

บทความวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา

เขตตระกูล หอมจำปา*, ศิริรัตน์ ศรีสะอาด**, นาดยา ปิลันธนานนท์***

*นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**อาจารย์ ดร., สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

***รองศาสตราจารย์ ดร., สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพิสูจน์ ทดสอบเพื่อหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยการฝึกตามขั้นตอนจนเกิดความเชี่ยวชาญ ชำนาญ คล่องแคล่วในการปฏิบัติ โดยทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้มากขึ้น เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ทักษะที่ซับซ้อนและมีขั้นตอนที่ละเอียดมากขึ้น จึงเป็นเหตุให้การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาทักษะพื้นฐาน รวมถึงการพัฒนา และประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะพื้นฐาน โดยศึกษาและรวบรวมทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทั้งจากเอกสารหลักสูตร และสอบถามความคิดเห็นจากผู้สอนวิทยาศาสตร์ ในระดับอุดมศึกษา 3 สาขาวิชา คือฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา จำนวน 9 คนจากนั้นคัดเลือกทักษะพื้นฐาน และพัฒนาชุดฝึกทักษะ ในการประเมินคุณภาพชุดฝึก ประเมินคุณภาพใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านประโยชน์ และด้านการนำไปใช้ จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านวิชาการและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการเลือกอย่างเจาะจง รวมจำนวน 13 คน และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุพรรณบุรี ที่ได้จากการสุ่มแบบชั้นภูมิ รวม 27 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา มีลักษณะสำคัญ คือ เป็นทักษะร่วมในหลายวิชา และเป็นทักษะต้องใช้หลายทักษะประกอบกัน 2) ทักษะที่นำมาพัฒนาชุดฝึก มี 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการต่อวงจรวงจรไฟฟ้า ทักษะการใช้เครื่องมือวัด ทักษะการไทเทรต ทักษะการแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์ ทักษะการเตรียมตัวอย่างพืชและสัตว์ ทักษะการผ่าพืชและสัตว์ และทักษะการเขียนรายงานเพื่อการนำเสนอ 3) ชุดฝึกทักษะเป็นชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในรูปแบบวีดิทัศน์ 4) ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และนักศึกษา มีความเห็นตรงกันในระดับมากที่สุดเกี่ยวกับคุณภาพชุดฝึกด้านประโยชน์ และการนำไปใช้ ส่วนด้านเนื้อหามีความเห็นในระดับมาก และมากที่สุด ส่วนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความเห็นในระดับมาก

คำสำคัญ : ทักษะทางวิทยาศาสตร์, ชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์, การพัฒนาทักษะ



Research

Development of Basic Science Skills Training Packages for Higher Education

Choedtrakool Homchampa, Sirirat Srisa-ard, Nattaya Piluntananon

Abstract

Scientific skills are very important for proving and testing to find scientific answers. They require sequential training to gain expertise and deft in scientific practice. Basic Science Skills will help learners to better understand science lessons. They form the basis for the learning of more complex skills involving more detailed procedures. Accordingly, this research aimed to study Basic Science Skills, including developing Basic Science Skills Training Packages and assessing their quality. The research was conducted in three phases which were, first, studying and gathering scientific skills from curricular documents and opinions conveyed through questionnaires administered to nine tertiary lecturers of physics, chemistry and biology; second, selecting basic scientific skills and developing Basic Science Skills Training Packages; and, third, assessing the quality of these Training Packages. Quality assessment was focused on four aspects: academic contents, information technology contents, benefits, and applications, and was completed by 13 academic and information technology experts who were purposively selected, as well as by a total of 27 participants selected by stratified random sampling technique from the students of the Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University.

The research found that 1) the key features of the Basic Science Skills for higher education are that they are common skills used in many subjects and require a combination of many sub-skills; 2) the skills put into the Training Packages were seven skills – Electrical circuits skills, Measurement tools skills, Titration skills, Separation and purification skills, Plant and animal specimen preparation skills, Plant and animal dissection skills, and scientific report writing skills; 3) the Training Packages were self-learning kits in a video format; and 4) experts both of academic contents and information technology contents, as well as the student participants had the highest level of agreement regarding the quality of the Training Packages in terms of their benefits and applications; the experts had the high level of agreement and the student participants the highest level regarding their academic contents, and finally both cohorts had the high level of agreement regarding the information technology contents of the Training Packages.

Keywords: Scientific skills, Basic Science Skills Training Packages, Development of skills.



ความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการกำลังคนที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้นทั้งนี้เพื่อรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจทางด้านอุตสาหกรรมและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศแต่ในขณะเดียวกันการผลิตบัณฑิตด้านวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาต่างๆ ในระดับอุดมศึกษาได้ประสบปัญหาเกี่ยวกับผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา จากการสรุปผลการประเมิน PISA 2015 ของนักเรียนไทยในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA ปี พ.ศ. 2558 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พบว่าแนวโน้มจากการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 มีผลการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลง แม้ว่าช่วง PISA 2009 ถึง PISA 2012 ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์จะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ใน PISA 2015 ทั้งสามด้านกลับมีคะแนนลดลงจาก PISA 2012 คะแนนเฉลี่ยของวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 เป็นคะแนนมาตรฐานที่ 493 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมากกว่าหนึ่งระดับ อยู่ในช่วงลำดับที่ 51 - 57 จากอันดับมากกว่า 80 ประเทศทั่วโลก แนวโน้ม คะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยรวมลดต่ำลงจาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 คะแนนวิทยาศาสตร์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

จากรายงานผลการประเมินกิจกรรมการปรับพื้นฐานความรู้ของนักศึกษา ระดับชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยมีผู้เข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 473 คน เป็นผู้ชาย 126 คน คิดเป็นร้อยละ 30.40 เป็นผู้หญิง 289 คน คิดเป็นร้อยละ 69.60 ด้านกิจกรรมความรู้รายการที่เป็นกิจกรรมที่ให้ความรู้แก่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 พบว่า มีนักศึกษา จำนวน 230 คน คิดเป็นร้อยละ 48.63 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ มีคะแนนมากกว่า 50 คะแนน และมีนักศึกษา จำนวน 188 คน คิดเป็นร้อยละ 39.75 มีคะแนนผ่านพอดีเกณฑ์ ที่ระดับ 50 คะแนนและมีนักศึกษา จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 11.62 มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ น้อยกว่า 50 คะแนน ซึ่งหากพิจารณาในภาพรวมแล้วจะเห็นว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีคะแนนด้านความรู้อยู่ในกลุ่มกลางๆ ค่อนข้างต่ำกว่าเกณฑ์ และเมื่อพิจารณาภาพรวมในระดับประเทศ ย้อน หลังพบว่าสอดคล้องกับผลสอบจาก O-net โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. ได้ประกาศ และรายงานค่าสถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ย O-net ของนักเรียน ม.6 จากโรงเรียนทั่วประเทศ ซึ่งระดับความรู้ เป็นที่น่าตกใจ เมื่อรายวิชาคณิตศาสตร์-อังกฤษ เด็กนักเรียนทำได้ไม่ถึงร้อยละ 20 ส่วนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ ฯลฯ ทำได้ไม่ถึงร้อยละ 50 ตัวอย่างข้อมูลโดยละเอียดคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ มีผู้เข้าสอบ 356,591 คน เฉลี่ย 14.99 คะแนน ส่วนวิชาวิทยาศาสตร์ มีผู้เข้าสอบ 349,210 คน เฉลี่ย 30.90 คะแนน แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า นักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ตกต่ำลงอย่างน่าใจหาย คะแนน O-net ตกทั่วประเทศ (Mthai news, 2553)

ผลจากการที่นักศึกษามีความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำประกอบกับการสอนปรับพื้นฐานให้กับนักศึกษาใหม่ซึ่งจัดโดยคณะวิชายังไม่สามารถปรับให้นักศึกษามีความรู้พื้นฐานเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่น่าพอใจได้นั้น ได้กลายเป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการเรียนของนักศึกษาเองและเป็นปัญหาส่งผลโดยตรงต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ที่ไม่สามารถสอนได้ตามแนวการสอนหรือบางที่เรียกประมวลรายวิชา (Course syllabus) ที่กำหนด และพบว่า ปัญหาของนักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ มี

สาเหตุหนึ่งมาจากปัญหาการขาดทักษะพื้นฐานที่จำเป็น ได้แก่ ทักษะการคำนวณ และทักษะการทดลอง เป็นต้น ซึ่งการขาดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นนี้ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียน และการแสวงหาความรู้ใหม่ของนักศึกษา เช่น การเรียนรายวิชาหลักฟิสิกส์ ซึ่งเป็นรายวิชาบังคับสำหรับนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษามุ่งอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติทั้งหมดให้เห็นเป็นรูปธรรม และนักศึกษสามารถบอกขนาดของปรากฏการณ์นั้นได้ ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการหาคำตอบจากการแก้สมการ จำเป็นต้องใช้การคำนวณที่มีโครงสร้างสมการซับซ้อนขึ้น แต่นักศึกษาส่วนมากเริ่มมีปัญหาตั้งแต่การเริ่มแก้สมการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยที่ยังไม่ได้แทนค่าตัวแปรเป็นเลขคณิต และผู้เรียนบางส่วนยังมีปัญหาการคำนวณเลขคณิตที่อยู่ในรูปสมการการคูณและหารเลขชี้กำลัง (Power of Ten) นอกจากนี้การทดลอง ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่กลับพบว่านักศึกษาไม่สามารถออกแบบการทดลอง กำหนดตัวแปรที่ศึกษา ออกแบบตารางบันทึกผล รวมไปถึงไม่สามารถเขียนรายงานผลการทดลองได้ถึงแม้จะให้ระยะเวลาในการทำการทดลอง และการนำเสนอรายงานเพิ่มมากขึ้นก็ตาม สิ่งเหล่านี้ได้กลายเป็นปัญหาและอุปสรรคที่สะสมของนักศึกษาเรื่อยไป หากนักศึกษาได้รับการพัฒนาทักษะพื้นฐานอย่างต่อเนื่องอาจมีส่วนช่วยบรรเทาปัญหาการขาดทักษะและอาจช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นได้

การพัฒนาทักษะเป็นการเพิ่มระดับความสามารถของตนเองจากความพยายามอย่างรอบคอบและเป็นระบบที่ยั่งยืนถือได้ว่าเป็นการพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพที่สูงขึ้นเป็นการสร้างมูลค่าให้กับตนเองหรือให้กับงาน หน้าที่ความรับผิดชอบ หรือกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เนื่องจากมีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความคิด (ทักษะความรู้ความเข้าใจ) สิ่งต่างๆ รอบตัว (ทักษะทางเทคนิควิธี) และบุคคลรอบข้าง (ทักษะในการสื่อสารระหว่างบุคคล) (Berkeley, 2018) ซึ่งจากตัวอย่างผลการวิจัยการพัฒนาทักษะการคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแสตรงโดยการสอนแบบโครงงานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ในการทำโครงงานเพิ่มมากขึ้น... และยังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแสตรงมีการพัฒนาบรรลุตามความมุ่งหมายของการวิจัย (บุญชัย ทรเทพ บทคัดย่อ, 2547)

ผู้วิจัยในฐานะเป็นอาจารย์ผู้สอนนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหา ดังกล่าว จึงเห็นว่าหากนักศึกษาที่ขาดทักษะพื้นฐานบางประการได้รับการฝึก และปรับให้มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นแล้ว จะทำให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนด้วยเหตุนี้จึงสนใจที่ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาสำหรับนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และผู้เรียนได้รับการส่งเสริมการฝึกทักษะจนสามารถประสบผลสำเร็จในการเรียนที่สูงขึ้น โดยกำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้สามประการ คือ เพื่อศึกษาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา รวมถึงเพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา และเพื่อประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับ อุดมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา เป็นการศึกษาประเพณีวิจัยพื้นฐาน (Basic research) การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาชุดฝึกทักษะจากทั้งในและต่างประเทศ และได้ตรวจสอบและวิเคราะห์ทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จากรายวิชาพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์หมวดวิชา เฉพาะด้านจากหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง จากนั้นสอบถามความเห็นเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ เหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นชุดฝึกทักษะ จากอาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 9 คน จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจง ความถี่และหาค่าร้อยละของความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับ อุดมศึกษาที่จะ นำมาเป็นชุดฝึก จากนั้นผู้วิจัยคัด เลือกทักษะวิทยาศาสตร์ ที่จะนำมาพัฒนาเป็นชุดฝึก โดยเลือกพัฒนาทักษะ ที่มีความถี่สูงสุด 3 ลำดับแรก

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยศึกษารูป แบบ ชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับ อุดมศึกษา จากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับพัฒนา ชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับ อุดมศึกษา เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสม จากนั้นดำเนินการจัดทำ ชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาที่พัฒนาขึ้นตามรูป แบบที่เลือกไว้ จากนั้นนำชุดฝึก ทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้ คำแนะนำ จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาที่พัฒนาขึ้นตาม ข้อ เสนอแนะจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยประเมินชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาโดยประเมิน คุณภาพชุดฝึกทักษะใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านประโยชน์ และด้านการ นำไปใช้ จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านวิชาการและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการเลือกอย่างเจาะ จง รวม จำนวน 13 คน และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ได้จากการสุ่ม แบบชั้นภูมิ รวม 27 คน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา มีผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาที่เหมาะสมในการนำ มาพัฒนาเป็น ชุดฝึกทักษะ

ผลการผลจากการสอบถามความเห็นเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นชุดฝึกทักษะ ตามเกณฑ์กำหนดคือทักษะที่มีความถี่สูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ลำดับที่ 1 ทักษะการเขียนรายงานเพื่อการนำเสนอ ลำดับที่ 2 ทักษะการต่อวงจรวงจรไฟฟ้า ทักษะการไทเทรต และ ทักษะการเตรียมตัวอย่างพืชและสัตว์ และลำดับที่ 3 ทักษะการใช้เครื่องมือวัด ทักษะการแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์ และทักษะการผ่าพืชและสัตว์ ดังนั้นทักษะพื้นฐานที่เหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นชุดฝึกทักษะ มีทั้งสิ้น 7 ทักษะ จัดลำดับตามสาขาวิชา ได้แก่ ทักษะการต่อวงจรวงจรไฟฟ้า ทักษะการใช้เครื่องมือวัด ทักษะการไทเทรต ทักษะการแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์ ทักษะการเตรียมตัวอย่างพืชและสัตว์ ทักษะการผ่าพืชและสัตว์ และทักษะการเขียนรายงานเพื่อการนำเสนอ

ซึ่งทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับ อุดมศึกษา เหล่านี้มีลักษณะสำคัญ สองประการ คือ 1) มีลักษณะเป็นทักษะร่วมในหลายวิชา เช่น ทักษะการคำนวณ และแก้สมการทางคณิตศาสตร์ ใช้ทั้งในรายวิชาในสาขา เคมี และฟิสิกส์ ทั้งในรายวิชาที่เป็นบรรยาย และรายวิชาปฏิบัติการ และทักษะการจำศัพท์เทคนิค / ศัพท์เฉพาะ ซึ่งใช้ทั้งในรายวิชาในสาขาชีววิทยา และเคมี 2) เป็นทักษะต้องใช้หลายทักษะประกอบกัน เช่น ในสาขาวิชาเคมี ทักษะการไทเทรต ต้องมีทักษะการใช้ และการทำความสะอาดเครื่องแก้ว ทักษะการใช้ และการอ่านค่าอุปกรณ์วัดปริมาตร ทักษะการสังเกต ทักษะความปลอดภัยในการใช้สารเคมี ทักษะการคำนวณ และแก้สมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งรายวิชาในสาขาฟิสิกส์ การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ต้องมีทักษะการต่อ และการตรวจวงจรไฟฟ้า การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า การอ่านค่าเครื่องมือวัดปริมาณไฟฟ้า และการอ่านวงจรไฟฟ้า เป็นต้น

นอกจากนี้จากผลการวิจัยยังพบว่าทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา ที่ได้จากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิบางทักษะตรงกับทักษะพื้นฐานบางทักษะในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มุ่งพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะการต่อวงจรวงจรไฟฟ้า ทักษะการใช้เครื่องมือวัด ทักษะการแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์ ทักษะการผ่าพืชและสัตว์ และทักษะการไทเทรต ซึ่งในประเด็นนี้ผู้วิจัยเห็นว่า ทักษะเป็นกระบวนการที่ต้องสั่งสม ต้องฝึกจนให้มีความชำนาญ ต้องฝึกปฏิบัติให้มีความต่อเนื่องตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับ Simpson (1972 อ้างถึงในทศนา แคมมณี, 2550) กล่าวถึงการพัฒนาทักษะปฏิบัติไว้ว่า ทักษะปฏิบัติสามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้วจะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญชำนาญการ และความคงทน และยังสอดคล้องกับความเห็นของจำนง พรายแย้มแข (2529) ที่ศึกษาเรื่องเทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตและพบว่าทักษะที่ควรฝึกให้เกิดขึ้นในนักเรียนเพื่อให้การสอนวิทยาศาสตร์บรรลุเป้าหมาย ต้องการกระทำบ่อยๆ อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้เกิดความสามารถขึ้นเป็นเงาตามตัว อย่างไรก็ตามทักษะพื้นฐานระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานกับทักษะพื้นฐานระดับอุดมศึกษามีความแตกต่างกันในเรื่องความละเอียดของการวัดค่าที่ซับซ้อนขึ้น วิธีการอ่านค่าจากเครื่องมือที่มีความละเอียดมากขึ้น รวมถึงประเภทของสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบมีความซับซ้อนหรือมีองค์ประกอบที่ใหญ่ขึ้นทำให้ต้องใช้ความละเอียดในการวัดที่มากขึ้นตามลำดับ

และผลการวิจัยที่พบว่ามีทักษะพื้นฐานในระดับอุดมศึกษาบางทักษะตรงกับทักษะพื้นฐานในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานนั้น ยังได้แสดงให้เห็นถึงการส่งต่อความรู้ และทักษะอย่างต่อเนื่องกันระหว่างระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมาสู่ระดับอุดมศึกษา ซึ่งในการพัฒนาหลักสูตรหากผู้พัฒนาหลักสูตรในระดับที่สูงขึ้นมีการ

ย้อนกลับมาดูขอบข่าย (Scope) และลำดับ (Sequence) ของเนื้อหา ของหลักสูตรก่อนหน้าจะทำให้เห็นว่า ผู้เรียนถูกพัฒนาให้มีคุณภาพ ความรู้ สมรรถนะในด้านใดอย่างไร ก็จะเป็นข้อมูลในการจัดทำหลักสูตรที่ทำให้ ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนตามที่หลักสูตรกำหนด

ซึ่งในส่วนของทักษะที่ตรงกันนี้ อาจสะท้อนให้เห็นอีกประเด็นหนึ่งว่าผู้เรียนอาจจะขาดโอกาส หรือไม่ ได้รับการฝึกทักษะเหล่านี้ในขณะที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องจากการ ขาดแคลนผู้สอนตรงสาย ที่มีความรู้ และความชำนาญ เมื่อให้ผู้สอนที่ไม่ตรงสาย หรือไม่มีความรู้และความ ขำนาญในทักษะ ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึก หรือฝึกแบบไม่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชนิตา รักษ์ พลเมือง และคณะ ที่ได้ศึกษา รายงานการวิจัยเอกสารเรื่อง สภาวะการขาดแคลนครูระดับการศึกษาขั้น พื้นฐานพบว่า แล้วพบว่าประเทศไทย โรงเรียนที่บรรจุครูได้ยาก ส่วนใหญ่เป็นโรงเรียนประถมศึกษา โรงเรียน ขนาดเล็ก ที่ตั้งในพื้นที่ห่างไกลและโรงเรียนชนบท วิชาที่ขาดแคลนครู ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี ครูบางส่วนมีวุฒิการศึกษา ไม่ตรงกับวิชาที่สอน มีประสบการณ์น้อย ขาดความรู้ ทักษะการสอนที่ ทันสมัยและด้อยความรู้ด้านเทคโนโลยี ปัญหาการขาดแคลนครูส่วนใหญ่เกิดจากการขาดอัตราที่ จะใช้บรรจุครูใหม่หรือทดแทนครูเกษียณ/ลาออก

หรืออาจไม่เห็นความสำคัญในการฝึกทักษะปฏิบัติ เนื่องจากไม่ได้ใช้ในการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อใน ระดับอุดมศึกษา จะเน้นความรู้ในเนื้อหา มากกว่าการเรียนรู้ และฝึกปฏิบัติ รวมถึงอาจมีสาเหตุมาจากการขาด แคลนอุปกรณ์การทดลองพื้นฐานจึงไม่สามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติการทดลองได้ ซึ่ง ถ้าเป็นด้วยสาเหตุนี้ ผู้วิจัยมีความ เห็นว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน และหน่วยงานที่ มีบทบาทหน้าที่เป็นเสมือนคลังสมองของชาติทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งสำนัก งานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน (สพฐ) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ควรมีการทบทวน ดังนี้

- 1) ควรมีการทบทวนเรื่องวิธีจัดการ ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์แนวใหม่ที่สอดคล้อง กับความ ทันสมัยของสื่อเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน รวมถึงการพัฒนาทักษะในรูปแบบต่างๆที่มีการใช้สื่อ เทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนา
- 2) การบริหารจัดการบุคลากรทางวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ และจำนวนที่เหมาะสม ซึ่งควร วางแผนในการรับ และจัดสรรสู่สถานศึกษาอย่างเหมาะสม ซึ่งอาจต้องมีการให้ค่าตอบแทนที่ พิเศษเพื่อจูงใจ หรือสนับสนุนให้เรียน และไปทำงานในสถานศึกษาที่ขาดแคลน
- 3) การจัดสรรงบประมาณในการจัด ซื้อ สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอต่อ การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแยกรบประมาณต่างหากที่ไม่รวมกับงบประมาณส่วน อื่นๆ
- 4) ให้ความรู้ และคำแนะนำทั้งการเลือก และใช้สื่อสาธารณะทั้งบนเครือข่ายออนไลน์ และ ออฟไลน์ ในการจัดการเรียนการสอน แก่ผู้สอนวิทยาศาสตร์
- 5) การคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับ อุดมศึกษาสาขาทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการสอบ ภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นการกระตุ้นการเรียนการสอนทักษะ ในระดับการศึกษาขั้น พื้นฐาน

2. ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา

ชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับ อุดมศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีทั้งสิ้น 7 ชุดฝึกทักษะ ได้แก่ ชุดฝึกที่ 1 ทักษะการต่อวงจรตัววงจรไฟฟ้า ชุดฝึกที่ 2 ทักษะการใช้เครื่องมือวัด ชุดฝึกที่ 3 ทักษะการไทเทรต ชุดฝึกที่ 4 ทักษะการแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์ ชุดฝึกที่ 5 ทักษะการเตรียมตัวอย่างพืชและสัตว์ ชุดฝึกที่ 6 ทักษะการผ่าพืชและสัตว์ และชุดฝึกที่ 7 ทักษะการเขียนรายงานเพื่อการนำเสนอ โดยชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาที่พัฒนาขึ้นนี้มีลักษณะเป็นชุดเรียน รู้ด้วยตนเอง ในรูปแบบวีดิทัศน์ จำนวน 7 เรื่อง โดยมีขั้นตอนการพัฒนา คือ กำหนดขอบข่ายความรู้ (scope) ของแต่ละทักษะ จากนั้นจัดทำสตอรี่บอร์ด (storyboard) และจัดทำวีดิทัศน์ตามลำดับ ตัวอย่างบางส่วนของวีดิทัศน์ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 วีดิทัศน์ความรู้ตอนที่ 1 เรื่องแนะนำอุปกรณ์วงจรไฟฟ้าสำหรับต่อวงจรไฟฟ้า RLC ของชุดฝึกทักษะการต่อวงจรตัววงจรไฟฟ้า



ภาพที่ 2 แสดงการแนะนำอุปกรณ์และสารเคมีของชุดฝึกทักษะการไทเทรต

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการพัฒนาชุดฝึกเป็นวีดิทัศน์เรียนรู้ด้วยตนเอง แม้ว่าสื่อวีดิทัศน์จะมีเป็นจำนวนมากจากแหล่งที่มีอยู่แล้วตามยูทูป (Youtube) และเว็บไซต์ต่าง ๆ แต่ไม่สามารถจัดเนื้อหาและทักษะได้ตามต้องการ เนื่องจากวีดิทัศน์ที่จัดทำขึ้นสามารถออกแบบโครงสร้างเนื้อหา และทักษะที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการอย่างตรงประเด็น ซึ่งวีดิทัศน์เรียนรู้ด้วยตนเองนี้ ยังอัปโหลด (Upload) ไว้บนระบบ

อินเทอร์เน็ต ในรูปแบบคลิปวิดีโอทำให้ผู้ใช้เข้าถึงได้ตามต้องการ ซึ่ง New York University (2012) ได้กล่าวถึงคลิปบนอินเทอร์เน็ต ในลักษณะของประเภทของวิดีโอไว้ว่า คลิปบนอินเทอร์เน็ตคือ คลิปวิดีโอที่นำเสนอ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงสามารถดูได้บนอินเทอร์เน็ต เช่น youtube คลิปเพลง คลิปภาพยนตร์ เป็นต้น ซึ่งนักศึกษาจะมีอิสระในการเลือกศึกษาทักษะตามที่สนใจ และเวลาตามความสะดวก ทั้งเพื่อจุดประสงค์ตามความต้องการ ทั้งเพื่อการเตรียมตัวก่อนเริ่มเรียน หรือใช้ทบทวนหลังเรียน หรือเพื่อเตรียมตัวสำหรับการทดสอบซึ่งสอดคล้องกับ CEEOL (2006 อ้างถึงใน หาญศึก เล็บครุฑและคณะ, 2553) ที่ศึกษาเรื่องแนวความคิดการใช้สารสนเทศเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ให้เกิดกระบวนการคิดได้รายงานว่าการเรียนโดยใช้ ICT เป็นฐานจึงเป็นโอกาสที่ดีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีทางเลือกในการเรียนรู้ได้หลายทาง เพื่อตอบสนองการเรียนรู้ที่ต่างกันแต่ผลการเรียนรู้ไม่ต่างกัน

3. ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา

การประเมินคุณภาพของชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา โดยมีการประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านประโยชน์ และด้านการนำไปใช้ ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะ แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิทยาศาสตร์ และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นการประเมินหลังจากพัฒนาชุดฝึกแล้ว พบว่า ด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาการส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมาก และมากที่สุดในทุกรายการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดฝึกที่ 2 ชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัด ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุดทุกรายการ และในรายการเนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์ของชุดฝึกและการสาธิตชัดเจนเข้าใจง่าย ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุดทั้ง 7 ชุดฝึก ด้านประโยชน์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาการส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุด ในทุกรายการ ทุกชุดฝึก ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาการ และด้านเทคโนโลยี ส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากในทุกรายการ ทุกชุดฝึก ยกเว้นรายการ ผู้แสดงมีความชำนาญ ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุดในทุกชุดฝึก ด้านการนำไปใช้ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาการ และด้านเทคโนโลยี ส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุด ในทุกรายการทุกชุดฝึก

และระยะที่ 2 ผลการประเมินโดยนักศึกษา เป็นการประเมินหลังจากปรับปรุงแก้ไขชุดฝึก ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว พบว่า ด้านเนื้อหา นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมาก และมากที่สุดในทุกชุดฝึก โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดฝึกทักษะการต่อวงจรวงจรไฟฟ้า ชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัด ชุดฝึกทักษะเตรียมตัวอย่างพืชและสัตว์ และชุดฝึกทักษะการผ่าพืชและสัตว์ นักศึกษาส่วนใหญ่ มีความเห็นในระดับมากที่สุดทุกรายการและรายการการสาธิตชัดเจนเข้าใจง่ายและในรายการเนื้อหา ตรงกับรายวิชาตามหลักสูตร นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุดทุกชุดฝึกยกเว้นชุดฝึกฝึกทักษะ การไทเทรต และชุดฝึกทักษะ การแยกสารและการเตรียมสารให้บริสุทธิ์ ตามลำดับ ด้านประโยชน์ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุดในทุกรายการ ทุกชุดฝึก ยกเว้นรายการ สามารถทำให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ในชุดฝึกฝึกทักษะ การไทเทรต ชุดฝึกทักษะการแยกสารและการเตรียมสารให้บริสุทธิ์ และชุดฝึกทักษะการเขียนรายงานเพื่อการนำเสนอมีความเห็นในระดับมาก ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมาก และมากที่สุด ในทุกรายการ โดยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรวงจรไฟฟ้า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมาก ยกเว้นรายการคุณภาพเสียงชัดเจน มีความเห็นในระดับมากที่สุด ส่วนในรายการขนาด และสีตัวอักษร

ประกอบเหมาะสม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมาก ทุกชุดฝึก ในรายการการตัดภาพต่อเนื่อง สมบูรณ์ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมาก ยกเว้นในชุดฝึกทักษะการผ่าพืชและสัตว์ มีความเห็นในระดับ มากที่สุด และด้านการนำไปใช้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นในระดับมากที่สุดในทุกรายการ ทุกชุดฝึก

โดยภาพรวมแล้วผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และนักศึกษา มีความเห็นตรงกันในระดับมากที่สุดเกี่ยวกับคุณภาพชุดฝึกด้านประโยชน์ และการนำไปใช้ สำหรับด้านเนื้อหา มีความเห็นในระดับมาก และมากที่สุด ส่วนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความเห็นในระดับมาก

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ส่งเสริมให้อาจารย์พัฒนาชุดฝึกทักษะวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยใช้รูปแบบชุดฝึกทักษะที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมความเป็นนักวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษา
2. ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาไปสู่การเป็นรายวิชาสำหรับนักศึกษา ก่อนเริ่มเรียนรายวิชาพื้นฐานอื่นๆ
3. ศึกษาเพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาทักษะอื่นๆ ที่จะช่วยให้นักศึกษาประสบความสำเร็จในการเรียน
4. ควรพัฒนาชุดฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาในรูปแบบอื่นๆ ที่ตอบ สนองการเรียนรู้ที่หลากหลาย และตอบสนองการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล
5. การเลือกพัฒนาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษา ทักษะใดควรทำการสำรวจทั้งจากผู้สอน และนักศึกษาเพื่อให้ได้ทักษะที่ตรงกับความต้องการพัฒนาทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนด้านความรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- จำนง พรายแย้มแซ. 2529. **เทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต**. กรุงเทพมหานคร, ไทวัฒนาพานิช.
- บุญชัย ทรเทพ. 2547. **การพัฒนาทักษะการคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแสตรงโดยการสอนแบบโครงงานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สกุ๊ปข่าว Mthai news. 2553. **แนนโอเน็ต ตกทั้ง ประเทศ!**. (Online). <https://news.mthai.com/webmaster-talk/109823.html>. 11 มิถุนายน 2560.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2523. **การสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ปีการศึกษา 2523**. สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, กรุงเทพมหานคร. อ้างใน รัชนี้ บุญเรือง. 2535. **การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะปฏิบัติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยการประยุกต์กิจกรรมที่ควบคุมโดยกลุ่มคุณภาพกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.** วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2558. **สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์**. (Online). <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTLk/view>. 20 มิถุนายน 2560.
- หาญศึก เล็บครุฑ และปรัชญนันท์ นิลสุข. 2553. **แนวคิดการใช้สารสนเทศเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ใ ห้ เ กิ ด กระบวนการคิด**. วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ปีที่ 21, 7.
- Berkeley university. 2018. **Career Development: Skill Development**. (Online). <https://hr.berkeley.edu/development/career-development/skill-development>, June 1, 2018
- New York University. 2012. **Introducing NYU's New Video Streaming Service**. (Online). <http://www.nyu.edu/about/news-publications/publications/connect-information-technology/2012/11/06/nyu-stream-introducing-nyus-new-video-streaming-service.html>, December 1, 2017.
- Simpson. 1972. **Teaching Physical Educations: A System Approach**. Boston: Houghton Mufflin Co. อ้างใน ทิศนา ขัมมณี. 2550. **รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.