

การพัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน
เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์
The Development of Constructivist Learning on Mobile Application
to Develop Learning Achievement on Technology Course for Grade 7
Students of Phanomthuanchanupatham School

พานูวัฒน์ ศรีไชยเลิศ^{1*} และ อัครเดช พรหมชนะ²
Panuwat Srichalard^{1*} and Akaradet Promchana²

^{1,2} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม , apromchana@gmail.com
(Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ 2) ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 22 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นมีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด 2) ประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันอยู่ที่ 82.42/80.68 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ โมบายเลิร์นนิ่ง วิทยาการคำนวณ

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop an constructivist learning on mobile applications to develop academic achievement on Technology course for grade 7 students of phanomthuanchanupatham school, 2) to evaluate the effectiveness of constructivist learning on developed mobile applications, 3) to compare student's learning achievement after using on developed, and 4) to study students' satisfaction towards using developed mobile applications. The samples used in the experiment were 22 students by using cluster random sampling method. The research instruments

were 1) constructivist learning on mobile applications 2) the learning management plan, 3) a learning achievement test, 4) the questionnaire for students' satisfaction. The results of the research revealed that 1) the constructivist learning on mobile applications were the performance was at the highest level. 2) the effectiveness of constructivist learning on mobile applications was 82.42/80.68 3) the learning achievement was significant at higher than before learning at .05 level 4) the Student's satisfaction of towards using the system was at a highest level

KEYWORDS: Constructivist, Mobile learning, Computational science

**Corresponding author, E-mail: apromchana@gmail.com โทร. 081-017-3473*

Received: 30 March 2020 / Revised: 19 May 2020 / Accepted: 22 June 2020/ Published online: 30 December 2020

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการศึกษาและการดำเนินชีวิต เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าและพัฒนาอย่างรวดเร็วสามารถเข้าถึงได้ง่าย เนื่องจากในชีวิตประจำวันมีเทคโนโลยีมากมายอยู่รอบตัวเรา เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน การสอนโดยการบรรยายแบบเดิมจึงไม่ตอบสนองต่อความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่สนใจบทเรียน ดังนั้น การนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการเรียนการสอนจึงสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานระบุว่า เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการนำแนวคิดเชิงนามธรรมและขั้นตอนการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง สามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตระหนักถึงการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จากการสอบถามครูผู้สอนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ซึ่งเป็นรายวิชาที่อยู่ในหลักสูตรใหม่ และเป็นวิชาที่จะต้องมีการเรียนการสอนที่สามารถทำให้เห็นเป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน แต่ยังไม่มีการเรียนการสอนที่จะนำมาประกอบการเรียนการสอนที่เพียงพอ จึงต้องการสื่อการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจและสนใจมากขึ้น ในการจัดการเรียนที่จะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ สามารถประเมินตนเองตลอดจนและตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งคือ การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีขั้นตอนที่ชัดเจนและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถหาข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในสถานการณ์จริงได้ ดังที่ Von Glasersfeld ได้กล่าวถึง คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ โดยมีมุมมองว่าเกี่ยวข้องกับหลักการ ได้แก่ ความรู้ ที่เป็นการกระทำอย่างกระตือรือร้นโดยนักเรียนที่ไม่ใช่การเป็นฝ่ายรับอย่างเดียว และการรู้จัก เป็นกระบวนการปรับตัวที่ต้องมีการปรับแก้ตลอดเวลาโดยประสบการณ์ของนักเรียนเอง (Von Glasersfeld, 1987) Fosnot ยังได้กล่าวไว้ว่า คอนสตรัคติวิสต์ เน้นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ ที่อธิบายเกี่ยวกับการรับรู้และรู้ได้อย่างไร (Fosnot, 1996) Nick Selby ได้เขียนเกี่ยวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนสร้างความรู้จากความคิดของตนเอง แทนที่จะรับความรู้ที่สมบูรณ์จากครูหรือแหล่งความรู้ที่ถูกกำหนดไว้ การสร้างความรู้เช่นนี้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคลโดยไม่รู้ตัว ส่วนใหญ่ประกอบด้วยการนำความรู้หลายด้านมาตีความหมายใหม่ ความรู้บางเรื่องอาจได้มาจากการประสบการณ์ตรงของตนเองและบางเรื่องได้มาจากการแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นแล้วจึงสร้างภาพที่สมบูรณ์และสอดคล้องกัน (กรมวิชาการ, 2545 อ้างจาก Nick Selby) เมื่อได้การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนต้องการแล้ว เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาจึงต้องสร้างสื่อการเรียนให้สามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่เข้าถึงได้ง่ายและใกล้ตัว

สมาร์ทโฟน ถือเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ปัจจุบันมีติดตัวกันทุกคน เนื่องจากปัจจุบันสมาร์ทโฟนมีราคาที่ย่อมเยา สามารถเข้าถึงได้ง่าย นวัตกรรม อนาคต รองผู้อำนวยการสำนักงานสถิติแห่งชาติ รักษาการแทนผู้อำนวยการสำนักงานสถิติแห่งชาติ เผยผลการสำรวจการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2559 พบว่า ในจำนวนประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไป โดยประมาณ 62.8 ล้านคน จะมีผู้ใช้โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนมากถึง 31.7 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 50.5 โดยมีอัตราการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยกิจกรรมที่ทำผ่านสมาร์ทโฟนมากที่สุด คือ โซเชียลเน็ตเวิร์ค คิดเป็นร้อยละ 91.5 ซึ่งจากผลการสำรวจจะเห็นว่าดิจิทัลได้เริ่มเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของทุกคน (นวนลภา, 2560) จากการสำรวจการใช้โทรศัพท์มือถือของเด็กและเยาวชนที่มีอายุ 6 – 24 ปี จำนวน 16.8 ล้านคน พบว่า มีโทรศัพท์มือถือ ร้อยละ 83.0 โดยเป็น การใช้โทรศัพท์มือถือ Smart Phone คิดเป็นร้อยละ 95.2 และใช้โทรศัพท์มือถือ Feature Phone คิดเป็นร้อยละ 6.9 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560) ด้วยข้อมูลข้างต้นนี้ สรุปได้ว่าโมบายเลิร์นนิ่งจึงเป็นอีกทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่งในการสร้างสื่อการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในการใช้บทเรียนมากขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องจะต้องเรียนในห้องเรียน นักเรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาในสมาร์ทโฟนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

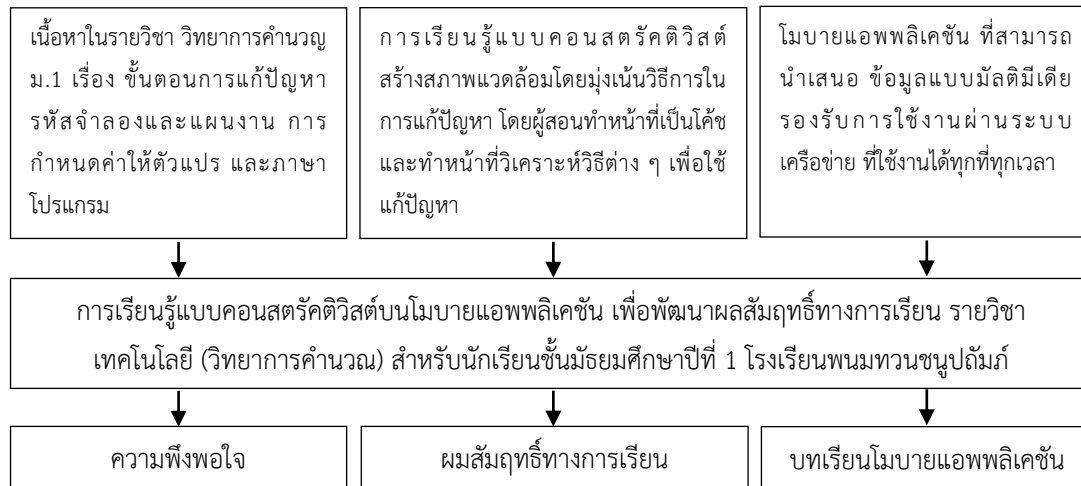
จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ขึ้น โดยใช้โครงสร้างการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ ที่เป็นรูปแบบการสอนที่ให้ผู้เรียนรู้เอง คิดเอง โดยผู้เรียน และผู้สอน จะเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้ง 2 ฝ่าย และเป็นสื่อให้ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าว ให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น และสามารถทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อน การเรียน และหลังเรียน ด้วยการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เป็นการวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิด และขอบเขตในการทำวิจัย ดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 113 คน
2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ ภาคเรียนที่ 2 ห้อง 1/3 จำนวนนักเรียน 22 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling method)

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู่วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย

- 3.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหา
- 3.2 การเขียนรหัสจำลองและผังงาน
- 3.3 การกำหนดค่าให้ตัวแปร
- 3.4 ภาษาโปรแกรม

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น

การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์

4.2 ตัวแปรตาม

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

4.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเรื่องการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ ดำเนินการจัดการโครงสร้างการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ ที่ให้นักเรียนรู้เอง คิดเอง นักเรียน และครูผู้สอนจะเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยใช้วิธีการพัฒนาตามรูปแบบ ADDIE Model (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งสิ้น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเนื้อหาในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1.1 สัมภาษณ์ครูผู้สอนพบว่า รายวิชาเป็นวิชาใหม่มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อนและเข้าใจได้ยากนักเรียนไม่เข้าใจในบทเรียนจึงขาดความสนใจในการเรียน

1.2 สอบถามความคิดเห็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มาแล้วพบว่า บทเรียนมีความซับซ้อน หนังสือมีความยากลำบากในการพกพาจึงอยากได้บทเรียนที่สามารถพกพาได้ง่าย และอยากให้มีแบบฝึกหัดที่สามารถทำได้ทันทีหลังจากการเรียนรู้หรือทบทวนบทเรียน

1.3 วิเคราะห์รายวิชาวิทยาการคำนวณของระดับชั้น ม.1 ที่ประกอบด้วยเนื้อหา 6 บทเรียน โดยคัดเลือกเนื้อหามาจาก บทที่ 2 เรื่องการแก้ปัญหา ที่มีเนื้อหาประกอบด้วย ขั้นตอนการแก้ปัญหา การเขียนรหัสจำลองและผังงาน การกำหนดค่าให้ตัวแปร และภาษาโปรแกรม

2. ขั้นการออกแบบ

2.1 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ขั้นเชิญชวน เป็นขั้นตอนแรก เพื่อให้นักเรียนรับรู้จุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

2.1.2 ขั้นสำรวจ ผู้เรียนเกิดการค้นพบความรู้ และประสบการณ์ด้วยตนเอง

2.1.3 ขั้นนำเสนอคำอธิบาย นำเสนอผลการค้นหาคำตอบที่ได้

2.1.4 ขั้นนำไปปฏิบัติ นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในงาน

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.11, S.D. = 0.13)

2.2 ออกแบบกิจกรรมสำหรับการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน

2.3 ออกแบบแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน กำหนดเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อคำถาม โดยออกข้อสอบครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ครบทั้งด้าน ความรู้ ทักษะ และเจตคติ

3. ขั้นการพัฒนา พัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบโมบายแอปพลิเคชัน ด้วยโปรแกรม Atom ในการสร้างหน้าเพจต่าง ๆ ใช้ Google Form ในการสร้างแบบทดสอบและแบบฝึกหัด โดยนำไปจดโดเมนที่ 000webhost เป็นตัวกลางในการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.2 ตรวจสอบค่า IOC ของข้อสอบ โดยได้ออกข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 29 ข้อ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์ ผลการประเมินพบว่า มีข้อสอบสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้จำนวน 24

3.3 ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกความยากง่ายข้อสอบ โดยให้นักเรียนที่ผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) จำนวน 30 คน ทำข้อสอบจำนวน 24 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถนำไปใช้ได้ จำนวน 22 ข้อ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบในการนำไปใช้จริงจำนวน 20 ข้อ

4. ขั้นนำไปใช้

4.1 ประเมินคุณภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของการออกแบบสื่อการเรียนรู้นบนโมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญบางท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับขนาดและสีของตัวอักษร และผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผลการประเมินพบว่า การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.01$, $S.D. = 0.17$) เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

4.2 นำการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เบื้องต้น กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน โดยผู้วิจัยอธิบายการเข้าใช้งานโมบายแอปพลิเคชันในส่วนต่าง ๆ จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างเรียนรู้และทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ โดยผลการทดลองเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. ขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน

5.1 นำการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน โดยนำไปทดลองเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

5.2 นำผลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์โดยค่าทางสถิติ การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (IOC) การหาค่าอำนาจจำแนก (r) การหาค่าประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน $E1/E2$ และการหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูตร t -test

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์

ผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าสู่บทเรียนได้อย่างสะดวกผ่านสมาร์ตโฟน โดยมีการเชื่อมโยงหน้าบทเรียนให้สามารถใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้ในบทเรียนยังมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนเพื่ออำนวยความสะดวกในการเก็บคะแนนให้กับผู้สอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ส่วนหน้าจอหลัก ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 1 และ 2

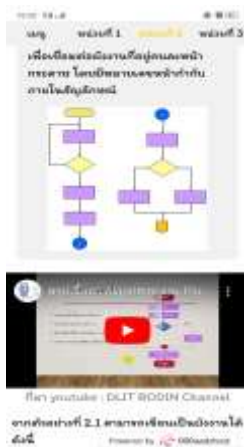


รูปที่ 1 หน้าแรกของโมบายเลิร์นนิ่ง

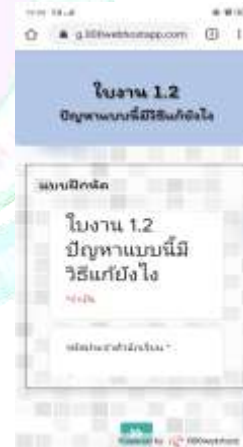


รูปที่ 2 หน้าเมนู

1.2 ส่วนเนื้อหาและรูปภาพกราฟิก ซึ่งมีแบบฝึกหัดที่เก็บคะแนนแบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ Google Form ให้ นักเรียนได้ทบทวนความรู้ในแต่ละบทเรียน และนักเรียนสามารถดูวิดีโอเพิ่มเติมที่ผู้พัฒนาใส่ไว้ให้ในบทเรียน แสดงตัวอย่างดัง รูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3 บทเรียนวิดีโอ



รูปที่ 4 หน้าแบบฝึกหัด

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น แสดงดัง ตารางที่ 1

ตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
คะแนนระหว่างเรียน (E1)	22	30	24.73	82.42
คะแนนหลังเรียน (E2)	22	20	16.14	80.68

จากตาราง 1 พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน E1 (24.73) และ คะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละในการทำแบบทดสอบหลังเรียน E2 (16.14) มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.42/80.68 แสดงว่าการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน รายวิชา เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้และสามารถนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอนได้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t-test
ก่อนเรียน	22	20	7.18	2.38	12.89
หลังเรียน	22	20	16.14	1.75	

จากตาราง 2 พบว่า ผลการวัดระดับความรู้ก่อนเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 7.18, S.D. = 2.38) และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 16.14, S.D. = 1.75) เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกันพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน มีค่าคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 3

ตาราง 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านเนื้อหา			
1. ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสม	4.50	0.67	มากที่สุด
2. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.55	0.60	มากที่สุด
3. เนื้อหา มีความเข้าใจง่าย	4.14	0.35	มาก
เฉลี่ย	4.39	0.54	มาก
ด้านวิดีโอและภาพประกอบ			
1. ภาษาที่ใช้เหมาะสม	4.32	0.48	มาก
2. ฟังเข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
3. วิดีโอมีความชัดเจนไม่ติดขัด	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ภาพชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.83	0.12	มากที่สุด

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านการจัดการบทเรียน			
1. บทเรียนใช้งานง่าย	4.64	0.49	มากที่สุด
2. บทเรียนมีความน่าสนใจ	4.09	0.29	มาก
3. หลังจากศึกษาจบบทเรียนแล้วผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ	4.00	0.00	มาก
4. สามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษา ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.18	0.39	มาก
เฉลี่ย	4.23	0.30	มาก
ด้านแบบทดสอบ			
1. ความเหมาะสมของคำถามต่อเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบ	4.45	0.51	มาก
3. แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับบทเรียน	4.50	0.51	มาก
เฉลี่ย	4.65	0.34	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.53	0.27	มากที่สุด

จากตาราง 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน ทั้ง 4 ด้าน พบว่าโดยรวมด้านวิดีโอและภาพประกอบมีค่าเฉลี่ยรวมสูงที่สุดเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.83, S.D. = 0.24) รองลงมาคือด้านแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.65, S.D. = 0.29) รองลงมาคือด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.39, S.D. = 0.17) และด้านการจัดการบทเรียนมีค่าเฉลี่ยรวมน้อยที่สุดเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.23, S.D. = 0.21) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.53, S.D. = 0.27)

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ มีประเด็นในการอภิปรายผลดังนี้

1. ผลการพัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ มีเนื้อหาบทเรียน 4 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการแก้ปัญหา การเขียนรหัสล้าลองและผังงาน การกำหนดค่าให้ตัวแปร และ ภาษาโปรแกรม โดยผลการพัฒนาการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การพัฒนาแผนการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน ด้านการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์มีผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน อยู่ในระดับเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.11, S.D. = 0.13) ด้านการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.01, S.D. = 0.17) ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า โมบายแอปพลิเคชันมีสีสันที่เหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน ขนาดของตัวอักษรสามารถอ่านได้ง่าย จัดวางส่วนต่าง ๆ อย่างชัดเจน รูปภาพมีความคมชัดและสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนดี สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลการวิจัยได้

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น จากการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 22 คน นักเรียนมีคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรม

ระหว่างเรียน E1 ($\bar{x}$ = 24.73, S.D. = 2.38) และ คะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละในการทำแบบทดสอบหลังเรียน E2 ($\bar{x}$ = 16.14, S.D. = 1.75) มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.42/80.68 สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน รายวิชา เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดไว้ที่ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศ์นิติศ ฤทธิพงศ์ นະสิทธิ์ โยระบัน และเนารุ่ง วิชาราช (2559) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนโมบายเลิร์นนิ่ง วิชาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่าผลการหา ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนโมบายเลิร์นนิ่ง วิชาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มี ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.46/80.62 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ 80/80

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนการเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น จากการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 22 คน ผลการวัดระดับความรู้ก่อนเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 7.18, S.D. = 2.38) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 16.14, S.D. = 1.75) มีค่า $t = 12.89$, $df = 21$ ที่ได้จากการคำนวณ เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกันพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน มีค่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิฏฐัทรา สุดแก้ว (2554) ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผ่านเครือข่ายทางสังคมออนไลน์ เรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน มีค่า ($\bar{x}$ = 74.77, S.D. = 3.89) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{x}$ = 95.05, S.D. = 3.57) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนเรียน

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน โดยด้านวิดีโอและภาพประกอบมีค่าเฉลี่ยรวมสูงที่สุดเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.83, S.D. = 0.24) รองลงมาคือด้านแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.65, S.D. = 0.29) รองลงมาคือด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.39, S.D. = 0.17) และด้านการจัดการบทเรียนมีค่าเฉลี่ยรวมน้อยที่สุดเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.23, S.D. = 0.21) จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 4 ด้าน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.53, S.D. = 0.31) โดยมีความเห็นว่าโมบายแอปพลิเคชันมีส่วนช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากมีภาพและวิดีโอประกอบ และสามารถเข้าทบทวนความรู้ได้ง่ายจากสมาร์ตโฟนที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทรพล ต้นตระกูล (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนเอ็มเลิร์นนิ่ง (M-learning) บนอุปกรณ์พกพา เรื่อง สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพสำหรับนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยมหิดล ผลการวิจัยพบว่า ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนเอ็มเลิร์นนิ่ง (M-learning) บนอุปกรณ์พกพา เรื่องสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพสำหรับนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยมหิดลโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.81, S.D. = 0.23) ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

- 1.1 ควรแนะนำให้นักเรียนศึกษาและใช้งานตามคู่มืออย่างละเอียด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรเพิ่มวิดีโอให้มีมากขึ้นและครอบคลุมทุกบทเรียน
- 2.2 ควรนำผลการทดลองไปขยายผลการใช้งานกับหน่วยงานอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณเพื่อยืนยันผลจากการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษาและประเมินการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันในการทำวิจัย และขอบคุณโรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์ที่อนุญาตให้ทดลองการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์บนโมบายแอปพลิเคชันในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ และกระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *คู่มือการจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- ทัญญู ภัทรา สุดแก้ว. (2554). *การพัฒนาแบบการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผ่านเครือข่ายทางสังคมออนไลน์ เรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่น (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พงศ์นิธิศ ฤทธิพงศ์, นະสิทธิ โยระบัน และเนารุ่ง วิชาการ. (2559). *การพัฒนาสื่อการสอนโมบายเลิร์นนิ่ง วิชาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์.*
- ภัทรพล ตันตระกูล. (2561). *ผลการเรียนด้วยบทเรียนเอ็มเลิร์นนิ่ง (M-learning) บนอุปกรณ์พกพา เรื่อง สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพสำหรับนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). *สรุปผลที่สำคัญการใช้ไอทีของเด็กและเยาวชน พ.ศ.2560*. กรุงเทพฯ: บริษัท เท็กซ์ แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2560). *แนวโน้มคนไทยใช้สมาร์ตโฟนมากขึ้น. เข้าถึงจาก*
<http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/ActivityNSO/A24-05-60.aspx.html>.
- Fosnot, C.F. (1996). *Constructivism: Theory, Perspectives and Practice*. New York: Teacher College Press.
- von Glasersfeld, E. (1987). Learning as constructive activity. *The Construction of Knowledge Contributions to Conceptual Semantics*, 307-333.