก็ไม่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เท่าที่ควร สำหรับวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่เธอใช้ก็คือ การสังเกตการเรียนของนักเรียน และการตรวจใบงานหรือแบบฝึกหัด

ถึงแม้ครูใจจะสอนแบบเน้นครูเป็นศูนย์กลาง แต่เมื่อมีโอกาสได้ลองให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมยกตัวอย่างเช่น ในบทเรียนเรื่องคลื่น เธอให้นักเรียนทดลองสั้นสปริงคลื่นเพื่อแสดงคลื่นสปริงตามขวาง และตามยาว เธอพบว่า “นักเรียนสนใจเรียน ตั้งใจสังเกต และตอบคำถาม กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเป็นนักสังเกตที่ดี และมีความสุขในการเรียน” ถึงแม้ว่าการใช้กิจกรรมปฏิบัติจะมีประโยชน์ดังกล่าว แต่เมื่อใช้กิจกรรมดังกล่าวแล้ว ครูใจควบคุมชั้นเรียนไม่ค่อยได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงกิจกรรมที่ทำกับเนื้อหาที่เรียนได้ ทำให้ครูใจพอใจกับการสอนแบบบรรยายเช่นเดิม

ถึงแม้ว่าครูใจจะท้อแท้จากปัญหาการควบคุมชั้นเรียนและการสอนให้นักเรียนสนใจและเข้าใจฟิสิกส์ดังได้กล่าวมาแล้ว แต่การที่อย่างน้อยเธอได้ทำให้นักเรียนสายศิลป์ที่ “ไม่อยากจะเรียน ไม่สนใจเรียน ไม่เข้าใจฟิสิกส์” เปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น กล่าวคือ “มาเรียนนั่งอยู่ในห้องได้ พยายามจด พยายามตอบ และถามในสิ่งที่ไม่เข้าใจ” สิ่งเหล่านี้ทำให้ครูใจมีกำลังใจมากขึ้นและภูมิใจในความเป็นครู ส่งผลให้เธอสามารถยืนหยัดอยู่ในห้องเรียนได้ ดังที่อาจารย์พี่เลี้ยง ค ยืนยันว่า

เขา(ครูใจ)สามารถอยู่ในห้องเรียนได้ คือ เด็กของเรา ยอมรับอยู่อย่างหนึ่งว่ามีปัญหาเรื่องความเรียบร้อย ความเจ้าจ้าวเป็นปกติ เขา(ครูใจ)อยู่ได้ ก็ยอมรับจุดหนึ่งว่า เขามีความอดทน มีความรักในหน้าที่ของตนเอง ที่จะทำงานต่อไป อันนี้เราต้องให้กำลังใจ...ถึงแม้เขา มาทำเพื่อคะแนน แต่เขาก็สู้...แสดงความไม่ย่อท้อ... ต่อสู้ในหน้าที่ (อาจารย์พี่เลี้ยง ค, สัมภาษณ์)

อาจารย์พี่เลี้ยง ค ไม่ค่อยได้สังเกตการสอนของ
 ชูใจในห้องเรียนเท่าใดนักซึ่งแตกต่างจากอาจารย์พี่เลี้ยง
 ก และ ข ทั้ง ๆ ที่การสังเกตการสอนถือเป็นหน้าที่
 หลักอย่างหนึ่งของอาจารย์พี่เลี้ยง ซึ่งสอดคล้องกับ
 งานวิจัยของชาติรี และวรรณทิพา (2548, 159) ที่
 พบว่า อาจารย์พี่เลี้ยงเข้าสังเกตการสอนไม่สม่ำเสมอ
 โดยวิธีการหลักที่อาจารย์พี่เลี้ยง ค ใช้ก็คือ การเดิน
 ผ่านห้องที่ชูใจสอน คอยเงี่ยหูฟังว่าเธอสอนเรื่องอะไร
 หรือเนื้อหาอะไร และคอยสังเกตว่าบรรยากาศใน
 ห้องเรียนเป็นอย่างไรบ้าง หากคาบไหนที่ชูใจควบคุม
 ห้องเรียนไม่ได้ อาจารย์พี่เลี้ยง ค ก็จะเข้ามาช่วยเหลือ

ส่วนใหญ่ผม(อาจารย์พี่เลี้ยง ค) ใช้วิธีเดินผ่าน
 จะไม่นั่งจับเจ้า...เพราะการไปนั่งจับเจ้า เหมือน
 กับการจับผิด ทำทางที่ควรจะเป็นธรรมชาติมัน
 ก็ไม่มี คนเราพอโดนนั่งมอง เราจะไม่เป็นธรรมชาติ
 ในห้องเรียนอยากให้เป็นอิสระ มีอะไรก็พูดกับ
 เด็ก(นักเรียน)ไป แต่ถ้ามันหนักหนาขึ้น อยาก
 ให้ช่วยอะไรก็บอกกัน ผมได้ยินตลอด ไม่ต้อง
 เข้าไปนั่ง เขา(ชูใจและนักเรียน)พูดอะไรผมได้ยิน
 ตลอด...(อาจารย์พี่เลี้ยง ค, สัมภาษณ์)

อาจารย์พี่เลี้ยง ค อภิปรายกับชูใจบ้างเป็นบางครั้ง
 เกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการ
 เรียนรู้ การจัดการชั้นเรียน และความมั่นใจในการสอน
 โดยเขาบอกว่า จุดอ่อนของชูใจ ก็คือ ความรู้ในเนื้อหา
 ไม่ค่อยแน่น สอนเนื้อหาแต่ผิวเผิน ขาดความมั่นใจใน
 การสอน และควบคุมชั้นเรียนไม่ค่อยได้ ซึ่งเขาบอกว่า
 การพัฒนาสิ่งเหล่านี้ต้องการเวลาและความตั้งใจจริง
 อย่างไรก็ตาม อาจารย์พี่เลี้ยง ค มีความเห็นว่า ชูใจ
 ได้พัฒนาขึ้นมากเมื่อเทียบกับตอนต้นของการฝึก
 ประสบการณ์วิชาชีพครู เพราะ “แรก ๆ เขา(ชูใจ)จะ
 ตื่นเต้นมาก เวลาสอนหรือยืนอยู่หน้าชั้นเรียน แต่ตอนนี้
 ค่อย ๆ พัฒนาขึ้น เขายืนอยู่ในห้องเรียน ห้องเรียนที่มี
 มีแต่นักเรียนที่มีความรู้ น้อย นักเรียนเกรงได้ และ

สอนด้วยความอดทนและความรัก”

ตลอดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สิ่งที่อาจารย์
 พี่เลี้ยง ค เน้นเป็นอย่างมากสำหรับชูใจก็คือ กำลังใจ
 ในการทำงาน ซึ่งเขาถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนา
 สิ่งอื่น ๆ ที่จะตามมา อาทิ การสอน

เรา(อาจารย์พี่เลี้ยง)ก็เอ็นดู อยากให้กำลังใจเขา
 (ชูใจ)มากกว่า ขอให้พยายามปรับตัวให้ได้ก่อน
 ...อยากให้เขามีกำลังใจที่จะสู้งานก่อน...ถ้ามี
 กำลังใจในการทำงาน มันก็พัฒนาได้...ถ้ากำลังใจดี
 สมองก็จะ bright พอสมอง bright การถ่ายทอด
 ความรู้ของเขาก็จะดีขึ้น พัฒนาขึ้น (อาจารย์
 พี่เลี้ยง ค, สัมภาษณ์)

แต่สิ่งที่อาจารย์พี่เลี้ยง ค ไม่ค่อยได้กล่าวถึง คือ
 วิธีสอน เพราะเขาคิดว่า “วิธีสอน(ชูใจ)ต้องเรียนมา
 จากมหาวิทยาลัยแล้ว เป็นหน้าที่ของมหาวิทยาลัย”
 นอกจากนั้นเขายังคิดว่า การเสนอแนะสิ่งต่าง ๆ ให้แก่
 นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเป็นการแทรกแซง
 การสอน เพราะนักศึกษาต้องตัดสินใจสิ่งเหล่านั้นด้วย
 ตนเอง ซึ่งสิ่งเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่า อาจารย์พี่เลี้ยง
 ค ยังไม่เข้าใจบทบาทในฐานะอาจารย์พี่เลี้ยงของตนเอง
 ดีพอทำให้อาจารย์พี่เลี้ยงมีบทบาทน้อยมากในการพัฒนา
 การสอนของนักศึกษาครู (Borko & Mayfield,
 1995, 574) ซึ่งแท้ที่จริงแล้วอาจารย์พี่เลี้ยงมีบทบาท
 สำคัญมากต่อการพัฒนาการสอนของนักศึกษาครู
 (ตามรา, 2524, 4-5 อ้างใน วรรณทิพา และภาวิณี,
 2545, 107)

ตลอดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อาจารย์
 นิเทศก์ ข ไม่เคยมาสังเกตการสอนของชูใจเลยแม้แต่
 ครั้งเดียว ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ
 วรรณทิพา และภาวิณี (2545) และชาติรี และวรรณ
 ทิพา (2548, 159) ที่พบว่า อาจารย์นิเทศก์ขาด
 ความสม่ำเสมอ ในการนิเทศและไม่อุทิศเวลาในการให้
 คำปรึกษาแก่นักศึกษาครู เมื่อสอบถามไปก็ได้รับคำตอบ

ว่า “เพราะงานยุ่งมาก มีงานเร่งด่วนในวันที่จะออกสังเกตการสอน จึงเลือกใช้กรณีศึกษาทางโทรศัพท์แทน” สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าอาจารย์นิเทศก์ไม่ได้ตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของตนเอง ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการสอนของนักศึกษา (Appleton, 2003) นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงการขาดการประสานงานระหว่างมหาวิทยาลัยกับโรงเรียนหรือระหว่างอาจารย์นิเทศก์กับอาจารย์พี่เลี้ยง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชาติรี และวรรณทิพา (2548, 159) ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้อาจารย์พี่เลี้ยง ค ไม่ค่อยพอใจ และบ่นว่า “ผมไม่มีโอกาสได้พบกับอาจารย์นิเทศก์เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดและประสบการณ์ระหว่างกันเลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำอะไรให้ทฤษฎีที่เรียนในมหาวิทยาลัยมาสู่การปฏิบัติในห้องเรียนได้”

ในตอนท้ายของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชูใจคิดว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนเข้าใจ ปฏิบัติได้ อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และแก้ปัญหาได้ อีกทั้งจัดกิจกรรมให้นักเรียนอยากเรียน โดยยกตัวอย่างในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ ได้รับความรู้ที่ถ่ายทอดมาจากครู ทำความเข้าใจ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพราะถ้านักเรียนไม่รู้อาจจะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ก็จะไม่เห็นความสำคัญของฟิสิกส์ ทำให้ไม่ชอบเรียนฟิสิกส์ ดังนั้นนักเรียนต้องมีเจตคติที่ดี ชูใจคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อครูถ่ายทอดความรู้แล้วนักเรียนรับความรู้นั้น ถ้านักเรียนไม่รับความรู้ การเรียนรู้ก็จะไม่เกิดขึ้น ส่วนวิธีสอนที่ประสบความสำเร็จในการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดของชูใจ คือ สอนให้นักเรียนนึกถึงชีวิตประจำวันให้มากที่สุด นักเรียนต้องรู้อีกว่าทฤษฎี เพราะฟิสิกส์เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจและไม่ค่อยคิดตาม

ชูใจอุปมาการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับ “การเปิดประตูสู่โลกกว้าง” โดยครู คือ ผู้ยื่นกุญแจให้เพื่อเปิดประตูสู่โลกกว้าง ซึ่งมีความรู้ทางฟิสิกส์

มากมายรออยู่ นักเรียน คือ ผู้รับกุญแจเพื่อเปิดประตูสู่โลกกว้าง ซึ่งนักเรียนบางคนไม่ยอมเปิดประตู เหมือนกับนักเรียนบางคนที่ไม่อยากเรียน ไม่อยากศึกษาค้นคว้า แม้ว่าครูจะพยายามยื่นกุญแจให้สักเท่าใด ก็จะไม่ยอมไขแต่ข้างในห้อง ไม่รู้ว่าข้างนอกมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ส่วนนักเรียนบางคนก็พยายามจะขอกุญแจเพื่อเปิดประตูให้ได้ ถึงแม้ว่าครูจะไม่ค่อยได้ให้ความสนใจเท่าใดนักก็ตาม

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของชูใจยังคงเป็นการเรียนการสอนแบบถ่ายโอนความรู้โดยมีครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนเช่นเดียวกับตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู แสดงให้เห็นว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูเปลี่ยนแปลงได้ยาก หรือค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อย (Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005) โดยเธอมีแนวคิดที่ว่า ครู คือ ผู้ถ่ายทอดความรู้ และนักเรียน คือ ผู้รับความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนของเธอ ในกรณีของชูใจจะเห็นว่าแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน (Bradford & Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005) ซึ่งปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่สนับสนุนให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางของชูใจคงอยู่ก็คือประสิทธิภาพของการสอนแบบบรรยาย โดยใช้แผ่นใสประกอบในการควบคุมห้องเรียนนักเรียนสายศิลป์ที่ไม่สนใจเรียนฟิสิกส์และרבกวนชั้นเรียนบ่อยครั้ง แม้ว่าเธอจะเคยทดลองให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมแต่ก็ไม่ได้ผลที่น่าพึงพอใจในแง่ของการควบคุม ชั้นเรียนอย่างไรก็ตามชูใจก็ได้เน้นการใช้บริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียนในการเรียนการสอนมากขึ้น

ในตอนท้ายของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู การอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของชูใจเปลี่ยนจาก “การเตะฟุตบอล” เป็น “การเปิดประตูสู่โลกกว้าง” ซึ่งเน้นการเรียนการสอนแบบถ่ายโอนความรู้

อย่างชัดเจนโดยครู คือ ผู้ให้กุญแจ (ซึ่งก็คือวิธีการนำไปสู่ความรู้) ส่วนนักเรียน คือ ผู้รับกุญแจ ซึ่งการอุปมาดังกล่าวของเธอสัมพันธ์กับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ ในกรณีของซูโจแสดงให้เห็นว่าการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน และช่วยให้เข้าใจแนวคิดดังกล่าวของครูได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น (Tobin & LaMaster, 1995, 241; Stofflett, 1996; Martinez et al., 2001, 974) อย่างไรก็ตามซูโจได้เน้นความสำคัญของนักเรียนในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้กำหนดเงื่อนไขของการเรียนรู้ว่าจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ เช่น นักเรียนจะรับ “กุญแจ” ที่ครูยื่นให้หรือไม่ เป็นต้น

กรณีศึกษาของปิติ

ในตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพอปติมีแนวคิด ว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ ทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง โดยครู คือ ผู้แนะนำ กระตุ้น และสั่งสอนนักเรียน ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ ผู้รับที่ดีและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม เขาคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนนำความรู้ไปใช้ได้ เช่น ใช้แก้ไขปัญหาได้ สำหรับวิธีสอนที่ประสบความสำเร็จในการสอนฟิสิกส์นั้นเขาคิดว่าคือ วิธีสอนที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้และสนใจเรียน ซึ่งมีอยู่หลายวิธีการบอกจุด การใช้แผ่นใส ใบความรู้ แบบจำลองหรือสถานการณ์รอบตัว โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วม

ปิติอุปมาการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับ “การงมเข็มในมหาสมุทร” โดยครู คือ ผู้งมหาเข็มซึ่งเข็มก็คือความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน ส่วนนักเรียน คือ มหาสมุทรที่โอบอุ้มเข็มหรือความสำเร็จเอาไว้

แนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ของปิติค่อนข้างจะขัดแย้งกันในตัว เพราะถึงแม้ปิติมีแนวคิด ว่า ครูเป็น

ผู้แนะนำสั่งสอน แต่ก็เน้นให้นักเรียนเป็นผู้รับความรู้ ทำให้เกิดความไม่แน่ใจว่าปิตินั้นครูหรือนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนกันแน่ แต่การอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของปิติแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า เขาเน้นครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนเพราะบทบาทในการเรียนการสอนส่วนใหญ่อยู่ที่ครู (ครูคือผู้งมหาเข็ม) นอกจากนั้นการอุปมาดังกล่าวยังสะท้อนเจตคติของเขาเกี่ยวกับการสอนฟิสิกส์ว่า เป็นสิ่งที่ยากลำบากและต้องใช้ความพยายามเป็นอย่างสูง ในกรณีของปิติ จะเห็นว่าการอุปมาช่วยขยายหรือทำให้เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tobin and LaMaster (1995, 241), Stofflett (1996) และ Martinez et al. (2001, 974)

ปิติได้รับมอบหมายจากโรงเรียนให้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้อง และสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนสายศิลป์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ห้อง ใน 3 หัวข้อหลัก คือ การเคลื่อนที่ สนามของแรง และพลังงานนิวเคลียร์ รวมมีคาบสอนทั้งหมด 14 คาบ/สัปดาห์ ซึ่งถือว่ามากเกินไปสำหรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพอปติที่ควรมีคาบสอนไม่เกิน 12 คาบ/สัปดาห์ ตลอดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพอปติ มักถูกอาจารย์พี่เลี้ยงตักเตือนเกี่ยวกับการทำหน้าที่ประธานสโมสรนักศึกษา คณะครูศาสตร์ของเขาที่ทำให้มีเวลาในการเตรียมการสอนน้อย และยังแสดงท่าทีอึดโรยโดยมักพุดลับบ่อยครั้งในห้องพักครู

สถานการณ์การสอนของปิติลำบากกับซูโจมาก เพราะเขาต้องสอนนักเรียนสายศิลป์ที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ต่ำและไม่เห็นความสำคัญของการเรียนฟิสิกส์ ทำให้ไม่ตั้งใจเรียนและรบกวนชั้นเรียนบ่อยครั้ง ดังนั้นปิติจึงลดความยากของเนื้อหาโดยสอนแค่แนวคิดพื้นฐานในแต่ละเรื่อง และใช้การสอนแบบบรรยายประกอบการใช้แผ่นใสเป็นหลัก โดยครูนำเสนอเนื้อหา

ด้วยแผ่นใสและถามคำถาม ส่วนนักเรียนจดข้อมูลและตอบคำถาม วิธีการดังกล่าวทำให้ห้องเรียนสงบลง เพราะนักเรียนมัวแต่ยุ่งกับการจดข้อมูลที่อยู่บนแผ่นใส และทำแบบฝึกหัดหรือใบงานมากกว่าการรบกวนชั้นเรียน ถ้าเห็นนักเรียนคุยกันเสียงดังเมื่อใดปิตีก็จะชวนคุยนอกเรื่องเพื่อดึงความสนใจของนักเรียน

ปิตีได้ทดสอบประสิทธิภาพของขั้นตอนการสอน 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ครูบรรยายโดยใช้แผ่นใส นักเรียน เขียนแนวคิดสำคัญลงในสมุด แล้วทำแบบฝึกหัด และแบบที่ 2 ครูแจกใบความรู้ นักเรียนศึกษาใบความรู้ แล้วทำแบบฝึกหัด เขาพบว่าขั้นตอนการสอนแบบที่ 1 ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า เพราะเมื่อครูแจกใบความรู้แล้วนักเรียนไม่อ่านก็มักจะเล่นกับเพื่อนหรือส่งเสียงดัง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Graber (1995) ที่พบว่า ในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู นักศึกษาครมีพฤติกรรมการสอนส่วนตัวและพยายามทดลองใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ แล้วศึกษาผลที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน จากการสอนทั้งสองแบบดังกล่าวจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ปิตีเน้นครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ดังที่อาจารย์พี่เลี้ยงได้วิจารณ์ว่า

(ปิตี)คุณเด็กดีขึ้น แต่แรก ๆ ก็ป่วน โดนนักเรียนป่วน ตอนนี้ก็บรรยากาศการเรียนการสอนก็ดีขึ้น ตอนแรก ๆ จะเห็นว่านักเรียนเล่นกันมาก ตอนนี้อาจารย์ก็ควบคุมชั้นเรียนดีขึ้น เสียงดังฟังชัด ถึงแม้ว่าวิธีสอนอาจยังไม่ได้ดีเท่าที่ควร ไม่ได้ให้เด็กมีส่วนร่วม เท่าที่สังเกตค่อนข้างจะเน้นครูเป็นศูนย์กลาง...(อาจารย์พี่เลี้ยง งาม, สัมภาษณ์)

ซึ่งการที่ปิตีสอนโดยเน้นครูเป็นศูนย์กลางเช่นนี้ อาจารย์พี่เลี้ยงกลับเห็นว่า “เป็นวิธีการที่เหมาะสมแล้วในการสอนนักเรียนสายศิลป์” เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้ปิตีพอใจกับการสอนแบบบรรยายโดยเน้นครูเป็นศูนย์กลาง ก็คือ มีอยู่ครั้งหนึ่งที่เขาสังเกตห้องเรียนของซูใจที่มีการให้นักเรียนทำการทดลอง เขาพบว่า

ห้องเรียนวุ่นวาย นักเรียนไม่ตั้งใจทำกิจกรรม ครูควบคุมชั้นเรียนไม่ได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้เขาตัดสินใจไม่ใช้การทดลองในการสอนเลย

จุดมุ่งหมายในการสอนของปิตี คือ ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเขาไม่ได้มุ่งหวังให้นักเรียน “ทำได้ 100% เต็ม แค่ใช้ในการทำข้อสอบก็พอใจแล้ว” ถึงแม้ปิตีจะเห็นคุณค่าของการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่เขาก็ใช้สื่อหลักไม่กี่ชนิด เช่น แผ่นใส ใบความรู้ ใบงาน เขาเคยคิดจะใช้แบบจำลองในการสอน แต่ก็ได้ไม่ทำเพราะ “ไม่มีเงิน ไม่มีเวลา” และเขาคิดว่าแค่ใช้แผ่นใส “ก็ OK แล้ว” ซึ่งอาจารย์พี่เลี้ยง งาม บอกว่า นี่เป็นจุดอ่อนของเขา ส่วนวิธีที่ปิตีใช้ในการวัดและประเมิน ผลการเรียนรู้ของนักเรียน คือ การสอบกลางภาคและปลายภาค และการตรวจแบบฝึกหัดหรือการบ้าน สำหรับหัวข้อที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ปิตีคิดว่าเป็นหัวข้อที่เป็นนามธรรม เช่น สนามไฟฟ้า เพราะนักเรียนต้องใช้จินตนาการสูง

ปิตีบอกว่า เขาไม่ได้อยากเป็นครูตั้งแต่แรกเพราะเขา “อาจจะเป็นครูที่ดีไม่ได้” และแรงจูงใจที่จะเป็นครูนั้นยังถูกบั่นทอนโดยนักเรียนสายศิลป์ที่สอนอย่างไรก็ตามในตอนท้ายของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ปิตีบอกว่า เขามีเจตคติที่ดีขึ้นต่อการเป็นครูฟิสิกส์ และรักวิชาฟิสิกส์มากขึ้น

อาจารย์พี่เลี้ยง งาม ไม่ค่อยได้สังเกตการสอนของปิตีในห้องเรียนเท่าใดนักซึ่งแตกต่างจากอาจารย์พี่เลี้ยง ก และ ข ทั้ง ๆ ที่การสังเกตการสอนเป็นหน้าที่หลักอย่างหนึ่งของอาจารย์พี่เลี้ยง โดยวิธีการที่เธอใช้คล้ายกับอาจารย์พี่เลี้ยง ค กล่าวคือ การเดินผ่านและเงี่ยหูฟัง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของชาติรี และวรรณทิพา (2548, 159) ที่พบว่า อาจารย์พี่เลี้ยงเข้าสังเกตการสอนไม่สม่ำเสมอ

คำแนะนำหลักที่อาจารย์พี่เลี้ยง งาม ให้แก่ปิตี คือ ปริมาณเนื้อหาในการสอน และการสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างครูและนักเรียน

จะเน้นให้เขา(ปิติ)มีเนื้อหาที่ให้กับนักเรียน นักเรียนต้องได้อธิบายพอสมควร ประสบการณ์ที่ผ่านมานักศึกษาบางรุ่นจะชวนนักเรียนคุย ได้อธิบายน้อย แต่ก็จะไม่บอกเขา(ปิติ)ตรง ๆ แต่จะแนะนำว่า ลองใช้ใบงานนี้ซิ ใบความรู้นี้ซิ ให้เน้นความเป็นกันเองกับนักเรียนอย่าเครียดมาก เพราะถ้าเครียด นักเรียนจะ anti (ต่อต้าน)... อย่างไรก็ตามเนื้อหาต้องเต็มที่หน่อย (อาจารย์พี่เลี้ยง ง, สัมภาษณ์)

อย่างไรก็ตามอาจารย์พี่เลี้ยง ง บอกว่า เธอไม่ค่อยได้แนะนำปิติเกี่ยวกับเนื้อหาฟิสิกส์มากนักเพราะเธอถนัดทางชีววิทยามากกว่า และไม่ค่อยให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีสอนแก่ปิติ ซึ่งคล้ายกับอาจารย์พี่เลี้ยง ค เพราะเธอคิดว่า “ปิติได้พัฒนาด้านนี้(ด้านวิธีสอน)มาเรียบร้อยแล้วตั้งแต่อยู่ในมหาวิทยาลัย” และเธอไม่ต้องการจะวิจารณ์อะไรมากมายเกี่ยวกับการสอนของปิติ เพราะไม่ต้องการให้เขายอมแพ้หรือล้มเลิกความตั้งใจที่จะเป็นครู สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้แสดงว่า อาจารย์พี่เลี้ยง ง ไม่เข้าใจบทบาทของตนเองในฐานะอาจารย์พี่เลี้ยง ดีพอ ทำให้อาจารย์พี่เลี้ยง มีบทบาทน้อยมากในการพัฒนาการสอนของนักศึกษาครู (Borko & Mayfield, 1995, 574) ซึ่งแท้ที่จริงแล้วอาจารย์พี่เลี้ยง มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการสอนของนักศึกษาครู (ตามรา, 2524, 4-5 อ้างใน วรรณทิพา และภาวิณี, 2545, 107)

ตลอดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อาจารย์นิเทศก์ ข ของปิติ (ซึ่งเป็นคนเดียวกับซูใจ) ไม่เคยมาสังเกตการสอนของเขาเลยแม้แต่ครั้งเดียว ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา และภาวิณี (2545) และชาติรี และวรรณทิพา (2548, 159) ที่พบว่า อาจารย์นิเทศก์ขาดความสม่ำเสมอในการนิเทศ และไม่อุทิศเวลาในการให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาครู สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าอาจารย์นิเทศก์ไม่ได้ตระหนักถึง

บทบาทหน้าที่ของตนเอง ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการสอนของนักศึกษาครู (Appleton, 2003) นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงการขาดการประสานงานระหว่างมหาวิทยาลัยกับโรงเรียนหรือระหว่างอาจารย์นิเทศก์กับอาจารย์พี่เลี้ยง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชาติรี และวรรณทิพา (2548, 159)

ในตอนท้ายของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ปิติมีแนวคิดที่ว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ว่าเป็นสิ่งที่ยาก จึงต้องทำให้นักเรียนเข้าใจว่าฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน และนักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนบทบาทของนักเรียน คือ กระตือรือร้น รับผิดชอบ สิ่งแปลกใหม่ และตั้งใจเรียน ปิติคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ได้ลงมือทำ ได้เห็นของจริง ได้คิด ซึ่งจะทำให้เข้าใจและจำได้นาน ส่วนวิธีสอนที่ประสบความสำเร็จในการสอนฟิสิกส์ คือ “การเขียนบนไวท์บอร์ด แล้วให้นักเรียนจดตาม เหมือนการสอนกวดวิชา”

ปิติอุปมาการเรียนการสอนฟิสิกส์เสมือนกับ “การพายเรือ” โดย นักเรียน คือ ผู้พายเรือ เพื่อให้ไปถึงฝั่งซึ่งมีความรู้รออยู่ โดยต้องพยายามพายด้วยตนเอง และบังคับทิศทางเอง ส่วนครู คือ หางเสือคอยช่วยควบคุมทิศทางของเรือให้ไปถึงฝั่ง นำความรู้กลับมาให้ได้

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของปิติเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู แสดงให้เห็นว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูเปลี่ยนแปลงได้ยากหรือค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อย (Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005) โดยปิติเพิ่มเติมว่า ครูต้องเข้าใจธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ว่าเป็นวิชาที่ยาก จึงต้องพยายามเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตประจำวันของนักเรียนและเน้นการนำไปใช้เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนของเขา

(Bradford & Dana, 1998; Porlan & del Pozo, 2004; Koballa et al., 2005) แต่เขายังคงเน้นให้นักเรียนเป็นผู้รับความรู้เช่นเดิม และเพิ่มเติมว่า นักเรียนต้องมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ สำหรับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ฟิสิกส์นั้น จากที่เขามีแนวคิดว่าการเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้ เขาได้เพิ่มเติมว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอน

เมื่อเทียบกับตอนต้นของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู การอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของปิติเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ ปิติเน้นให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนการสอนมากขึ้น โดยเป็นผู้ควบคุมทิศทางการเรียนรู้ของตนเอง (เปรียบเสมือนการพายเรือและบังคับหางเสือด้วยตนเอง) สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า การอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน และช่วยให้เข้าใจแนวคิดดังกล่าวของครูได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น (Tobin & LaMaster, 1995, 241; Stofflett, 1996; Martinez et al., 2001, 974)

ความสัมพันธ์ระหว่างกรณีศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน และการอุปมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างช่วยขยายหรือทำให้เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบเน้นการบรรยาย (Lecture-driven) ซึ่งชูใจและปิติจัดอยู่ในกลุ่มนี้ และแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบเน้นการปฏิบัติการ (Activity-driven) ซึ่งมานีและมานะจัดอยู่ในกลุ่มนี้ ซึ่งแนวคิดทั้งสองกลุ่มนี้สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการสอนโดยการถ่ายโอนเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (Teaching as the transmission of scientific content)

และแนวคิดเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ครูจัดให้ (Teaching as a set of manipulative activities) ที่พบในงานวิจัยของ Gallagher (1993 cited in Porlan & del Pozo, 2004) ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ทั้งสองกลุ่มแบ่งออกตามบริบทของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของกลุ่มตัวอย่างอย่างชัดเจน

บริบทของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูส่งผลอย่างมากต่อแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่าง และการนำแนวคิดดังกล่าวมาสู่การปฏิบัติการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ ในบริบทของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของมานีและมานะ ทั้งสองได้รับคำแนะนำและการช่วยเหลือสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากอาจารย์พี่เลี้ยง ก และอาจารย์พี่เลี้ยง ข ทำให้มานีและมานะสามารถจัดการกับข้อบิบบังคับ “สอนให้ทัน” ได้ และมีโอกาสนำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นการปฏิบัติการของนักเรียนมาสู่การปฏิบัติการสอนในห้องเรียน ส่วนในบริบทของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของชูใจและปิติ ลักษณะของนักเรียนสายศิลป์ที่สอนซึ่งไม่สนใจเรียนและรบกวนห้องเรียนบ่อยครั้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ทั้งคู่มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นการบรรยายถ่ายทอดเนื้อหา เพราะเป็นวิธีสอนที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมห้องเรียน โดยที่อาจารย์พี่เลี้ยง ค และ ง ก็ยอมรับวิธีสอนดังกล่าว อีกทั้งไม่ค่อยให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีสอนเพราะถือว่าชูใจและปิติเรียนมาแล้วจากมหาวิทยาลัย สิ่งนี้แสดงถึงความไม่เข้าใจบทบาทในฐานะอาจารย์พี่เลี้ยง ซึ่งมีหน้าที่หลักอย่างหนึ่งก็คือ ช่วยให้นักศึกษาครูพัฒนาทักษะการสอน

ผลการวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นความไม่เข้าใจในบทบาทของอาจารย์นิเทศต่อการพัฒนาการสอนของนักศึกษาครู และการขาดการประสานงานระหว่างมหาวิทยาลัยกับโรงเรียนหรือระหว่างอาจารย์นิเทศกับอาจารย์พี่เลี้ยง โดยตลอดการฝึกประสบการณ์

วิชาชีพครู อาจารย์นิเทศก์ ก มาสังเกตการสอนของ มานีและมานะเพียงครั้งเดียว และให้คำแนะนำที่ผิวเผิน ไม่เจาะลึกถึงเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และการเรียนรู้ของนักเรียน ส่วนอาจารย์นิเทศก์ ข ไม่มาสังเกต การสอนของซูใจและปิติเลย

ตลอดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูจะเห็นว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนพิลึกของ กลุ่มตัวอย่าง เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยเพิ่มความ ซับซ้อนมากขึ้น และให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ของ นักเรียนและบทบาทของนักเรียนในกระบวนการเรียน การสอนพิลึก มากขึ้น นอกจากนั้นพบว่า ในระหว่าง การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ กล่าวคือ มานี มานะ และปิติ ทดลองใช้วิธีสอนแบบ ต่าง ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ส่วนมานะ และซูใจ มีแนวคิดที่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ตายตัว ซึ่งแนวคิดดังกล่าวขัดแย้งกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้มานะมีแนวคิดที่ ความรู้ที่ถูกต้อง มีอยู่ในหนังสือหรือตัวครู

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เนื่องจากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน ของครูมีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน ดังนั้น สถาบันการผลิตครูควรให้ความสนใจและศึกษา แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนของนักศึกษาครู และหาแนวทางส่งเสริมให้นักศึกษาครูพัฒนาแนวคิด เกี่ยวกับการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ อาทิเช่น การ เรียนการสอนแบบเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็น ไปตามเจตนารมณ์ของการปฏิรูปการเรียนรู้

2. ในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน ของนักศึกษาครู ควรให้นักศึกษาครูอุปมาเกี่ยวกับการ เรียนการสอนด้วยเพื่อช่วยขยายหรือทำความเข้าใจ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

3. อาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์มีบทบาท

สำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการนำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียน การสอนสู่การปฏิบัติในห้องเรียน การพัฒนาแนวคิด เกี่ยวกับการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ และการปฏิบัติ การสอนในระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของ นักศึกษาครู ดังนั้น

- 3.1 ควรคัดเลือกอาจารย์พี่เลี้ยงและจัด อาจารย์นิเทศก์ที่มีความรับผิดชอบ มีความรู้ในเนื้อหา วิชา มีแนวคิดและวิธีสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีทักษะการสอน และร่วมกันให้คำแนะนำและแก้ไข ข้อบกพร่องของนักศึกษาครู

- 3.2 อาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ควร เปลี่ยนบทบาทเป็นผู้มีส่วนร่วมที่กระตือรือร้น (active participant) ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เช่น การสาธิตการสอนให้นักศึกษาครูดู การท้าทายแนวคิด ความเชื่อ หรือการปฏิบัติของนักศึกษาครู (McDiarmid, 1990 cited in Borko & Mayfield, 1995, 516) นอกจากนั้น ควรมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาของการเป็น ครูดีมีฝีมือ และการถ่ายทอดลักษณะครูที่ดี (วรรณทิพา และภาวณี, 2545, 105)

4. เพื่อส่งเสริมการนำทฤษฎีจากมหาวิทยาลัย ไปสู่การปฏิบัติในห้องเรียนและสร้างความเข้าใจในบทบาท หน้าที่และความรับผิดชอบที่มีต่อการฝึกประสบการณ์ วิชาชีพครู ควรมีการประสานงานที่ดีระหว่างมหาวิทยาลัย กับโรงเรียนที่เป็นแหล่งฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เช่น ควรมีการประชุมทำความเข้าใจระหว่างอาจารย์ นิเทศก์และอาจารย์พี่เลี้ยงเกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีการ นิเทศ หรือการสัมมนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่าง อาจารย์นิเทศก์ อาจารย์พี่เลี้ยง และนักศึกษาครูเกี่ยวกับ การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

เอกสารอ้างอิง

ชาติรี ฝ่ายคำตา และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2548). ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษา โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถ พิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.).

- วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 11(2), 151-164.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. (2545). ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนิสิตสาขา การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 23, 104-117.
- Airsian, P.W. & Walsh, M.E. (1997). Constructivist cautions. *Phi Delta Kappan*, (February), 444-449.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). **Project 2061: Science for All Americans**. New York: Oxford University Press.
- Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, 33, 1-25. (Online). Available: <http://80-web14.epnet.com.ezproxy.waikato.ac.nz:2048/citation.asp?tb=1>
- Borko, H. & Mayfield, V. (1995). The roles of the cooperating teacher and university supervisor in learning to teach. *Teaching and Teacher Education*, 5, 501-518.
- BouJaoude, S. (2000). Conceptions of science teaching revealed by metaphors and by answers to open-ended questions. *Journal of Science Teacher Education*, 11(2), 173-186.
- Bradford, C.S. & Dana, T.M. (1998). **Changes in prospective science teachers' conceptions and practices during field experiences**. Paper presented at the Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching (NARST), Sandiego.
- Dana, T.M. (1998). **Creating dissonance in prospective teachers' conceptions of teaching and learning science**. Paper presented at the Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching (NARST), Sandiego.
- Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (1967). **The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research**. Chicago, Illinois: Aldine Publishing Company.
- Graber, K.C. (1995). The influence of teacher education programs on the beliefs of student teachers: General pedagogical knowledge, pedagogical content knowledge, and teacher education course work. *Journal of Teaching in Physical Education*, 14, 157-178.
- Koballa, T.R., Glynn, S.M., Upson, L. & Coleman, D.C. (2005). Conceptions of teaching science held by novice teachers in an Alternative Certification Program. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 287-308.
- Lemberger, J., Hewson, P.W. & Park, H. (1999). Relationships between prospective secondary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science. *Science Education*, 83, 347-371.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). **Naturalistic Inquiry**. California: Sage publications.
- Martinez, M.A., Saulea, N. & Huber, G.L. (2001). Metaphors as blueprints of thinking about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 17, 965-977.
- Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82, 197-214.

- Nickles, D. & Walter, D. (1998). **Practitioners' research: changes in preservice elementary teachers' conceptions about science and science teaching and learning.** Paper presented at the Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching (NARST), Sandiego.
- Office of the National Education Commission (ONEC). (2001). **Learning reform: A learner centred approach.** ONEC: Bangkok.
- Porlan, R. & del Pozo, R.M. (2004). The conceptions of in-service prospective primary school teaches about the teaching and learning of science. **Journal of Science Teacher Education**, 15(1), 39-62.
- Stofflett, R.T. (1996). Metaphor development by secondary teachers enrolled in graduate teacher education. **Teaching and Teacher Education**, 12(6), 577-589.
- Sturman, A. (1997). Case study methods. In J.P. Keeves (ed.), **Educational research, methodology, and measurement: An international handbook** (pp.61-66). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tobin, K. & LaMaster, S.U. (1995). Relationships between metaphors, beliefs, and actions in a context of science curriculum change. **Journal of Research in Science Teaching**, 32(3), 225-242.