



วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา

URL : <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/iinedu/issue/archive>

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

FACULTY OF EDUCATION, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY Volume 12 No. 2 July – December 2018

การพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้สู่สากลตามแนวทางSTEAM

The Development an Elementary Curriculum for Global Learning

by Using STEAM

นพดล กองศิลป์*

Noppadon Kongsilp

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Srinakharinwirot University: Prasarnmit Demonstration School (Elementary)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

*Corresponding Author, E-mail:n_kongsilp@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาโดยใช้การเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรระดับประถมศึกษาและด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทาง STEAM โดยมีขั้นตอนดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาร่างหลักสูตรและประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ขั้นตอนที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขหลักสูตร ผลการวิจัยได้หลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM มีองค์ประกอบของหลักสูตร ดังนี้แนวคิดของหลักสูตรเป็นการเชื่อมโยง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่หลากหลายได้และสามารถสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้ทักษะการคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ได้, โครงสร้างของหลักสูตร

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)

มี 6 หน่วยการเรียนรู้, ระยะเวลาการดำเนินการ 89 คาบ (คาบละ 45 นาที), การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน, สื่อการเรียนรู้ที่สนับสนุนการสร้างสรรค์ผลงาน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ด้านหลักสูตร ด้านกิจกรรมการเรียน การสอน และด้านเวลา สำหรับผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญต่อหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM เห็นว่ามีความสอดคล้อง และมีความเหมาะสมในระดับมาก

คำสำคัญ: การพัฒนาหลักสูตร,หลักสูตรประถมศึกษา,การจัดการเรียนรู้ตามแนว STEAM

Abstract

This research aims to develop an elementary curriculum for learning by using STEAM. The research procedures were studying researches and documents and evaluating by experts specializing in developing the elementary curriculum and instructional integrating by using STEAM.

The research procedures following 3 phases: (1) acquiring the relevant information (2) developing the curriculum draft and evaluating(3) improving the curriculum. The results of the research were as follows: The research was found that elementary curriculum based on STEAM consists of the following components; The concept of curriculum are integrating 8 core subjects together, The purposes of this curriculum are to provide students with integrated learning by applying problem-solving skills in different situations and enable to create works with creative thinking skill through engineering design process, The structure of the curriculum consists of 6 learning units, The processing time is 89 periods (45 minutes for each period), Learning activities are divided into 6 procedures, Instructional media are materials support creating,Assessment and Evaluation in 3 aspects: curriculum, learning activities and timing. The experts' opinions on the Elementary curriculum for learning by using STEAM was congruence with its purposes and was also considerably appropriate.

Keywords: Curriculum Development,Elementary Curriculum, STEAM Education

บทนำ

การศึกษาเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาเด็กในยุคศตวรรษที่ 21 ให้เติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพ ซึ่งโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วนี้ได้ทำให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 ที่รับผิดชอบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในโลกปัจจุบันที่มีการพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยี (สสวท, 2561) ความมุ่งหมายของการศึกษาที่เกิดขึ้นจึงเป็นการสร้างให้ผู้เรียนก้าวทันความเปลี่ยนแปลงนั้น ด้วยการสร้าง ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม(P21, 2560) ที่จะส่งผลถึงผู้เรียนในอนาคต อาจเรียกทักษะที่กล่าวมาว่าคือ “ทักษะในศตวรรษที่ 21” ทักษะเหล่านี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน ที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัว (active participation) ทั้งกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม ในการจัดกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนมากกว่าผู้สอน (ทศนา เขมมณี, 2561) ให้ผู้เรียนมีอิสระภาพ ได้รับการพัฒนาศักยภาพของความเป็นมนุษย์ เรียนรู้อย่างมีความสุข เน้นกระบวนการคิด ปฏิบัติได้จริง สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ สอดคล้องกับคิด สอนให้นำ นำให้คิด ลงมือทำ เรียนรู้สอนตนเอง เอาความจริงเป็นตัวตั้ง เอาวิชาเป็นตัวประกอบ (สุมน อมรวิวัฒน์, 2543) หลักการดังกล่าวยังสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในสภาพจริง กล่าวคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเข้าไปเผชิญหน้ากับสถานการณ์จริง ปัญหาจริง ในบริบทจริงและร่วมกันศึกษาเรียนรู้ แสวงหาความรู้ ข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาที่ (ทศนา เขมมณี, 2561) และยังเป็นการเรียนรู้แท้ (Authentic Learning) ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน ตัดสินใจได้เอง มีกระบวนการที่ใช้เป็นยุทธศาสตร์ในการคิดอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนเป็นผู้อธิบายนำเสนออย่างมีหลักวิชาด้วยการเรียบเรียงด้วยตนเอง อธิบายอย่างครอบคลุม ชัดเจนมีกระบวนการที่ดี มีความคิดรวบยอดและหลักการของวิชาที่เรียนรู้ รวมทั้งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ปฏิบัติในชีวิตจริง นำเอาความรู้ต่าง ๆ ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต คุณภาพงาน คุณภาพสังคม สิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นปกติวิสัยจนเป็นหนึ่งในเดียวกัน (โกวิท ประวาลพุกฤษ, 2545)อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554)

ธรรมชาติของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theories of Intellectual Development) พบว่าผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่มีอายุระหว่าง 6 – 11 ปีซึ่งอยู่ในขั้นการคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ผู้เรียนจะมีการพัฒนาของความคิดและสติปัญญาอย่างรวดเร็ว เริ่มคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักการวางแผน(McLeod, 2018)มีความอยากรู้อยากลอง ชอบทำกิจกรรมที่ได้เคลื่อนไหว สนุกกับการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น มีความคิดเป็นของตนเองรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีจินตนาการสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งรอบตัว เริ่มเรียนรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมจากการตั้งประสบการณ์มาใช้ (Piaget, 1970)

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทาง STEAM เป็นการบูรณาการข้ามศาสตร์รูปแบบหนึ่งที่พัฒนามาจาก STEM Education เนื่องด้วยกระบวนการการเรียนรู้ใน STEM มีการปูพื้นฐานที่อัดแน่นจนเกินไป(Kim, 2015) จึงมีการปรับรูปแบบและเพิ่มศาสตร์ทางศิลป์เข้าไปผนวกกับกระบวนการเรียนรู้รูปแบบเดิม เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน ส่งผลให้สามารถเชื่อมโยงความรู้และผสมผสานกับจินตนาการและถ่ายทอดออกมาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทาง STEAM เป็นรูปแบบที่ให้ผู้เรียนได้สนุกและมีจุดมุ่งหมายในการ

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)

สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนในรูปแบบของการมีส่วนร่วม โดยใช้หลักการที่ว่า STEAM คือ การเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านการออกแบบทางวิศวกรรมและศิลปะ โดยมีวิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน (Yakman, 2008) หลักการนี้แสดงให้เห็นว่าแต่ละวิชาที่ถูกนำมาบูรณาการรวมกันในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทาง STEAM ต่างก็มีความสำคัญ ได้แก่

- วิทยาศาสตร์ (S) มุ่งเน้นให้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติรวมถึงสิ่งที่ธรรมชาติสร้างให้เกิดขึ้น (Rutherford & Ahlgren, 1989) ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการวางแผน การทดลอง และการลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบ จะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิด ความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับขั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556)
- เทคโนโลยี (T) เป็นการเรียนรู้สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น นวัตกรรม ความเปลี่ยนแปลง หรือการนำทรัพยากรทางธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการของมนุษย์ (ITEA, 2000) รวมถึงการใช้สื่อเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยีในโลกปัจจุบัน เพื่อสร้างให้ผู้เรียนสามารถต่อยอดความรู้ทางเทคโนโลยีไปสู่การสร้างเป็นนวัตกรรมที่เป็นจุดมุ่งหมายของ STEAM (Yakman, 2008)
- วิศวกรรมศาสตร์ (E) คือการเรียนรู้การทำงานที่เป็นระบบ รวมไปถึงกระบวนการออกแบบที่ตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ (NRC, 2012) นอกจากความรู้ที่ได้จากเทคโนโลยีแล้วพื้นฐานทางวิศวกรรมก็เป็นสิ่งจำเป็นต่อการใช้องค์ความรู้ในการสร้างนวัตกรรมเช่นกัน
- ศิลปะศาสตร์ (A) การเรียนรู้ว่าด้วยศาสตร์แห่งศิลปะ ทั้งด้านภาษา วรรณกรรม และสุนทรียศาสตร์ ผู้เรียนไม่ได้เพียงแต่ใช้ความรู้ในด้านศิลปะศาสตร์เพียงแต่การวาดภาพหรือระบายสีเท่านั้น ศิลปะใน STEAM ยังรวมไปถึงการศึกษาทางด้านวรรณกรรม สุนทรียภาพทางภาษาและการสื่อสาร สิ่งเหล่านี้เป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี พื้นฐานทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง
- คณิตศาสตร์ (M) การเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเลข สัญลักษณ์ ความสัมพันธ์ แบบรูป รูปร่าง รูปทรงและการให้เหตุผล เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นภาษาสากล และยังเป็นองค์ประกอบของชีวิตประจำวันของผู้เรียนจึงจำเป็นต้องสร้างให้ผู้เรียนมีพื้นฐานที่ดี

จากความสำคัญข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทาง STEAM เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ที่เติมไปด้วยหลักการ ศิลปะศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างให้เกิดนวัตกรรมบนพื้นฐานของการออกแบบเชิงวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างเท่าทัน โดยผ่านการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนตอบสนองธรรมชาติของพัฒนาการ มีการฝึกฝนให้คิดอย่างเป็นระบบ จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่คงทน คิดได้อย่างมีเหตุผล และสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้และความต้องการของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการศึกษาแบบบูรณาการในศตวรรษที่ 21 ควรมีการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ไม่เน้นการเรียนเป็นรายวิชา จะทำให้การเรียนนั้นไม่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ขาดความเชื่อมโยงของสิ่งที่เรียนกับสภาพจริง ดังนั้น หลักสูตรที่เน้นการสอนแบบบูรณาการจะสอดคล้องและเหมาะสมกับชีวิตจริงของผู้เรียนโดยจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ อีกทั้งยังกระตุ้นให้ผู้เรียน ใฝ่เรียนรู้ เนื่องจาก

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)

สามารถนำเนื้อหาและทักษะที่เรียนไปใช้ในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการยังช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชา ลดจำนวนเวลาเรียน เป็นการแบ่งเบาภาระของผู้สอน รวมทั้งส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสใช้ ความคิด ประสิทธิภาพ ความสามารถ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ก่อให้เกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการและเนื้อหาสาระไปพร้อมกัน (สิริพัทธ์ เจษฎาวิโรจน์, 2557)จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนว STEAM จึงมีความเหมาะสมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะความสามารถในการคิดขั้นสูงเพื่อสร้างสรรค์ผลงานและต่อยอดไปสู่นวัตกรรมได้ในอนาคต

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เป็นสถาบันจัดการศึกษา ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาการคิด และความกล้าแสดงออก จึงได้ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนทั้งด้านวิชาการ การแสดงออกอย่างมีวัฒนธรรม การสืบสานศิลปวัฒนธรรมของชาติไทย เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการเป็นพลเมืองโลก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะพัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและบริบทการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน โดยใช้การบูรณาการการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAMมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนและเป็นแนวทางในการพัฒนาการศึกษาของประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาโดยใช้การเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้มีความสำคัญเพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทาง STEAM ให้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ซึ่งเป็นหลักสูตรบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร การจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM โดยมีรายละเอียด ดังนี้ 1)การศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แนวคิดทฤษฎีองค์ประกอบของหลักสูตร รูปแบบของหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร รูปแบบการวัดและประเมินหลักสูตร 2)การศึกษาเอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการศึกษาการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา และ 3)การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ STEAM

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาร่างหลักสูตรและประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ รายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาและองค์ประกอบของหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM

2. ผู้วิจัยร่างหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)

3. ผู้วิจัยวางแผนการจัดการเรียนรู้และกำหนดตัวชี้วัดและสร้างเกณฑ์การประเมินหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6

4. ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินร่างหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM

5. ผู้วิจัยนำร่างหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ร่างแผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM และแบบประเมินร่างหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรระดับประถมศึกษา ด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทาง STEAM จำนวน 3 ท่าน ประเมิน

ขั้นตอนที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขหลักสูตร รายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยปรับปรุงและแก้ไขหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 หลักสูตรประกอบด้วย 1.1) องค์ประกอบของหลักสูตร 1.2) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้และส่วนที่ 2 ผลการประเมินหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 หลักสูตร

1.1) องค์ประกอบของหลักสูตร ประกอบด้วย แนวคิดของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร ระยะเวลาการดำเนินการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

แนวคิดของหลักสูตร

หลักสูตรประถมศึกษาโดยชำระเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM เป็นหลักสูตรที่พัฒนาให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ในโรงเรียน ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม), (2560) ดังภาพประกอบที่ 1

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)



ภาพประกอบ 1: ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM
ที่มา: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม), (2560)

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

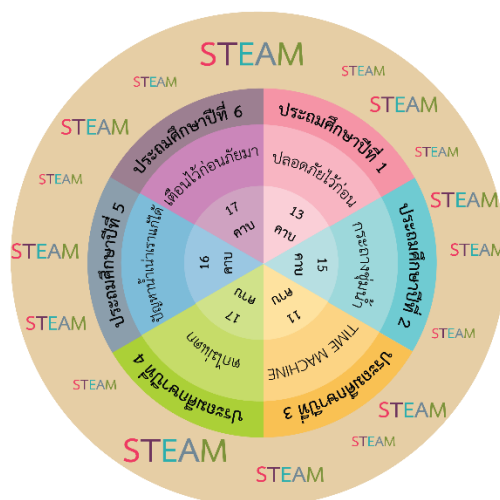
1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ในกลุ่มวิชา วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่หลากหลายได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ได้

โครงสร้างของหลักสูตร

หลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นแนวทางในการจัดการเรียน การสอนเน้นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) ใช้การจัดการเรียนการสอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)



ภาพประกอบ 2: โครงสร้างของหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM

ระยะเวลาดำเนินการ

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา จำนวนทั้งสิ้น 89 คาบ (คาบละ 45 นาที) โดยแบ่งระยะเวลาดำเนินการตามระดับชั้น ระดับชั้น ได้แก่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 13 คาบ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 คาบ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 คาบ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 17 คาบ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 16 คาบ และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 17 คาบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ของโรงเรียน สตรีตมหาวิทาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) (2560) ที่ออกแบบไว้ 6 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ชั้นที่ 2 สืบค้นข้อมูล/ระดมความคิดหาวิธีแก้ปัญหา ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ชั้นที่ 4 ทดสอบวิธีแก้ปัญหา ชั้นที่ 5 ประเมินวิธีแก้ปัญหา และชั้นที่ 6 นำเสนอ/เผยแพร่

สื่อการเรียนรู้

- อุปกรณ์การชั่ง ตวง วัด
- อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- อุปกรณ์ทางเทคโนโลยีในการค้นคว้า นำเสนอข้อมูลหรือสื่อออนไลน์

การวัดและประเมินผล

- เครื่องมือที่ใช้: แบบประเมิน, แบบบันทึก, แบบสังเกต
- วิธีการวัด: ตรวจชิ้นงาน/ใบงาน/สมุดบันทึกกิจกรรม, สังเกตพฤติกรรม
- เกณฑ์การประเมินผู้เรียน: ผ่าน(คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป)/ไม่ผ่าน (คะแนนต่ำกว่าระดับดี)

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM

ผลการประเมินหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรระดับประถมศึกษา ด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตาม

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)

แนวทาง STEAM จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scales) 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อยแสดงดังตารางที่ 1และตารางที่ 2

ตาราง 1ระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบของหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=3)

องค์ประกอบ	ระดับความเหมาะสม
1.แนวคิดของหลักสูตร	มาก
2.จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	มาก
3.โครงสร้างของหลักสูตร	มาก
4.ระยะเวลาดำเนินการ	มาก
5.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	มาก
6.สื่อการเรียนรู้	มาก
7.การวัดและประเมินผล	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบจำนวน 7 องค์ประกอบของหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAMจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scales)3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย พบว่า ทุกองค์ประกอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตาราง 2 ความสอดคล้องของหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(n=3)

รายการประเมิน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
1.แนวคิดของหลักสูตรกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00
2.จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับแนวคิดของหลักสูตร	1.00
3.โครงสร้างของหลักสูตรกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00
4.ระยะเวลาดำเนินการกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	0.67
5.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00
6.สื่อการเรียนรู้กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00
7.การวัดและประเมินผลกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00

จากตารางที่ 2ผลการประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับองค์ประกอบของหลักสูตร เกณฑ์การตัดสินความสอดคล้องใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) ค่า .5 ขึ้นไปแสดงถึงความสอดคล้อง พบว่า ทุกรายการประเมินมีความสอดคล้อง

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM มีประเด็นในการอภิปราย3 ด้านดังนี้

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)

ด้านการพัฒนาหลักสูตร

ผลการพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและมีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรฯ เนื่องจากหลักสูตรฯ ได้พัฒนาขึ้นโดยการจัดประสบการณ์เพื่อการบูรณาการเนื้อหาข้ามกลุ่มสาระโดยใช้ฐานความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ค้นคว้า แก้ปัญหาและหาคำตอบจากการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ที่กำหนด (สิรินทร์ ลัดดาภิรมย์ บุญเชิดชู, 2558: 8) โดยนำเอาปัญหาหรือประเด็นความสนใจในเรื่องราวชีวิตประจำวันมาเป็นหัวข้อในการเรียน นำกระบวนการการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เข้ามาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556:36) ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดขั้นสูงนำไปสู่การสร้างสรรคผลงานและออกแบบชิ้นงานได้ ทำให้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน สอดคล้องกับการศึกษาของ สุพรรณิ พรหมศิริ (2552) ที่ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยีโดยใช้รูปแบบการบูรณาการแบบบูรณาการการเรียนรู้แบบสอดแทรกโดยผลการศึกษาพบว่าหลักสูตรมีคุณภาพในระดับมาก ซึ่งการพัฒนาหลักสูตรดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรของ Tabá (1962: 459-459) ที่กล่าวว่าประสบการณ์การเรียนรู้เป็นตัวกำหนดสถานการณ์และเงื่อนไขการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้จะได้ผลผลิตที่เกิดขึ้นในกระบวนการ นอกจากนี้ผู้สอนต้องคำนึงถึงขอบเขตและความลึกของเนื้อหาในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์เนื้อหาที่เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามความต้องการและความสนใจ มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้คิดมากกว่าการให้ข้อเท็จจริงอย่างเดียว (เฉลิมลาภ ทองอาจ, 2556) เพื่อนำไปสู่กระบวนการพัฒนาการเรียนและค้นหาคำตอบ

ด้านองค์ประกอบของหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM มีองค์ประกอบของหลักสูตร ดังนี้แนวคิดของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร ระยะเวลาการดำเนินการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ ฌษภิตษา เชาวนแซมชื่น ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ และเอี่ยมพร หลินเจริญ, (2561) ที่กล่าวว่าองค์ประกอบของหลักสูตรที่พัฒนาจะ ประกอบด้วย หลักการและเหตุผล จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรม การวัดและประเมินผล แนวทางในการพัฒนาหลักสูตรจะต้องให้ความสำคัญในจุดประสงค์และมาตรฐานการเรียนรู้เน้นการออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับผู้เรียน ทั้งนี้องค์ประกอบของหลักสูตรที่พัฒนามีความสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรของ Tabá, (1962); ชำรง บัวศรี. (2542); บุญชม ศรีสะอาด. (2546); ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, (2556) ที่สรุปว่าการพัฒนาหลักสูตรจะต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานของหลักสูตร 4 ประการ ได้แก่ 1. จุดประสงค์ 2. เนื้อหาวิชา 3. กระบวนการเรียน 4. การประเมินผล ซึ่งองค์ประกอบทุกส่วนจะต้องมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน

ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทาง STEAM

หลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)(2560) ที่ออกแบบไว้ 6 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ชั้นที่ 2 สืบค้นข้อมูล/ระดมความคิดหาวิธีแก้ปัญหา ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

นพดล กองศิลป์

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561 (46 - 57)

ขั้นที่ 4 ทดสอบวิธีแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ประเมินวิธีแก้ปัญหา และขั้นที่ 6 นำเสนอ/เผยแพร่ สอดคล้องกับ National Research Council, (2012) ที่กล่าวถึงกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจะประกอบด้วยขั้นตอนการระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง และสุดท้ายนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ และนำความรู้ที่ได้มาการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ข้อเสนอแนะ

1. หลักสูตรประถมศึกษาตามแนวทาง STEAM ที่พัฒนาขึ้นเป็นหลักสูตรที่เน้นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตประจำวันและสามารถนำไปสู่การสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้ทักษะการคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับประถมศึกษา ดังนั้นครูผู้สอนสามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาได้

2. เนื่องจากหลักสูตรประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นเน้นการจัดการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการดังนั้นเพื่อให้เกิดการนำหลักสูตรไปใช้ให้มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตรตั้งแต่แนวคิดของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร ระยะเวลาการดำเนินการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัด และประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนและเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนมากที่สุด

บรรณานุกรม

- Amornwivat., S (2000). *Most Important Learning Reforms Are Learners*. Bangkok: Office of the National Education Commission.
- Bua Sri., T. (1999). *Curriculum theory Design and development*. Bangkok: Thanatuch press.
- Chaolumbua., S. (2015). *Development of a STEM Integrated Curriculum on "Sugarcane" for the 9th Grade Students*. Grade Students. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
- International Technology Education Association [ITEA]. (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston VA: Author
- Jetsadawiroj., S. (2014). *Integrated Instruction*. Retrieved from http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_files/Integrated_Instruction.pdf
- Khammani., T. (2018). *Didactics: Knowledge for Effective Learning Process*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Kongsilp., N. (2018). *Teaching Mathematics in 21st Century*. Pathum Thani: Pimpijit.
- LaddaklomBooncherdchoo., S. (2015). STEM TO STEAM PLUS STREAM AND STEM In The Learning Provision for Early Childhood Development. *Journal of Education, Silpakorn University*, 13(1)(June – October 2015), 6-16.

- McLeod, S. A. (2018). *Jean Piaget's theory of cognitive development*. Retrieved from <https://www.simplypsychology.org/piaget.html>
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core Ideas*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Office of the National Education Commission. (2003). *National Education Act B.E. 2542 and Amendments (Second National Education Act .B.E. 2545 (2002)*. Retrieved from <http://backoffice.onec.go.th/uploads/Book/10-file.pdf>
- Piaget, J. (1970). *Piaget's Theory (G. Gellerier & J. Langer, Trans.)*. In: P.H. Mussen (Ed.), *Carmichael's Manual of Child Psychology* (3rd Edition, Vol. 1). New York: Wiley.
- Promsiri., S. & Kittiyanusan., R. (2009). The Development of Integrated Curriculum on The Work-Oriented and Technology Subjects: A Case Study of The Development of Knowledge and Skills on The Making of Folk Arts From Nipah Palm. *Journal of Education and Social Development*, 5(1-2), 51-66.
- Rutherford, F.J. & Ahlgren, A. (1989). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Siripatharachai., P. (2013). STEM Education and 21st Century Skills Development. *Executive Journal*, 33(2) (April-June 2013), 44-56.
- Srinakharinwirot University: Prasarnmit Demonstration School (Elementary). (2017). *Steps to Design Learning Activities Based on STEAM Guidelines*. [Brochure]. Bangkok.
- Srisa-ard., B. (2003). *Curriculum Development and Curriculum Research*. Bangkok: Suviriyasart.
- Suthirat., C. (2011). *Authentic learning*. Nonthaburi: Sahamit Printing and publishing.
- Suthirat., C. (2011). *Curriculum Development: Theory to Practice*. Bangkok. Pimluck.
- Taba, H. (1962). *Curriculum development : Theory and practice*. New York : Harcourt, Brace & World.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology Ministry of Education. (2017). *Mathematics Department Curriculum Guideline (Revised Edition 2560) The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Retrieved from <http://www.scimath.org/e-books/8378/8378.pdf>
- The P21 Framework for 21st Century Learning. (2016). *Framework for 21st Century Learning*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_framework_0816.pdf
- Thongarj, C. (2015). *Hilda Taba of Curriculum Development Process Concepts*. Retrieved from <https://www.gotoknow.org/posts/429445>
- Tongchai. A. (2013). What Is Technology and Engineering in STEM Education. *The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology Journal*, 42(185) (November-December 2013), 35-37.
- Tungjitsomkit., W. (2000). *Education and Thai Teacher*. Bangkok. O. S. Printing House.
- Yakman, G. (2008). *STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education*. Pupils Attitudes Towards Technology 2008 Annual Proceedings. Netherlands.