



การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น

Development of 5E Instructional Model on Mobile Learning Technology to Enhance
Reasoning Ability of Lower Primary School Students

วีระชา ศิวเวทกุล¹ และ ประkob กรณีกิจ^{2*}

Weeracha Siwawetkul¹ and Prakob Koraneekid^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน โดย
เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น
และผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถด้านเหตุผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมิน
รูปแบบ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 5E ที่เพิ่มมากขึ้น ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ระบบ
จัดการเรียนรู้อุปกรณ์เคลื่อนที่ 2) แหล่งข้อมูลบนเว็บ 3) โปรแกรมสนับสนุนการเรียนรู้ 4) การสร้างและบันทึกข้อมูล 5)
การติดต่อสื่อสาร และขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กระตุ้นความสนใจด้วยสื่อวีดิทัศน์ 2) ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูล
บนเว็บ 3) สรุปข้อมูลที่ได้และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 4) ทำกิจกรรมขยายความรู้และบันทึกหลักฐานด้วยอุปกรณ์
เคลื่อนที่ 5) ประเมินผล

คำสำคัญ : เทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่, รูปแบบการเรียนรู้ 5E, ความสามารถด้านเหตุผล

¹ นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Graduate Student of Educational Technology and Communications Division, Department of Educational Technology and Communications,
Faculty of Education, Chulalongkorn University, Email: wsiwa375@gmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Lecturer of Educational Technology and Communications Division, Department of Educational Technology and Communications, Faculty of
Education, Chulalongkorn University, Email: prakob.k@chula.ac.th

* Corresponding author

Abstract

The purpose of this research study was to develop a model of 5E instructional model on mobile learning technology to enhance reasoning ability of lower primary school students. The sample for the survey consisted of eight experts in the field of educational technology and mobile learning, scientific method experts and reasoning ability method experts. The research instruments consisted of the expert interview form and the model evaluation form. The result of this study was the model comprised of five elements and five steps. The five elements were: (1) M-Learning Systems; (2) Applications; (3) Capture; (4) Contents; (5) Communications. The five steps were: (1) Engagement; (2) Exploration; (3) Explanation; (4) Elaboration; (5) Evaluation.

Keywords: mobile learning technology, 5E instructional model, reasoning ability

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีช่วยทำให้การใช้ชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก การทำกิจกรรมต่าง ๆ มีความรวดเร็ว ง่ายและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการกระจายข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็วมากขึ้นผ่านสื่อสังคมออนไลน์ (social networks) ทำให้เราสามารถเห็นข้อความ ความคิดเห็น การแสดงออกของคนในสังคมที่ขาดหลักการและเหตุผล ขาดการไตร่ตรองถูกผิดเป็นจำนวนมาก แม้แต่การนำการเสนอความคิดเห็นของสื่อมวลชนหรือผู้มีชื่อเสียงในสังคมเองก็ตาม ซึ่งการขาดทักษะการใช้เหตุผลอาจนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ ในสังคมทั้งความสงบเรียบร้อยและการบริหารจัดการสังคมโดยเฉพาะในยามที่ประเทศชาติอยู่ในภาวะวิกฤต (กฤษมันต์ วัฒนารงค์, 2554) สมรรถนะความคิดเชิงเหตุผลเป็นความสามารถของบุคคลที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาสังคม ส่งผลถึงการเข้าใจในข้อมูลข่าวสารอย่างมีสติ มีการวินิจฉัยไตร่ตรอง มีการตัดสินใจในการกระทำอย่างมีเหตุผลโดยอ้างอิงจากข้อมูลที่และข้อเท็จจริงที่ผ่านการวิเคราะห์ ซึ่งจะส่งผลต่อการอยู่ร่วมกันอย่างเป็นระเบียบ พลเมืองในสังคมมีความเข้าใจซึ่งกันและกัน การพัฒนาสมรรถนะการใช้เหตุผลสามารถทำได้โดยใช้กระบวนการให้การศึกษาที่เหมาะสม โดยเฉพาะกับเด็กนักเรียนที่ควรจะต้องปลูกฝังความสามารถด้านเหตุผลตั้งแต่ยังเล็กเพื่อเป็นฐานในการพัฒนาทางการคิดในระดับสูง ต่อไป

การสอนให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ในศตวรรษที่ 21 นั้น ครูต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงการสอนเนื้อหาความรู้ผนวกกับการใช้สถานการณ์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนวินิจฉัยและแก้ปัญหาและสามารถดึงทรัพยากรมาใช้ได้อย่างเหมาะสมซึ่งหนึ่งในพื้นฐานสำคัญได้แก่ความสามารถในการให้เหตุผล (reasoning ability) (วิชัย เสวกงาม, 2557) ซึ่งเปรียบได้เหมือนความสามารถในการเดินทางจากจุด A ที่เป็นปัญหา ไปยังจุด B ที่เป็นคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง โดยความสามารถในการให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ด้วยการใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการตั้งคำถาม การแสวงหาสารสนเทศ การเรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ การเรียนรู้เพื่อการสื่อสาร และการเรียนรู้เพื่อ

ตอบแทนสังคมหรือนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548) ซึ่งในทุกขั้นตอนของกระบวนการเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลรวมถึงส่งเสริมคุณลักษณะและจิตวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนทั้งสิ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548)

รูปแบบการเรียนรู้ 5E (5E instructional model) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ประเมิน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการค้นคว้าหาข้อมูล การคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ รวมถึงสร้างความคุ้นเคยกับกระบวนการหาความรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ (National Research Council, 2000; Bybee et al., 2006) โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะนี้อยู่บนฐานตามทฤษฎีการสร้างความรู้ constructivism (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เสาะหา ตรวจสอบ คิด ทดลอง ระดมสมองศึกษาจากใบความรู้ สื่อการเรียนการสอน หรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งในแหล่งเรียนรู้จริงและแหล่งเรียนรู้ดิจิทัล ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ทั้งตรวจสอบกันเองหรือระหว่างกลุ่มผู้เรียน หรือมีผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยเหลือจนนำไปสู่การสรุปความรู้ใหม่แล้วตัดสินใจแก้ปัญหาทางได้อย่างมีหลักการและเหตุผล รวมไปถึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ เครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545; Australian Academy of Science, 2012)

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการนำเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายเข้ามาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนนั้นสามารถขยายขอบเขตการเรียนรู้ออกไปจากการเรียนแบบเดิมโดยสามารถนำมาใช้ช่วยสนับสนุนในกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะได้ เพราะมีการค้นคว้าแลกเปลี่ยนข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอยู่ตลอด อีกทั้งประสิทธิภาพและศักยภาพในตัวเครื่องมืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (tablet PC) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นคว้าหาข้อมูล เพิ่มแรงจูงใจและกระตุ้นให้เกิดเจตคติอันดีต่อผู้เรียน ซึ่งส่งผลถึงการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ ถือเป็นปรากฏการณ์ใหม่ทางการศึกษาที่เรียกว่า โมบายเลิร์นนิง (mobile learning) หรือตัวย่อว่า เอ็ม-เลิร์นนิง (m-learning) (Hwang et al, 2011; Joosten, 2010) โดย Schofield et al. (2011) ได้ให้ความหมายของ mobile learning ไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสภาพการณ์ไหนก็ได้ซึ่งเทคโนโลยีแบบพกพานี้จะสร้างโอกาสทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนและเทคโนโลยีแบบไร้สาย และเทคโนโลยีแบบเครือข่ายที่จะช่วยอำนวยความสะดวก สนับสนุน ส่งเสริมเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอน สอดคล้องกับ สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ที่สรุปความหมายของ mobile

learning ไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่เน้นเทคโนโลยี (techno-centric) โดยมีการใช้อุปกรณ์การสื่อสารแบบเคลื่อนที่เป็นสื่อหลัก รวมทั้งใช้เทคโนโลยีอื่น ๆ เป็นตัวช่วยสนับสนุน การเรียนการสอนจะมีส่วนคล้ายกับการเรียนแบบ e-learning และ blended-learning ที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์สื่อสารแบบเคลื่อนที่ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะขยายขอบข่ายการเรียนรู้แบบปกติและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ให้เพิ่มมากขึ้น โดยเป็นการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมีเทคโนโลยีมาช่วยสนับสนุน

ผลการศึกษาศาภาพปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E ซึ่งนำลักษณะเด่นและประสิทธิภาพของเครื่องมืออย่างคอมพิวเตอร์แบบพกพา (tablets PC) ที่มีความสามารถในการอำนวยความสะดวก ซึ่งสามารถสนับสนุนรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้ มีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เป็นแนวทางในพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านเหตุผล โดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเสาะหา สืบเสาะตรวจสอบ ระดมสมองแลกเปลี่ยนความคิด สรุปความคิด และนำความคิดที่ได้ไปต่อยอดทำการทดลอง ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลถึงการตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและเหตุผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E มีผลส่งเสริมความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นและจะได้นำรูปแบบจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น

วิธีการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ ซึ่งในบทความฉบับนี้ได้นำเสนอขั้นตอนและองค์ประกอบเพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น ซึ่งอยู่ในระยะที่ 1 ของกระบวนการวิจัย โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 4 คน ผู้เชี่ยวชาญด้าน

การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถด้านเหตุผล จำนวน 2 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น ประเมินโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) 5 ด้าน คือ 1) ภาพรวมของรูปแบบฯ 2) องค์ประกอบของรูปแบบฯ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ 4) เครื่องมือที่ใช้ในรูปแบบฯ 5) การใช้งานรูปแบบฯ

ขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ (mobile learning) องค์ประกอบ โครงสร้างของการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ ข้อดี ข้อจำกัด หลักการและแนวคิดและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างเช่น แท็บเล็ต (tablet PC) ในการเรียนรู้

1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยรูปแบบการเรียนรู้ 5E ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5E บทบาทของครูในรูปแบบการเรียนรู้ 5E และ เทคนิคในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5E

1.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถด้านเหตุผล ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของความสามารถด้านเหตุผล ลักษณะของความสามารถด้านเหตุผล ประเภทของความสามารถด้านเหตุผล แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและแนวทางการวัดความมีเหตุผล

2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ทั้งด้านทฤษฎีและแนวคิดมาพิจารณา

3. ร่างรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น

4. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ แล้วปรับปรุงตามคำแนะนำ

5. นำร่างรูปแบบที่ได้ไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ (mobile learning) 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนต้น และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถด้านเหตุผล โดยเรียงเรียงเป็นข้อคำถามในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในการสื่อความหมาย ด้านความครอบคลุมเนื้อหา ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

6. สร้างแบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นมีขั้นตอน ดังนี้

6.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.2 กำหนดประเด็นคำถาม เพื่อพัฒนาแบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น โดยประกอบไปด้วยคำถามจำนวน 5 ตอน ได้แก่ 1) ภาพรวมของรูปแบบฯ 2) องค์ประกอบของรูปแบบฯ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ 4) เครื่องมือที่ใช้ในรูปแบบฯ 5) การใช้งานรูปแบบฯ

6.3 นำแบบประเมินที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา

6.4 ปรับแก้แบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์

7. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ (mobile learning) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนต้นและผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถด้านเหตุผล จำนวน 3 ท่าน ประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) 5 ด้านคือ 1) ภาพรวมของรูปแบบฯ 2) องค์ประกอบของรูปแบบฯ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ 4) เครื่องมือที่ใช้ในรูปแบบฯ 5) การใช้งานรูปแบบฯ

8. ปรับแก้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1.การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูล เทียบกับแนวคิดหลักแล้วนำมาปรับองค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ด้วย

อุปกรณ์เคลื่อนที่ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น

2.การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบ ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัย

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ระบบจัดการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ หมายถึง ระบบจัดการการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา มีหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนโดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อยดังนี้ (1) ส่วนของผู้สอน คือส่วนที่ใช้ในการนำเนื้อหาบทเรียนที่ทำการพัฒนาแล้วใส่ขึ้นไปในระบบให้ผู้เรียนได้เข้ามาเรียนรวมถึงจัดทำตารางเรียน (2) ส่วนของผู้เรียนคือ ส่วนสำหรับผู้เรียนสามารถ log in เข้ามาในระบบเพื่อศึกษาบทเรียนที่ผู้สอนได้จัดทำเอาไว้แล้วรวมถึงสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอนได้ (3) ส่วนของผู้ดูแลระบบ (admin) ในส่วนนี้ผู้ดูแลระบบสามารถบริหารจัดการได้ทุกส่วนทั้งในส่วนของผู้สอนและส่วนของผู้เรียน รวมถึงสามารถเข้าถึงและบริหารทุก function ในระบบจัดการการเรียนการสอน เพื่ออำนวยความสะดวกและคอยแก้ไขปัญหา

องค์ประกอบที่ 2 แหล่งข้อมูลบนเว็บ หมายถึง แหล่งข้อมูลที่เป็นเนื้อหาสาระของบทเรียนสำหรับใช้งานบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาซึ่งในกระบวนการออกแบบต้องคำนึงความเหมาะสมของรูปแบบเนื้อหาและวิธีการนำเสนอโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา เช่น การนำเอามัลติมีเดียมาใช้งานร่วมด้วย ไม่ว่าจะเป็น ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหวหรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

องค์ประกอบที่ 3 โปรแกรมสนับสนุนการเรียน หมายถึง ใช้ความสามารถของโปรแกรมสำเร็จ (applications) หรือเครื่องมือทางการศึกษาที่มีอยู่ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกหรือใช้ในการสนับสนุนส่งเสริมกิจกรรมทางการเรียนการสอน

องค์ประกอบที่ 4 การสร้างและบันทึกข้อมูล หมายถึง ใช้ความสามารถของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการบันทึกหรือสร้างข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาพ วิดีโอเสียงหรือข้อความสารสนเทศจากผู้ส่งไปยังผู้รับในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในกิจกรรมทางการเรียนการสอนรวมถึงสามารถเป็นหลักฐานทางการเรียนรู้

องค์ประกอบที่ 5 การติดต่อสื่อสาร หมายถึง ใช้ความสามารถในการสื่อสารผ่านอุปกรณ์การสื่อสารแบบพกพาระหว่างผู้ส่งกับผู้รับผ่านเครือข่ายไร้สายทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจด้วยสื่อวีดิทัศน์ เป็นขั้นที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดโดยใช้การพูดคุย ตั้งคำถามและมีสื่อประกอบ โดยประยุกต์ใช้ความสามารถของตัวอุปกรณ์ เช่น ความสามารถในการเล่นสื่อมัลติมีเดียและการ์ตูนแอนิเมชันเพื่อนำเสนอประเด็นปัญหาและคำถามต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะคิดหาคำตอบ รวมถึงมอบหมายและชี้แนะให้ผู้เรียนค้นคว้าในขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนเว็บผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูล โดยประยุกต์ใช้ความสามารถของอุปกรณ์เคลื่อนที่ ที่สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลและสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งที่ผลิตขึ้นมาใหม่และ/หรือเลือกใช้ที่มีอยู่แล้วโดยเลือกให้มีการนำเสนอรูปแบบของข้อมูลที่มีความหลากหลาย เช่น เอกสาร ข้อความ ภาพ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์ หรือ สามารถค้นหาเพิ่มเติมจากแหล่งภายนอกอย่างเช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 สรุปข้อมูลที่ได้และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิดและสรุปข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของตนเอง โดยประยุกต์ใช้ความสามารถของอุปกรณ์เคลื่อนที่ เป็นเครื่องมือช่วยสำหรับอธิบายและสรุปความคิดของผู้เรียน ยกตัวอย่างเช่น เครื่องมือในการสร้างผังความคิด (Google drawing) หรือทำกิจกรรมหรือใบงาน เป็นต้น แล้วจับกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 4 ทำกิจกรรมขยายความรู้และบันทึกหลักฐานด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้และค้นพบจากขั้นที่ 1-3 ไปประยุกต์ใช้ โดยจับกลุ่มทำการทดลองหรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้และข้อค้นพบไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ และทักษะในสถานการณ์ใหม่ โดยการทำกิจกรรมหรือการทดลอง ซึ่งอาจอยู่ในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ หรือบริเวณนอกห้องเรียน เป็นต้น โดยตัวคอมพิวเตอร์แบบพกพาจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น ใช้ในการดูข้อมูลเพิ่มเติม และใช้ในการบันทึกข้อมูล เช่น ภาพถ่าย ที่จะเป็นหลักฐานทางการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผล เป็นขั้นที่ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน โดยเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ โดยผู้เรียนต้องพิจารณาและตัดสินใจว่า เหตุการณ์ที่ระบุนั้น ควรหรือไม่ควร เหมาะสมหรือไม่เหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง รวมถึงกรณีที่ไม่อาจตัดสินใจได้ โดยแบบวัดจะฝังไว้บนระบบการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งสามารถบันทึกผลส่งกลับสู่ผู้สอนได้ทันที

รูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้น (ภาพ 1)

ภาพ 1

รูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น



ผลการศึกษาระดับต้นแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้นประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ระบบจัดการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ 2) แหล่งข้อมูลบนเว็บ 3) โปรแกรมสนับสนุนการเรียนรู้ 4) การสร้างและบันทึกข้อมูล 5) การติดต่อสื่อสาร และขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กระตุ้นความสนใจด้วยสื่อวีดิทัศน์ 2) ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลบนเว็บ 3) สรุปข้อมูลที่ได้และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 4) ทำกิจกรรมขยายความรู้และบันทึกหลักฐานด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ 5) ประเมินผลโดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่ฯ ได้ดังต่อไปนี้

1) กระตุ้นความสนใจด้วยสื่อวีดิทัศน์ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนดูสื่อวีดิทัศน์หรือการ์ตูนอนิเมชันที่น่าสนใจเนื้อหา ประเด็นปัญหาและคำถามต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะคิดหาคำตอบและร่วมกิจกรรมในขั้นตอนต่อ ๆ ไป (วิจารณ์ พานิช, 2555) โดยการตูนอนิเมชันนอกจากจะต้องดึงดูดกระตุ้น และจูงใจนักเรียนให้เข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการจะศึกษาแล้วยังสามารถช่วยในการนำเสนอเนื้อหาที่เข้าใจได้ง่ายและตัวอย่างต่าง ๆ ก่อนที่จะทำกิจกรรม (Huang et al., 2012) เช่น ใช้แสดงตัวอย่างในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการเตรียมตัวผู้เรียนให้มีความพร้อมสู่การเรียนรู้ในขั้นตอนต่อ ๆ ไป (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555)

2) ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นการเน้นย้ำเนื้อหาและข้อมูลของปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ โดยแหล่งข้อมูลต้องมีความน่าเชื่อถือ มีความถูกต้อง และมีความหลากหลาย ยกตัวอย่างเช่นแหล่งข้อมูลบนเว็บที่ครูผู้สอนจัดทำหรือเตรียมไว้ให้ หรือจากหนังสือเรียน หรือจากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน สอดคล้องกับ ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 การศึกษาหาความรู้ได้มีแค่เพียงในหนังสือหรือตำรา การเรียนการสอนไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในห้องเรียนแต่เพียงอย่างเดียว การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาผ่านทางสื่อและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัย ซึ่งสามารถเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่ทั่วโลกผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างไร้ขีดจำกัด

3) สรุปข้อมูลที่ได้และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิดและสรุปข้อมูลที่ได้จากศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของตนเองจากนั้นอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน สอดคล้องกับ นวลจิตต์ เขวกิรติพงศ์ (2552) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ที่กล่าวว่า ผู้สอนมีหน้าที่กระตุ้นและจัดให้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าโดยให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสในการเก็บข้อมูล และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า

4) ทำกิจกรรมขยายความรู้และบันทึกหลักฐานด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียน จับกลุ่มทำการทดลองหรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้และข้อค้นพบที่สรุปไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ โดยสอดคล้องกับ Schofield et al. (2011) ที่กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์แบบพกพาจะทำหน้าที่สร้างโอกาส สร้างทางเลือกทางการเรียนรู้และสร้างทางเลือกในการทำกิจกรรม โดยการทำกิจกรรมหรือการทดลองนี้อาจอยู่ในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ หรือบริเวณนอกห้องเรียนก็ได้ รวมถึงใช้ในการสนับสนุนการทำกิจกรรมและอำนวยความสะดวก และ Keegan (2002) ที่ใช้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมหรือใช้ในการบันทึกข้อมูล เช่น ใช้ถ่ายภาพขณะทำการทดลองเพื่อเป็นที่จะเป็นหลักฐานทางการเรียนรู้ เป็นต้น

5) ประเมินผล เป็นขั้นที่ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน โดยผู้เรียนต้องพิจารณาและตัดสินใจว่า เหตุการณ์ที่ระบุนั้น ควรหรือไม่ควร เหมาะสมหรือไม่เหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง รวมถึงกรณีที่ไม่อาจตัดสินใจได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันพิจารณาถึงวงจรการเรียนรู้ที่ได้ปฏิบัติไปและผลงานที่เป็นข้อสรุปของตนเอง ว่าควรปรับปรุง หรือมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ถ้ายังมีปัญหาหรือมีข้อสงสัยก็สามารถย้อนไปทบทวนในขั้นต่าง ๆ ได้ใหม่อีกครั้งและทำการสรุปผล เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิมรวมถึงการตัดสินใจแก้ปัญหาโดยอ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการที่ได้ค้นคว้ามา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) โดยการประเมินอาจอยู่ในรูปแบบของการทดสอบด้วยสถานการณ์ การสังเกตพฤติกรรมและการสอบถามและสัมภาษณ์ เป็นต้น (ธงชัย ชิวปรีชา, 2537 อ้างถึงใน พรเทพ จันทราอุทกฤษฎ์, 2556)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนประถมศึกษาตอนต้น มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะนำรูปแบบการเรียนรู้ 5E ผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้เคลื่อนที่มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ที่เหมาะกับกระบวนการเรียนที่ต้องการแสวงหาคำตอบ จากข้อมูลที่มีเหตุและผลที่น่าเชื่อถือ ประกอบการตัดสินใจ เช่น วิชาคณิตศาสตร์และวิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษากับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น โดยในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะมีการศึกษาต่อกับกลุ่มเป้าหมายที่มีระดับการศึกษาแตกต่างออกไป เช่น ระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. (2554, 21 พฤศจิกายน). การพัฒนาสมรรถนะของพื้นฐานทักษะการใช้เหตุผล.
ไทยรัฐออนไลน์. <http://www.thairath.co.th/content/218036>
- ธงชัย แก้วกิริยา. (2553). E-Learning ก้าวไปสู่ M-Learning ในยุคสังคมของการสื่อสารไร้พรมแดน. วารสาร
ร่มพฤกษ์, 28(1).
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2552). การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry-based learning.
<http://www.lic.chula.ac.th/web/mediaflash/Inquiry/Inquiry/index.html>
- พรเทพ จันทราอุกฤษณ์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบ
โต้แย้งและแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์
และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).
<https://www.car.chula.ac.th/display7.php?bib=b2052464>
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน.
เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. สำนักพิมพ์พัฒนา
คุณภาพวิชาการ (พว.).
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2555, 22 กรกฎาคม). แท็บเล็ตกับการจัดการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21. ACADEMIA.
https://www.academia.edu/7198048/แท็บเล็ตกับการจัดการศึกษาในยุคศตวรรษที่_21
- วิจารณ์ พานิช. (2556). วิธีการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชัย เสวกงาม. (2557, 7 สิงหาคม). Teachers as Learners ห้องพักครู: ความสามารถในการใช้เหตุผล.
TEACHERS as LEARNERS. <https://www.youtube.com/watch?v=mm7oD-reM2M>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการ
คิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. <http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content10.html>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). คู่มืออบรมปฏิบัติการบูรณาการใช้คอมพิวเตอร์พกพา
(Tablet) เพื่อยกระดับการเรียนการสอน. สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). *M-learning เปิดโลกแห่งการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีแบบพกพา*.

<http://www.addkotec3.com/wp-content/uploads/2013/10/M-Learning-เปิดโลกความรู้.pdf>

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). 21 *การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. ดวงกมลสมัย.

ภาษาอังกฤษ

Australian Academy of Science. (2012). *Teaching primary science: Trial-teacher feedback on the implementation of primary connections and the 5E model*. Australian government department of education.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006, June 12). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. BSCS SCIENCE LEARNING.

https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf

Huang, Y. M., Liang, T. H., Su, Y. N., & Chen, N. S. (2012). Empowering personalized learning with an interactive e-book learning system for elementary school students. *Educational Technology Research and Development*, 60(4), 703-722.

<https://doi.org/10.1007/s11423e012e9237e6>.

Hwang, G. J., Wu, P. H., & Ke, H. R. (2011). An interactive concept map approach to supporting mobile learning activities for natural science courses. *Computers and Education*, 57(4), 2272-2280. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.06.011>.

Joosten, T. (2010, June 11). *Mobile learning and social media: Increasing engagement and interactivity*. <https://tinyurl.com/yb69e4fk>

Keegan, D. (2002). *Mobile Learning: A practical guide*. <http://tinyurl.com/yl2g8mjw>

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. <https://tinyurl.com/yce3rxpu>.

Schofield, C. P., West, T., & Taylor, E. (2011). *Going mobile in executive education: How mobile technologies and changing the executive learning landscape* (Research for UNICORN). London, UK: Ashridge & UNICORN. <https://tinyurl.com/y75xgjk>.