

**แนวทางจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู
เพื่อพัฒนาแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครู**
GUIDELINE OF TEACHING PHYSICS FOR TEACHERS COURSE TO DEVELOP PRE-SERVICE
TEACHERS' CONCEPTION AND SELF-EFFICACY

สุปราณี พิศมัย¹, ธิติยา บงกชเพชร¹, และศิรินุช จินดารักษ์³
Supranee Pitsamai¹, Thitiya Bongkotphet², and Sirinuch Chindaruksa³

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Program in Science Education, Faculty of Education, Naresuan University

*Corresponding author E-mail ; supranee_pit@hotmail.com¹

Received 21 July 2022; Revised 11 October 2022; Accepted 11 October 2022.



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแนวทางจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูที่ส่งเสริมแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตน 2) เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ผู้ร่วมวิจัยเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 1 สถาบันการผลิตครูแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 18 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ในการพัฒนาวิชาชีพครูใช้ 3 กลวิธี ได้แก่ 1) กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตร 2) กลวิธีเนื้อหารายวิชา และ 3) กลวิธีการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสะท้อนการเรียนรู้และการปฏิบัติของนักศึกษา แบบบันทึกหลังสอน แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู แบบสอบถามพลังสมรรถนะแห่งตน และแบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้างสำหรับวัดพลังสมรรถนะแห่งตน วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและ ค่าสถิติ t-test

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูที่พัฒนาแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครู ผู้สอนออกแบบกิจกรรมให้มีการศึกษามาตรฐานตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ใช้สถานการณ์ตรวจสอบความรู้เดิม เน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง เปิดโอกาสระดมความคิดและอภิปรายผล เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการฝึกปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน มอบหมายให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่ม และการใช้คำพูดเสริมแรงทางบวก 2) นักศึกษามีแนวคิดที่สมบูรณ์สูงขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ 3) พลังสมรรถนะแห่งตนหลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 จากงานวิจัยนี้พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างข้างต้นสามารถพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์และพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครูสูงขึ้น

คำสำคัญ: แนวทางจัดการเรียนรู้, แนวคิดฟิสิกส์, พลังสมรรถนะแห่งตน

Abstract

This research aimed to 1) develop a learning Physics guideline for teacher who promote their own concepts and self-efficacy.; 2) develop the concept of pre-service science teacher.; 3) develop the self-efficacy of pre-service science teacher. The research participants were 18

1st year students of a teacher production institute in the lower northern region in general science program, chosen by purposive sampling. As professional development for teachers used 3 strategies: 1) curriculum topic study, 2) content course and 3) immersion in inquiry in science. Research tools were a student learning reflection and practice, record form after class, open-ended physics concept test, self-efficacy questionnaire and a semi-structured interview. Data were analyzed by content analysis, frequency, percentage, mean, standard deviation and t-test.

As the consequences, 1) the guideline of teaching physics for teacher course to develop pre-service teachers' conception and self-efficacy. Instructors design activities to study the basic education core curriculum indicators, study of misconceptions, used the situation to verify prior knowledge, emphasis on giving students direct experience, opportunities for brainstorming and discussion, the opportunity to practice teaching in the classroom, assign students to work in group and used of positive reinforcement. 2) The students had higher complete concepts when receiving the learning management 3) The self-efficacy was higher than before the learning management as significantly at 0.05. As in this research, the aforementioned learning management approach could be improved for the physics concept and the self-efficacy of pre-service teachers.

Keywords: learning management, concept of physics, self-efficacy

บทนำ

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูในบทบาทครูผู้สอนถือว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่จะต้องได้รับการแก้ไขก่อน พบว่านักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง คล้ายกันกับนักเรียนที่พวกเขาสอน นักศึกษามักจะไม่รับรู้และตระหนักถึงความไม่เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง (Murphy and Smith, 2012) นอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่าการที่ครูมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนส่งผลต่อความมั่นใจและประสิทธิภาพการสอนของครูด้วยเช่นกัน (Tekkaya, C, Cakiroglu, J. & Ozkan, O, 2004) และจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ของไอร์แลนด์ พบว่าการขาดความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาในหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ของชาวไอริช (Murphy, C., & Smith, G, 2012) จะเห็นว่าการที่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้นเป็นปัญหาและมีความสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข

พลังสมรรถนะแห่งตนเป็นคุณลักษณะส่วนที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในตนเองต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับพฤติกรรมที่แสดงออก โดยสามารถประเมินได้ว่าตนเองจะประสบผลสำเร็จเพียงใดในแต่ละสถานการณ์ นอกจากนี้ความเชื่อในพลังสมรรถนะแห่งตนเองมีบทบาทสำคัญในการกำหนดแนวทางการสอนได้แก่ การเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนการจัดบทเรียนและการเตรียมการจัดการกับสถานการณ์ที่ท้าทาย (Bandura, 1997) ถ้าผู้เรียนรับรู้พลังสมรรถนะแห่งตนจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในตนเอง และเกิดแรงจูงใจภายใน ทำให้เกิดความพยายาม ความมุ่งมั่นในการเรียนการทำงาน ให้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งพลังสมรรถนะแห่งตนเองสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้หากมีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและยังมีการสำรวจเกี่ยวกับความเชื่อในพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครูส่งผลโดยตรงต่อการจัดการเรียนการสอนในอนาคต (Kazempour

& Sadle, 2015) จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตน มี 4 ประเด็น ตามแนวคิด Bandura (1986) ได้แก่ 1. การประสบความสำเร็จจากการกระทำของตนเอง 2. การได้เห็นตัวแบบหรือประสบการณ์ของคนอื่น 3. การชักจูงด้วยคำพูด 4. การกระตุ้นทางร่างกายและทางอารมณ์ ดังนั้นในการพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตนครั้งนี้ผู้วิจัยยึด 4 แนวทางที่เป็นปัจจัยสู่ความสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์สำหรับครู

การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตน จากการศึกษางานวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะแห่งตนของครูวิทยาศาสตร์คือความมั่นใจในการสอนและความพร้อมด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของครู (Appleton and Kindt, 2002, Rice and Roychoudhury's, 2003) ดังนั้นสรุปได้ว่าถ้าหากนักศึกษาครุมีความรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ต่ำก็จะมี ความมั่นใจในการจัดการเรียนการสอนต่ำเช่นกัน จะกล่าวได้ว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์พร้อม ๆ กับการพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตน

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตนมีหลากหลายกลวิธี เช่น การศึกษาหัวข้อหลักสูตร การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ กลวิธีเนื้อหารายวิชา การตรวจสอบผลงานของนักเรียน บทเรียนสาธิต การศึกษาบทเรียน การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น (Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N., & Stiles, K. E., 1998) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า งานวิจัยนี้ใช้ 3 กลวิธี ได้แก่ กลวิธีเนื้อหา รายวิชา กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตร และกลวิธีการศึกษาสืบสอบ ดังนี้ 1) กลวิธีเนื้อหา รายวิชาเป็นกลวิธีที่ใช้ในการพัฒนาเนื้อหา รายวิชา โดย Susan Loucks-Horsley et.al (2010) ได้อธิบายลักษณะของรายวิชาด้านเนื้อหาที่ได้นั้นต้องมีลักษณะสำคัญ 3 อย่าง คือ 1) รายวิชาด้านเนื้อหา มีการสอนหรืออำนวยความสะดวกโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเชิงลึกมากขึ้น 2) รายวิชาด้านเนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหาที่ครูสอน มีความเหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐาน 3) ผู้เรียนสามารถทราบรายละเอียดหลักสูตรได้ตั้งแต่ก่อนการลงทะเบียน สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมในรายวิชาด้านเนื้อหาได้ 2) กลวิธี การศึกษาหัวข้อหลักสูตรวิทยาศาสตร์นั้นได้ถูกศึกษาวิจัยโดย Keeley ร่วมกับครูผู้นำด้านหลักสูตร วิทยาศาสตร์หัวข้อการศึกษา: การออกแบบเครื่องมือและทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้อย่างมืออาชีพ เพื่อให้ครูได้ได้เชื่อมช่องว่างระหว่างมาตรฐานหลักสูตรและการปฏิบัติ โดยการสร้างความตระหนักในเนื้อหา วิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้หลัก ยังให้โอกาสในการกำหนดเป้าหมายในการเพิ่มพูนความรู้ด้านเนื้อหาในเรื่องที่ไม่ชำนาญ 3) กลวิธีการศึกษาสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นอีกหนึ่งกลวิธีสำหรับพัฒนาความรู้เนื้อหา ทางวิทยาศาสตร์ โดย Deboer (2006) กล่าวว่า การสอนตามแนวสืบสอบหาความรู้ เป็นการสะท้อนถึงการสืบ สอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบและแก้ปัญหา เหมือนกับที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้สืบสอบหาความรู้และการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในห้องปฏิบัติการ ห้องทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ ในห้องสมุดและในการอภิปรายกับเพื่อนร่วมงานส่วนนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่คล้ายกัน ในห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนตามแนวสืบสอบหาความรู้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวทางจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูเพื่อพัฒนาแนวคิดและพลัง สมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครุ โดยใช้กลวิธีเนื้อหา รายวิชา กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตรและกลวิธีแบบ สืบสอบทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแนวทางจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูที่ส่งเสริมแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตน
2. เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู
3. เพื่อพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **ระเบียบวิธีวิจัย** งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดฟิสิกส์และพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2

2. **ผู้เข้าร่วมวิจัย** นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 18 คน เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 ภาคเรียนที่ 2/2562 สถาบันการผลิตครูแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 1 หมู่เรียน จากจำนวน 2 หมู่เรียน

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 **เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้** รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 มีลักษณะเป็นรายวิชาที่ถูกออกแบบให้มีการจัดการเรียนการสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ จำนวน 3 หน่วยกิต องค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 ประกอบด้วย คาบที่ จำนวนชั่วโมงการสอน แนวคิด กลวิธี/กิจกรรมหลัก สื่อ/เครื่องมือ ประกอบไปด้วย 9 แผนการจัดการเรียนรู้ จัดกิจกรรมพัฒนาแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตนโดยใช้กลวิธี 3 กลวิธี ได้แก่ กลวิธีเนื้อหาวิชา กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตรและกลวิธีแบบสืบสอบ กิจกรรมทั้งหมด 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง โดยลักษณะการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม การทำงานเป็นทีม การยกตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นการคิดของนักศึกษา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.2.1 **แบบสะท้อนการเรียนรู้และการปฏิบัติของนักศึกษา** มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์สำหรับครู

3.2.2 **แบบบันทึกหลังสอน** มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้สอนบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน โดยออกแบบข้อคำถามในแบบบันทึกหลังสอน มีหัวข้อหลักในการตรวจสอบแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตน โดยมีประเด็นการบันทึก ได้แก่ ผลการจัดการเรียนการสอน ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน

3.2.3 **แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู** มีจุดประสงค์เพื่อวัดแนวคิดของนักศึกษาทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีคำเกี่ยวกับแนวคิดของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 ในเนื้อหาความร้อนและแสง ประกอบไปด้วย ข้อคำถามปลายเปิด ที่ให้ผู้เรียนเขียนตอบ จำนวน 10 ข้อ จำนวน 10 แนวคิด ประกอบด้วย 1. แนวคิดพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิ 2. แนวคิดการนำความร้อน 3. แนวคิดการพาความร้อน 4. แนวคิดการแผ่รังสีความร้อน 5. แนวคิดสมดุลความร้อน 6. แนวคิดแสงเดินทางเป็นเส้นตรง 7. แนวคิดการเกิดเงา 8. แนวคิดการสะท้อนแสง 9. แนวคิดการหักเหแสง 10. แนวคิดทัศนศาสตร์เชิงฟิสิกส์

3.2.4 **แบบสอบถามพลังสมรรถนะแห่งตน** มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ประยุกต์จากแนวคิด Heidi Fencl and Karen Scheel (2004) คือ Sources of Self-efficacy in science Courses-Physics (SOSESC-P) ประกอบไปด้วยข้อคำถามทั้งสิ้น 33 ข้อ โดยข้อคำถามจำแนกความเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามแบบ Likert rating scale ได้แก่ 5 หมายถึง เห็นด้วยที่สุด 4 หมายถึง เห็นด้วย 3 หมายถึง เฉย ๆ หรือ ปานกลาง 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ประเด็นคำถามเป็นไปตามทฤษฎีของ Bandura (1986) มี 4 ประเด็น ได้แก่ 1. การประสบความสำเร็จจากการกระทำของตนเอง 2. การได้เห็นตัวแบบหรือประสบการณ์ของคนอื่น 3. การชักจูงด้วยคำพูด 4. การกระตุ้นทางร่างกายและทางอารมณ์

3.2.5 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เรื่อง พลังสมรรถนะแห่งตน มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาหลังจากการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยคำถามหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์ 4 ประเด็นหลักตามทฤษฎีของ Bandura (1986)

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

4.1. ก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้ เครื่องมือที่ 1 แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู โดยเป็นรูปแบบคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ ในวันที่ 3 ธันวาคม 2562 และเครื่องมือที่ 2 แบบสอบถามพลังสมรรถนะแห่งตน ผู้วิจัยดำเนินการให้นักศึกษา ทำแบบสอบถามพลังสมรรถนะแห่งตน ประกอบไปด้วยข้อคำถามทั้งสิ้น 33 ข้อ ในวันที่ 3 ธันวาคม 2562

4.2 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้ เครื่องมือที่ 3 แบบสะท้อนการเรียนรู้และการปฏิบัติของนักศึกษา โดยผู้วิจัยให้นักศึกษาเป็นผู้บันทึกหลังจากจบกระบวนการเรียนการสอนแต่ละสัปดาห์ และเครื่องมือที่ 4 แบบบันทึกหลังสอน ผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกแบบบันทึกหลังสอน

4.3 หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้ เครื่องมือที่ 1 แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู และเครื่องมือที่ 2 แบบสอบถามพลังสมรรถนะแห่งตน สำหรับวัดหลังการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563 และเครื่องมือที่ 5 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพลังสมรรถนะแห่งตน ผู้วิจัยใช้กระบวนการสัมภาษณ์กลุ่ม (Focus Group) การเลือกกลุ่มเป้าหมายสำหรับการสัมภาษณ์พิจารณาจากระดับคะแนนวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 1 จากกลุ่มเป้าหมาย 18 คน โดยพิจารณาจาก กลุ่มเก่ง จำนวน 2 คน กลุ่มกลาง จำนวน 2 คน กลุ่มอ่อน จำนวน 2 คน รวมทั้งสิ้น 6 คน ดำเนินการสัมภาษณ์ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีวิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกตามประเภทเครื่องมือ ดังนี้

5.1 เครื่องมือที่ 1 แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ ผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักศึกษาเป็นรายบุคคล และวิเคราะห์คำตอบเทียบกับเกณฑ์การแบ่งระดับแนวคิดจากงานวิจัยของ Haidar (1997) แบ่งระดับความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน 5 ระดับ ได้แก่ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific conception: SC) 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial conception: PC) 3) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial conception & Complete misconception : PC&CM) 4) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (Complete misconception : CM) 5) กลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (No response: NR) ระบุประเภทคำตอบตามระดับ และนำข้อมูลที่ได้อามาหาความถี่และค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 เครื่องมือที่ 2 แบบวัดพลังสมรรถนะแห่งตน ซึ่งจะได้ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยข้อคำถามจำแนกความเห็นแบ่งเป็น 5 ระดับ นำข้อมูลที่ได้อามาทำการบันทึก และหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test

5.3 เครื่องมือที่ 3 แบบสะท้อนการเรียนรู้และการปฏิบัติของนักศึกษา เป็นการบันทึกหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยนักศึกษา นำข้อมูลมาจัดกลุ่มและนำเสนอในรูปแบบความเรียงรายข้อ

5.4 เครื่องมือที่ 4 แบบบันทึกหลังสอน เป็นการบันทึกที่ได้จากการประเมินการเรียนรู้ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปัญหาในการจัดการเรียนการสอนและทำวิจัยต่อไป โดยหัวข้อที่ ได้แก่ ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหาที่และอุปสรรคที่เกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้ และแนวทางการจัดการเรียนรู้

5.5 เครื่องมือที่ 5 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างพลังสมรรถนะแห่งตน นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา โดยผู้วิจัยถอดเสียงสัมภาษณ์ของนักศึกษาแต่ละคน โดยใช้รหัสแทนชื่อของนักศึกษา นำข้อความมาแบ่งกลุ่มตามประเด็นทั้ง 4 ของแบบนิตรา

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูที่ส่งเสริมแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตน งานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำเสนอผลการจัดการเรียนการสอน 2 ประเด็นดังนี้

1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิด

1.1.1 ศึกษามาตรฐานตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานเพื่อทำให้นักศึกษาทราบถึงเป้าหมายและแนวคิดสำคัญที่จะทำการเรียนการสอน ผู้วิจัยพบว่านักศึกษามีความเข้าใจในรายวิชามากขึ้น เมื่อพิจารณาจากชิ้นงานในการแสดงความเชื่อมโยงคำอธิบายรายวิชากับตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานทำให้นักศึกษาเห็นความสำคัญของแนวคิดที่จะต้องศึกษาเพื่อให้นักศึกษาสามารถนำไปสู่การปฏิบัติการสอนในอนาคต

1.1.2 ศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากบทความวิจัยทำให้นักศึกษาครูตระหนักถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของนักเรียนที่จะต้องไปสอนในอนาคต ผู้วิจัยพบว่านักศึกษามีความสามารถอธิบายแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากบทความวิจัยและบอกได้ว่าแนวคิดที่ถูกต้องคืออะไรบ้าง และนักศึกษายังค้นพบว่าแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนและแสงนั้นมีอยู่มากดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในอนาคตจะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

1.1.3 ใช้สถานการณ์สำหรับตรวจสอบความรู้เดิมและเชื่อมโยงการนำไปใช้ประโยชน์ ผู้วิจัยพบว่าการใช้สถานการณ์ที่หลากหลายสามารถกระตุ้นให้นักศึกษาแสดงแนวคิดเดิมให้ผู้สอนทราบ และผู้สอนสามารถเพิ่มเติมส่วนที่ขาดหายให้กับนักศึกษาได้ ขณะเดียวกันการนำสถานการณ์มาใช้ในการเชื่อมโยงแนวคิดกับการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันสามารถทำให้นักศึกษาเข้าใจแนวคิดมากขึ้น

1.1.4 เน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง เช่น การทดลอง การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยพบว่าผู้สอนไม่จำเป็นต้องอธิบายแนวคิดทั้งหมดให้ผู้เรียนทราบก่อน แต่ผู้เรียนจะค้นพบแนวคิดใหม่ด้วยตัวเองจากการลงมือปฏิบัติ

1.1.5 เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ระดมความคิดและอภิปรายผลการทำกิจกรรม ผู้วิจัยพบว่ากระบวนการระดมความคิดและการอภิปรายผลหลังการทำกิจกรรมนั้นช่วยปรับปรุงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

1.1.6 เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการฝึกปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้อื่น ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกเตรียมตัวในการปฏิบัติการสอนในอนาคต นักศึกษาให้ความเห็นว่ากิจกรรมนี้ทำให้นักศึกษาทราบว่ามีความจุดด้อยและจุดเด่นอะไร และจะเป็นแนวทางในการปฏิบัติการสอนในอนาคต

1.2.แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตน มีดังนี้

1.2.1 มอบหมายให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้เห็นแบบอย่างจากเพื่อนในการทำงานให้ประสบความสำเร็จและการกระตุ้นให้เกิดการช่วยเหลือกันในกลุ่มผู้ที่เก่งกว่าช่วยผู้ที่อ่อนกว่า ผู้วิจัยพบว่านักศึกษามีพฤติกรรมการเรียนเปลี่ยนไป เช่น การกล้าปรึกษาเพื่อน ปรึกษาอาจารย์ แสดงความคิดเห็นในกลุ่ม และรู้สึกว่าการทำให้ได้แบบเพื่อน

1.2.2 ใช้คำพูดเสริมแรงทางบวกและการสื่อสารของผู้สอนในชั้นเรียนเน้นการให้กำลังใจผู้เรียน เพื่อสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีความหมาย ผู้วิจัยพบว่าคำพูดเสริมแรงทางบวกช่วยปรับพฤติกรรมของผู้เรียนให้เหมาะสม มีทักษะในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น และมารยาททางสังคมที่ดีมากยิ่งขึ้น และการสื่อสาร

ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้สอนใช้ในทางตรง ได้แก่ การพูดติดต่อกับผู้เรียน การใช้ตำรา อุปกรณ์การสอน เครื่องมือ วิธีการให้ทำงานหรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นสื่อ และในทางอ้อม ผู้สอนอาจใช้ท่าทางการแสดงออก เช่น สันติริษะ ยิ้ม พยักหน้า เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาเปิดใจกับผู้สอนมากขึ้น กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น กล้าปรึกษาผู้สอนในการทำกิจกรรม และผู้เรียนอยากที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์มากขึ้นเพราะได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย

2. ผลการพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์

ผู้วิจัยขอแสดงผลการพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ในภาพรวมตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ในภาพรวม

แนวคิด	จำนวนนักศึกษาจำแนกตามประเภทแนวคิด									
	ก่อนการจัดการเรียนรู้					หลังการจัดการเรียนรู้				
	ความถี่(ร้อยละ)					ความถี่(ร้อยละ)				
	SC	PC	PC&CM	CM	NR	SC	PC	PC&CM	CM	NR
1	1 (5.56)	10 (55.56)	4 (22.22)	0 (0.00)	3 (16.67)	5 (27.78)	5 (27.78)	8 (44.44)	0 (0.00)	0 (0.00)
2	0 (0.00)	3 (16.67)	2 (11.11)	10 (55.56)	3 (16.67)	5 (27.78)	6 (33.33)	7 (38.89)	0 (0.00)	0 (0.00)
3	0 (0.00)	3 (16.67)	6 (33.33)	5 (27.78)	4 (22.22)	3 (16.67)	8 (44.44)	6 (33.33)	1 (5.56)	0 (0.00)
4	0 (0.00)	5 (27.78)	5 (27.78)	5 (27.78)	3 (16.67)	8 (44.44)	0 (0.00)	8 (44.44)	2 (11.11)	0 (0.00)
5	3 (16.67)	4 (22.22)	3 (16.67)	5 (27.78)	3 (16.67)	6 (33.33)	2 (11.11)	7 (38.89)	3 (16.67)	0 (0.00)
6	4 (22.22)	5 (27.78)	3 (16.67)	3 (16.67)	3 (16.67)	9 (50.00)	4 (22.22)	3 (16.67)	2 (11.11)	0 (0.00)
7	0 (0.00)	2 (11.11)	5 (27.78)	7 (38.89)	4 (22.22)	10 (55.56)	1 (5.56)	6 (33.33)	1 (5.56)	0 (0.00)
8	0 (0.00)	3 (16.67)	3 (16.67)	9 (50.00)	3 (16.67)	1 (5.56)	11 (61.11)	4 (22.22)	2 (11.11)	0 (0.00)
9	0 (0.00)	5 (27.78)	5 (27.78)	5 (27.78)	3 (16.67)	1 (5.56)	14 (77.78)	2 (11.11)	1 (5.56)	0 (0.00)
10	0 (0.00)	1 (5.56)	0 (0.00)	13 (72.22)	4 (22.22)	0 (0.00)	8 (44.44)	3 (16.67)	7 (38.89)	0 (0.00)
รวม	8 (4.44)	41 (22.78)	36 (20.00)	62 (34.44)	33 (18.33)	48 (26.67)	59 (32.78)	54 (30.00)	19 (10.56)	0 (0.00)

หมายเหตุ 1. ฝึกงานความร้อนกับอุณหภูมิ 2. การนำความร้อน 3. การพาความร้อน 4. การแผ่รังสีความร้อน 5. สมดุลความร้อน 6. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง 7. การเกิดเงา 8. การสะท้อนแสง 9. การหักเหแสง 10. ทิศทางของแสงฟิสิกส์

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ของนักศึกษาครูในภาพรวมหลังจากการจัดการเรียนรู้ นักศึกษามีแนวคิดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.44 เป็น ร้อยละ 26.67 แนวคิดที่มีการพัฒนาได้มากที่สุด ได้แก่ แนวคิดเรื่อง การเกิดเงา แสงเดินทางเป็นเส้นตรง การแผ่รังสีความร้อน ตามลำดับ

3. ผลการพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตน

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้แบบวัดพลังสมรรถนะแห่งตนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลพลังสมรรถนะแห่งตน โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบพลังสมรรถนะแห่งตนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้	N	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อน	4	3.096	0.175	-16.156*	0.00
หลัง	4	3.370	0.187		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 2 เมื่อเปรียบเทียบพลังสมรรถนะแห่งตนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการประเมินพลังสมรรถนะแห่งตนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ 0.05

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้แบบสัมภาษณ์พลังสมรรถนะแห่งตน

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักศึกษาจำนวน 6 คน โดยวิธี FOCUS GROUP ด้วยแบบสัมภาษณ์พลังสมรรถนะแห่งตน ด้วยคำถามครอบคลุม 4 ประเด็น ได้ผลดังนี้

ด้านที่ 1 การประสบความสำเร็จจากการกระทำของตนเอง ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการฝึกเป็นวิชาที่ยาก และต้องใช้ทักษะทางการคำนวณ ดังนั้นสิ่งที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์คือนักศึกษาต้องฝึกทำโจทย์และฝึกทำแบบฝึกหัด

ด้านที่ 2 การได้เห็นตัวแบบหรือประสบการณ์ของคนอื่น ผู้วิจัยพบว่านักศึกษามีความเห็นที่เห็นด้วยกับประโยคดังกล่าวเพราะเพื่อนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนของนักศึกษา โดยเฉพาะเวลาทำงานกลุ่มนักศึกษาจะคอยสังเกตเพื่อนที่เก่งและสามารถทำงานได้ดี ทำให้นักศึกษาต้องการทำให้ได้ดีแบบเพื่อน

ด้านที่ 3 การชักจูงด้วยคำพูด ผู้วิจัยพบว่านักศึกษามีความเห็นที่ผู้สอนมีอิทธิพลต่อการเรียนของนักศึกษาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการใช้คำพูดให้กำลังใจนักศึกษา นักศึกษามีความรู้สึกระตือรือร้นในการเรียนในกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ ทำให้นักศึกษาได้เข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น และการเรียนการสอนแบบกลุ่มทำให้นักศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ทำให้เกิดการช่วยเหลือในการทำงานและการเรียนมากขึ้น

ด้านที่ 4 การกระตุ้นทางร่างกายและทางอารมณ์ ผู้วิจัยพบว่านักศึกษามีความเห็นที่รู้สึกดีที่ผู้สอนให้ทำกิจกรรมกลุ่ม และรู้สึกดีที่กิจกรรมในห้องเรียนเน้นการปฏิบัติทำให้มีความสนใจในการเรียนมากขึ้น

อภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู ที่ส่งเสริมแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตนเรื่องความร้อนและแสงนั้น ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมให้มีการศึกษามาตรฐานตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ใช้สถานการณ์ตรวจสอบความรู้เดิม เน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง เปิดโอกาสระดมความคิดและอภิปรายผล เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการฝึกปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน มอบหมายให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่ม การใช้คำพูดเสริมแรงทางบวก ซึ่งจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้พบว่าสอดคล้องกับ Hake (2015) ที่ระบุว่า การสอนแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาแนวคิดทางฟิสิกส์ได้

2. ผลการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์จากการใช้ กลวิธีเนื้อหาวิชา กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตร และกลวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ในการจัดการเรียนรู้ พบว่าในภาพรวมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ สามารถแบ่งกลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ผลจากการสะท้อนการจัดการเรียนการสอนนักศึกษาให้ความเห็นว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดให้นั้นทำให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติและได้ทำงานร่วมกับเพื่อนเกิดปฏิสัมพันธ์การทำงานร่วมกันช่วยเหลือกันในกลุ่มของตนเองซึ่งสอดคล้องกับ Deepika Menon & Troy D. Sadler (2016) ที่กล่าวว่า การสอนแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาแนวคิดทางฟิสิกส์ได้

3. ผลการพัฒนาพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูพบว่า เมื่อเปรียบเทียบพลังสมรรถนะแห่งตนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการประเมินพลังสมรรถนะแห่งตนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ในทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับ Kyle Gray (2017) พบว่าพลังสมรรถนะแห่งตนของนักศึกษาคณะครูเพิ่มขึ้นและยังส่งผลต่อความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ก็เพิ่มขึ้นด้วย

สรุปองค์ความรู้

กลวิธีที่ใช้ในการพัฒนา

1. กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตร
2. กลวิธีจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
3. กลวิธีรายวิชาด้านเนื้อหา
4. ปัจจัยที่ส่งผลต่อพลังสมรรถนะแห่งตน



แนวทางการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์สำหรับครู เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์และพลังสมรรถนะแห่งตน ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมดังนี้

1. มีการศึกษามาตรฐานตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน
2. ศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน
3. ใช้สถานการณ์ตรวจสอบความรู้เดิม
4. เน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง
5. เปิดโอกาสระดมความคิดและอภิปรายผล
6. เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการฝึกปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน
7. มอบหมายให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่ม
8. การใช้คำพูดเสริมแรงทางบวก

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษากลวิธีอื่น ๆ ในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู ที่ส่งเสริมแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตน
2. การสอนฟิสิกส์ที่ส่งเสริมแนวคิดและพลังสมรรถนะแห่งตน ควรสอนแบบเน้นการลงมือปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

References

- Appleton, K., & Kindt, I. (2002). Beginning elementary teachers' development as teachers of science. *Journal of Science Teacher Education*, 13, 43–61
- Bandura. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social cognitive Theory*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Bandura. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215
- Deepika Menon and Troy D. Sadler. (2016). Preservice Elementary Teachers' Science Self-Efficacy Beliefs and Science Content Knowledge *Journal of Science Teacher Education* 27: 649–673
- Deboer G.E. (2006) Historical Perspectives On Inquiry Teaching In Schools. In: Flick L.B., Lederman N.G. (eds) *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Science & Technology Education Library, vol 25. pp 17-35.
- Hake, R.R. (2015). What might psychologists learn from Scholarship of Teaching and Learning in physics? *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1(1), 100-106.
- Haidar, A.H. (1997). Prospective chemistry teachers' conception of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 181-197.

- H. Fencl and K. Scheel, (2004). Sources of Self-efficacy in science Courses-Physics (SOSESC-P)
Retrieved SEP 10,2019, from <https://www.physport.org/>
- Kazempour, M., & Sadler, T. D. (2015). Pre-service teachers' beliefs, attitudes, and self-efficacy: A multi-case study. *Teaching Education*, 26, 247–271.
- Kyle Gray (2017). Assessing Gains in Science Teaching Self-Efficacy After Completing an Inquiry-Based Earth Science Course, *Journal of Geoscience Education*, 65:1, 60-71.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N., & Stiles, K. E. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Murphy, C., & Smith, G. (2012). The impact of a curriculum course on pre-service primary teachers' science content knowledge and attitudes towards teaching science. *Irish Educational Studies*, 31, 1, 77-95.
- Rice, D. C., & Roychoudhury, A. (2003). Preparing more confident Pre-service elementary science teacher: One elementary science methods teacher's self study. *Journal of Science Teacher Education*, 14, 97-126.
- Tekkaya, C., Cakiroglu, J. & Ozkan, O. (2004). Turkish Pre-service Science Teachers' Understanding of Science and their Confidence in Teaching it. *Journal of Education for Teaching*, 30, 1, 57-68.

