

การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

A Development of Instructional Model with Augmented Reality Technology for Graduate Students

นิเวศน์ คำรัตน์¹

พรรณราย เทียมทัน²

พรสิริ เอี่ยมแก้ว³

สุรชาติพย์ งามนิล⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอน และ 2) การทดลองใช้แบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 22 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า

1. องค์ประกอบของแบบแผนการเรียนรู้อการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ปัจจัยนำเข้า คือ การสร้างความพร้อมและสร้างบทบาทระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน 2) ด้านกระบวนการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ โดยมีขั้นตอนการสอนตามแนวคิดของกาเย่ 9 ขั้นตอน 3) คือ ด้านการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. การประเมินแบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.21)

3. นักศึกษาที่เรียนด้วยแบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอน เทคโนโลยีออกเมนเต็ด เรียลลิตี้

¹ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ email: pannarai.t@gmail.com

² คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

³ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

⁴ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

Abstract

This research aimed to develop the instructional model with augmented reality technology for graduate students. There were two steps of the research being conducted: 1) the step of developing instructional model with augmented reality technology for graduate students and 2) the step of doing try out the instructional model with augmented reality technology for graduate students. The sampling consisted of 22 graduate students of Curriculum and Instruction Program, Nakhonsawan Rajabhat University, selected by purposive sampling from students who attended Information Technology and Innovation for Learning subject in the second semester of the academic year 2016. Two research instruments were instructional model with augmented reality technology and achievement test. Data analyzed by using mean, standard deviation and dependent sample t-test. The result of this research were as follow:

1. The instructional model with augmented reality technology for graduate students consisted of three systematic components: 1) Input: to prepare and specify role of teacher and students 2) Process: to learn with augmented reality technology using by 9 teaching steps of Gagné and 3) Output: to evaluate learning achievement.

2. The quality of instructional model with augmented reality technology for graduate students was at the highest level ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.21)

3. The posttest score of graduate students learning with instructional model with augmented reality technology was higher than the pretest score at the .05 level of significance.

Keywords: Instructional model development, Augmented reality technology

บทนำ

ปัจจุบันนี้เป็นยุคที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา จนกลายเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อมนุษย์ รวมทั้งในด้านการศึกษาด้วยเช่นกันที่ได้มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น สะดวกขึ้น สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา เช่นเดียวกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ หรือ AR (Augmented Reality) หรือ ความเป็นจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสานโลกแห่งความจริงกับโลกเสมือนโดยที่ผู้ใช้จะสามารถมองเห็นสภาพความเป็นจริงที่ถูกทับซ้อนด้วยวัตถุเสมือนจริง หรืออาจกล่าวอีกลักษณะหนึ่งก็คือ เทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ ทำให้ผู้ใช้ได้เห็นโลกแห่งความเป็นจริงด้วยวัตถุเสมือนที่ถูกวางซ้อนหรือเข้าไปผสมผสานกับโลกแห่งความเป็นจริง (Azuma, 1995 : 357) โดยที่ Azuma กล่าวสรุปถึงคุณลักษณะของเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ ว่ามี

ลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ 1) เป็นการรวมกันของสิ่งที่เป็นจริงและสิ่งเสมือนจริง 2) มีปฏิสัมพันธ์ตามเวลาจริง (Real Time) และ 3) มีลักษณะเป็นสื่อสามมิติ

การนำเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 นับว่าเป็นนวัตกรรมที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยอาศัยคุณลักษณะของเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี ที่สามารถจำลองสถานการณ์หรือวัตถุโดยผู้เรียนเป็นผู้กระทำในสิ่งแวดล้อมเสมือนนั้น นอกจากนั้นภาพสามมิติยังเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมการรับรู้และระลึกได้ของผู้เรียน สามารถอธิบายความเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจนขึ้น (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550 : 50) นอกจากนั้นการใช้เทคโนโลยีอื่นๆ ร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี ที่เป็นรูปแบบสามมิตินั้นช่วยกระตุ้นจินตนาการ ส่งเสริมความคิดในระดับสูง รวมทั้งรูปแบบสามมิตินั้นเมื่อต่อเติมอยู่ระหว่างสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริงและสิ่งแวดล้อมเสมือนจะทำให้เห็นว่าส่วนต่อเติมเสมือนมีความอยู่ใกล้กับสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริงมากกว่า จึงสามารถใช้งานร่วมกับมนุษย์ได้ง่ายกว่า เนื่องจากมนุษย์มีความคุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นความจริงมากกว่าสิ่งที่เป็นแบบจำลองเสมือน (Azuma, yohan, Behringer, et al. 2001 : 95) จึงได้มีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี ในการเรียนการสอนในลักษณะต่างๆ เช่น การสร้างหนังสือที่ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี สำหรับนักเรียนเกรด 4 (Rodgers, 2014 : 80) การพัฒนารูปแบบบทคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี (เกรียงไกร พลเสนธิ, 2559 : 52) การพัฒนาตารางธาตุแบบความเป็นจริงเสริมแบบจิกซอร์ (วัชรพงษ์ โกรรัตน์ และคนอื่นๆ, 2560 : 75)

จะเห็นได้ว่า มีการประยุกต์ใช้คุณลักษณะของเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี ที่มีลักษณะเสมือนจริงโดยที่ผู้เรียนสามารถเห็นสิ่งต่างๆ ที่เรียนรู้เป็นภาพเสมือนจริงและเคลื่อนไหวได้ผ่านแผ่นอ้างอิง (AR-Marker) ซึ่งผ่านกล้องเว็บแคมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ กล้องจากโทรศัพท์มือถือ หรือกล้องจากแท็บเล็ต (Tablet) ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายจนเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่ไม่จำกัดเวลา สถานที่ และยังสามารถทบทวนซ้ำได้ตลอดเวลาที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาในลักษณะของสื่อที่เสริมความเป็นจริง รวมทั้งสามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับ ทรงพล ชันชัย (2554 : 66) ที่ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กรณีศึกษาแบบหลายมาร์คเกอร์ ในการศึกษาเชิงกายวิภาคของสิ่งมีชีวิต โดยเกิดจากแนวคิดที่ว่า ในความเป็นจริงนั้นผู้เรียนจะเรียนรู้จากตัวอย่างจริงเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากที่สุด แต่เนื่องด้วยการศึกษาสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดที่ใหญ่หรือหายาก ผู้เรียนก็จะศึกษาจากแบบจำลองที่มีรูปแบบเสมือนจริง และด้วยแบบจำลองที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะมีราคาแพงและผู้ที่ต้องการเรียนรู้โดยทั่วไปเข้าถึงได้ยากจึงเป็นการยากที่จะศึกษาเชิงกายวิภาคของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น จึงใช้เทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี ซึ่งเป็นเทคนิคการผสมผสานรูปคอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติกับรูปจริงเข้าด้วยกันมาพัฒนาเป็นแบบจำลองเพื่อการศึกษาในรูปแบบใหม่ ทำให้แบบจำลองมีความสวยงามสมจริงและน่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายและสนุกกับการเรียนรู้ ติดตั้ง

และเรียกใช้งานได้ง่าย จึงสามารถสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในการนำเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ ไปใช้ร่วมกับการเรียนการสอนนั้นหากไม่มีแบบแผนที่ชัดเจนแล้วอาจจะทำให้การใช้ไม่เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้ตรงตามจุดมุ่งหมายได้อย่างแท้จริง สิ่งที่จะช่วยทำให้การเรียนการสอนเป็นไปตามที่ผู้สอนวางแผนไว้ คือ รูปแบบการสอนที่มีการจัดสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนการสอนโดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ เข้ามาช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้นๆ (ทิตินา แชมมณี, 2550 : 3-4) ดังนั้นในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ ที่เป็นสื่อเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 นี้ จึงควรจะต้องประยุกต์แนวความคิดการจัดการทรัพยากรสื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มากที่สุด ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนของ Gagné (Gagné, Briggs, and Wager, 1992 : 98) ได้นำเสนอกระบวนการออกแบบการสอนเชิงระบบไว้ 9 ขั้นตอนนั้น ได้รับการยอมรับว่าสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายสำหรับผู้เรียน รวมทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละระดับความรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกันได้ ซึ่งขั้นตอนการสอนนั้นประกอบด้วย 1) การสร้างความสนใจ (Gain Attention of the Students) 2) การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ (Inform Students of the Objectives) 3) ส่งเสริมให้ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว (Stimulating Recall of Prior Learning) 4) การเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหา (Present the Content) 5) การให้คำแนะนำช่วยเหลือในการเรียน (Providing Learning Guidance) 6) สนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการแสดงออก (Elicit the Performance/Practice) 7) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) 8) การประเมินผล (Assess Performance) และ 9) ส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้และการถ่ายโยงไปใช้กับงาน (Enhance Retention and Transfer to the Job)

ดังที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อที่ผลการวิจัยนั้นจะเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพตามความแตกต่างระหว่างบุคคลได้มากที่สุด อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อาศัยองค์ความรู้ทางเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นฐานในการพัฒนา และเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในรายวิชาของสาขาวิชาหลักสูตรและการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ 2 ประการคือ

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้แนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาในลักษณะของสื่อที่เสริมความเป็นจริง รวมทั้งสามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง

2. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยผสานเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้องค์ความรู้ทางเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นฐานในการพัฒนาต่อไป

สมมติฐานของการวิจัย

นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.1 ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ประกอบด้วยแนวคิดขั้นตอนการเรียนการสอนของกาเย่ คือ 1) การสร้างความสนใจ 2) การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ 3) กระตุ้นให้ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว 4) การเสนอบทเรียนหรือเนื้อหา 5) การให้แนวทางการเรียนรู้ 6) ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ 7) การให้ข้อมูลย้อนกลับ 8) การประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ 9) ส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้

1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นเนื้อหาในรายวิชา นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้และการสื่อสาร

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา คือ ผู้มีคุณวุฒิระดับปริญญาเอก สาขานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา หรือสาขาหลักสูตรและการสอน หรือสาขาที่สัมพันธ์กับการจัดการเรียนการสอน ที่มีประสบการณ์ในการสอนระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 6 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ รหัสวิชา 1125602 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 22 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ คุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

1. การศึกษา วิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนองค์ประกอบของรูปแบบตามแนวคิดเชิงระบบ ขั้นตอนการสอนของกาเย่ และเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทางด้านทฤษฎีและแนวคิดที่จะนำไปทำการร่างรูปแบบ

2. ร่างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดและทฤษฎี รูปแบบการเรียนการสอนองค์ประกอบของรูปแบบตามแนวคิดเชิงระบบ ขั้นตอนการสอนของกาเย่ 9 ขั้นตอน และแนวทางการสร้างสื่อเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ โดยการกำหนดเนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และจัดลำดับขั้นตอนการเรียนการสอน

3. นำร่างรูปแบบที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน โดยประเมินด้วยแบบประเมินรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จากนั้นจึงทำการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ทั้งหมด จำนวน 165 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ รหัสวิชา 1125602 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 22 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังปรากฏในการดำเนินการวิจัยระยะที่ 1

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน และสาระเนื้อหาวิชา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ แล้วได้เลือกเนื้อหาเรื่อง การพัฒนา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้และการสื่อสาร เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เป็นหลักการสำคัญ และมีความเหมาะสมในการนำไปจัดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้

2.2 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการใช้คำถามตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom et al. (Huitt, <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/bloom.htm>, 2560) ตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน 6 ระดับ คือ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) เพื่อนำไปสร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นทำการเขียนข้อสอบให้สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ เพื่อใช้แทนที่ข้อคำถามที่ไม่ได้คุณภาพและถูกตัดทิ้ง ซึ่งผู้วิจัยต้องการข้อสอบจำนวน 40 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน

2.3 นำข้อสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ผลการตรวจสอบ พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.66-1.00

2.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.29-0.68 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.44-0.68 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร Kuder-Richardson Formula 20 (KR-20) มีค่าเท่ากับ 0.62 จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายที่มีค่าสูง โดยเรียงลำดับจากข้อที่มีค่าทั้งสองจากมากไปหาน้อย แล้วเลือกตั้งแต่ลำดับที่ 1-40 ไปใช้เขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิจัยขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวสอบก่อนหลัง (One-group Pretest-Posttest Design)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
2. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ และวันที่ 4, 11, 18, 25 มีนาคม พ.ศ. 2560 เป็นเวลา 5 วัน วันละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง
3. ทำการทดสอบหลังเรียนในวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2560

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพของรูปแบบด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โดยใช้การทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Sample t-test)

สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ การสร้างความพร้อมและสร้างบทบาทระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน (Input) ด้านกระบวนการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ (Process) โดยมีขั้นตอนการสอนตามแนวคิดของกาเย่ 9 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นตอนที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ ขั้นตอนที่ 3 กระตุ้นให้ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว ขั้นตอนที่ 4 การเสนอบทเรียนหรือเนื้อหา ขั้นตอนที่ 5 การให้แนวทางการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 6 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 7 การให้ข้อมูลย้อนกลับ ขั้นตอนที่ 8 การประเมินผล และขั้นตอนที่ 9 ส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ และด้านการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Output)

ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.21)

ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

การพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ การสร้างความพร้อมและสร้างบทบาทระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน (Input) ด้านกระบวนการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ (Process) โดยมีขั้นตอนการสอนตามแนวคิดของกาเย่ 9 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นตอนที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ ขั้นตอนที่ 3 กระตุ้นให้ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว ขั้นตอนที่ 4 การเสนอบทเรียนหรือเนื้อหา ขั้นตอนที่ 5 การให้แนวทางการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 6 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 7 การให้ข้อมูลย้อนกลับ ขั้นตอนที่ 8 การประเมินผล และขั้นตอนที่ 9 ส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ และด้านการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Output) ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบด้วยวิธีเชิงระบบ ซึ่งมีการจัดองค์ประกอบของระบบในกรอบความคิดของตัวป้อน กระบวนการ กลไกควบคุมผลผลิต และข้อมูลป้อนกลับของทิสนา แชมมณี (2550 : 199) ซึ่งวิธีการเชิงระบบนี้จัดเป็นนวัตกรรมการสอนแบบหนึ่งที่เน้นกระบวนการทำงานและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ในการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่อาศัยหลักการและแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบจากวิธีการเชิงระบบเพื่อให้รูปแบบการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการ โดยมีการวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญและจัดการองค์ประกอบเหล่านั้นให้สัมพันธ์กัน (ทิสนา แชมมณี, 2550 : 197-198) ซึ่งประกอบด้วยตัวป้อน (Input) คือองค์ประกอบต่างๆ ของระบบนั้น หรือสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนั้น องค์ประกอบต่างๆ ของระบบใดระบบหนึ่งจะมีจำนวนเท่าใดและความสำคัญมากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของผู้จัดระบบ จากนั้นก็จึงทำการประมวลผล (Process) ซึ่งเป็นการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบให้มีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย จากนั้นก็คือ ผลผลิต (Output) ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการดำเนินงาน หากผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ แสดงว่า ระบบนั้นมีประสิทธิภาพ หากผลที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามที่คาดหวังก็หมายความว่า ระบบนั้นยังมีจุดบกพร่อง ควรที่จะพิจารณาแก้ไขปรับปรุงกระบวนการหรือตัวป้อนซึ่งเป็นเหตุให้เกิดผลนั้น สำหรับกลไกควบคุม คือ กลไกหรือวิธีการที่ใช้ในการควบคุมหรือตรวจสอบกระบวนการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนข้อมูลป้อนกลับ คือ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจุดมุ่งหมายซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่การปรับปรุงกระบวนการและตัวป้อน

นอกจากการนำแนวคิดวิธีเชิงระบบมาพัฒนารูปแบบแล้ว ผู้วิจัยยังได้บูรณาการหลักการและยุทธศาสตร์ส่งเสริมการสร้างและประยุกต์ใช้นวัตกรรมและสื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ที่มีแนวทางส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยการประยุกต์ ICT ในการปรับรูปแบบและกระบวนการเรียนการสอนสำหรับการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานและมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น สามารถเรียนรู้ร่วมกันในเวลาเดียวกันและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน รวมทั้งคุณสมบัติเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี้ สามารถทำให้ผู้ใช้ได้เห็นความเป็นจริงร่วมกับวัตถุที่เสมือนจริงได้ไปพร้อมๆ กัน ในการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเรียนการสอน จึงเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้แสดงบทบาทด้วยตัวเองในกระบวนการเรียนรู้ (Fosnot, 2005 : 87) นอกจากนั้น Kipper and Rampolla (2013 : 72) ยังกล่าวว่า ออกเมนต์ เรียลลิตี้ เป็นการนำ

ข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบของรูปภาพ เสียง วิดีโอ หรือการสัมผัส ให้แสดงทับซ้อนกับสภาพแวดล้อมแบบ Real-time ทำให้สื่อออกเมนต์ เรียลลิตี นั้น สามารถช่วยเพิ่มการรับรู้ทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยเน้นการรับรู้ทางการมองเห็น จากการที่สื่อออกเมนต์เรียลลิตี ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจึงมีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับการนำออกเมนต์ เรียลลิตี มาใช้ร่วมกับการเรียนการสอน ได้แก่ การสร้างหนังสือออกเมนต์ เรียลลิตี ที่ได้รับความสนใจและเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย (Johnson et al. 2011 : 68) ทำให้ผู้อ่านมีปฏิสัมพันธ์กับหนังสือได้ด้วยวิธีการใหม่และปรับเปลี่ยนได้อย่างเหมาะสมด้วยกล้องเว็บแคมและหนังสือออกเมนต์ เรียลลิตี แล้วภาพสามมิติและภาพประกอบจะปรากฏขึ้นมาจากหน้าหนังสือ

จากผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงกล่าวได้ว่า จากการที่เทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี สามารถทำให้ผู้ใช้ได้เห็นความเป็นจริงร่วมกับวัตถุที่เสมือนจริงได้ไปพร้อมๆ กัน เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้แสดงบทบาทด้วยตัวเองในกระบวนการเรียนรู้ นับว่าเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสำรวจข้อมูล สร้างความรู้ และเรียนรู้ด้วยตนเอง (Fosnot, 2005 : 102) เป็นการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้โดยการปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคงทนในการจำ นอกจากนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ยังได้พัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ออกเมนต์ เรียลลิตี ขึ้นมา 5 ชุด ได้แก่ ชุดบันทึกโลก ชุดระบบสุริยะ ชุดการจมและการลอย ชุดโครงสร้างอะตอม และชุดแผ่นดินไหว สำหรับประกอบการเรียนรู้ในห้องเรียน ศตวรรษที่ 21 โดยมีข้อค้นพบว่า สื่อเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี นั้น สามารถสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <http://secondsci.ipst.ac.th>, 2560)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำเสนอความจริงเสมือนนั้น ครูผู้สอนหรือผู้ผลิตควรออกแบบให้เป็นสื่อประสมเพื่อให้กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้จากการรับรู้ในหลายด้าน
2. ควรเลือกเครื่องมือในการใช้ร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น เมื่อต้องการศึกษารายละเอียดของสิ่งที่เสมือนจริงร่วมกันเป็นกลุ่มหรือทั้งชั้นเรียน ควรแสดงผลทางจอภาพผ่านโปรเจ็กเตอร์ แต่ถ้าเป็นการศึกษาเป็นรายบุคคลหรือเป็นคู่ก็อาจใช้การแสดงผลด้วยสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี ที่ส่งเสริมคุณลักษณะของบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ด้านทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคุณลักษณะของเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี สามารถสนับสนุนทักษะในการเรียนรู้ได้ทุกด้าน
2. ควรมีการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี ในด้าน

อื่นๆ เช่น ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี การสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น เนื่องจากในขณะใช้รูปแบบฯ นักเรียนได้เกิดทักษะการเรียนรู้หลายด้านจากเทคโนโลยีออกเมนต์ เรียลลิตี

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร พลเสนธิ. (2559). *การพัฒนาารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2550). *E-instructional design วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงพล ชันชัย. (2554). *การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมกรณีศึกษาแบบหลายมาร์คเกอร์*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- ทศนา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรพงษ์ โกรตน์ และคนอื่นๆ. (2560). จิกซอร์ : ตารางธาตุแบบความเป็นจริงเสริมสำหรับการสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 13 = The 13th national conference on computing and information technology (NCCIT 2017)* (หน้า 75). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเครือข่าย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. *สื่อเสริมการเรียนรู้ออกเมนต์ เรียลลิตี*. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2560, จาก <http://secondsci.ipst.ac.th>
- Azuma, R. T. (1995). The most important challenge facing augmented reality. In *ACM SIGGRAPH 1995 (Los Angeles, 6-11 August 1995)* (pp. 20-38). 25(3), 234-238.
- Azuma, R.T., Yohan, B., Behringer, R., et al. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE*, 25(3), 95.
- Fosnot, C. (2005). *Constructivism : Theory, perspectives, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Gagne', R. M., Briggs, L. J, and Wager, W. W. (1992). *Principles of instructional design*. (4th ed). New York: Harcourt Brace College Publisher.

- Huitt, W. (2011). Bloom et al.'s taxonomy of the cognitive domain. *Educational Psychology Interactive*. Retrieved from <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/bloom.html>
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H. et al. (2011). *The 2011 horizon report*. Austin, TX: New Media Consortium.
- Kipper, G., and Rampolla, J. (2013). *Augmented reality : An emerging technologies guide to AR*. Waltham, MA: Syngress.
- Rodgers, C. (2014). *Augmented reality book and the reading motivation of fourth-grade students*. (Doctor of Education in Educational Leadership). Union University School of Education. n.p. New York: Plenum Press.