



การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL)
ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนภูกระดึงวิทยาคม

Developing Mathematical Logical Skills Through Activity Based Learning (ABL) Together
with Herbart Learning Management on the Topic of Introduction to Real Numbers
of Students in Mathayomsuksa 2 at Phukradung Witthayakhom School

นิตยา พิษขุนทด¹ ธเนศพล วสุอนันต์กุล² ประวีณนุช วสุอนันต์กุล²
E-mail: pan.nittaya@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวัดประเมินผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) เพื่อวัดประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1/E_2 = 75/75$ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนภูกระดึงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเลย หนองบัวลำภู จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาโดยการเจาะจงเพื่อให้ง่ายต่อการดำเนินกิจกรรม โดยเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต จำนวน 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต จำนวน 12 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม วัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว หาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตร E_1/E_2

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.2/77.45$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ($E_1/E_2 = 75/75$)

คำสำคัญ: ทักษะการให้เหตุผล การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) การจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต

Abstract

Objectives of the research were: 1) to evaluate the results of mathematics learning achievement on the subject of introduction to Real Numbers of students in Mathayomsuksa 2 after participatory activity-based learning (ABL) together with Herbart learning management comparing with the pass score of 70 % out of total scores; 2) to evaluate mathematical logical skills on the topic of introduction to Real Numbers of students in Mathayomsuksa 2 after participatory activity-based learning (ABL) together with Herbart learning management comparing with the pass score of 70 % out of total scores; 3) To evaluate the efficiency of mathematics learning activities through activity-based learning (ABL) combined with Herbart learning management comparing the pass score of $E_1/E_2 = 75/75$. the sample groups employed in this study were 37 students studying in the first semester of academic year 2023. obtained by purposive sampling. Research Instrument included: 1) activity-based learning plans (ABL) combined with learning management; 2) Academic achievement test; and 3) mathematical logical skills test on the introduction of Real

¹ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย



Numbers. This research is an experiment using one experimental group. the achievement and ability to logical skills in mathematics after participatory activity-based learning (ABL) together with Herbart learning management comparing with the pass score. The data and information collected were analyzed include percentage, mean, standard deviation. and one-group t-tests.

The findings indicated that: 1) Mathematics learning achievement after receiving activity-based learning (ABL) together with Herbart learning management were found Higher than the pass score of 70 % of total score, at the statistical significance of .05; 2) For Mathematical logical skills, after participatory activity-based learning (ABL) together with Herbart learning management were found Higher than the pass score of 70 % of total score, at the statistical significance of .05; 3) For efficiency of Activity-based learning management (ABL) combined with Hairbart learning management It were found than $E_1/E_2 = 81.2/77.45$ which was higher than pass score of $E_1/E_2 = 75/75$.

Keywords: logical skills activity-based, learning (ABL), herbart learning management

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้อย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐาน ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติการศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรนั้น ครูเป็นตัวละครที่สำคัญ คือ ครูต้องเอาใจใส่ต่อการสอนและจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดระบบการศึกษา อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังมีปัญหาหรือไม่ประสบความสำเร็จตามที่มุ่งหวัง จะเห็นได้จากคุณภาพการเรียน ความรู้ความสามารถในรายวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ นอกจากนี้กรมวิชาการได้ประเมินคุณภาพนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งมีผลสืบเนื่องมาจากชั้นประถมศึกษาพบว่า สมรรถนะของนักเรียนในด้านความรู้ ความคิด ยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำกว่าทุกด้าน ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาองค์ประกอบอันเป็นสาเหตุที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อาจมาจากอิทธิพลของหลาย ๆ อย่าง เช่น เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน สมรรถภาพทางปัญญาของผู้เรียน ลักษณะนิสัยในการเรียน สิ่งแวดล้อมทางวิชาการหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนความสามารถในการสอนของครู แต่ผู้ที่มีบทบาทสำคัญยิ่งในการที่จะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้บรรลุเป้าหมายโดยสมบูรณ์คือ ตัวครูผู้สอน เป็นผู้พัฒนาองค์ประกอบด้านต่าง ๆ และยังเป็นผู้ที่มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนโดยตรง (พรวิไล ชันธุสูตร, 2553) วิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่ง ประกอบด้วยคำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่ สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้น และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์เป็นความถูกต้อง เทียงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผนเป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง และคณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่มีการศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันใน การสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการ แก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (นภสร เรือน โรจนรุ่ง, 2558) การให้เหตุผล อันเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาให้เกิดกับนักเรียน เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น (Russell, 1999) การให้เหตุผลยังเป็นพื้นฐานของการเรียนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้โดยปราศจากการให้เหตุผล ซึ่งการแสดงเหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่นักเรียนหาคำตอบได้ (สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning , ABL) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านความรู้คิด กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้จากตัวนักเรียนเองมากกว่าการรอรับข้อมูลหรือเนื้อหาทางการเรียน ช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ของนักเรียน ให้สามารถเรียนรู้ ได้ด้วยตัวเอง ทาให้เกิดการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องนอกห้องเรียนอีกด้วย ได้ผลลัพธ์ในการถ่ายทอดความรู้ใกล้เคียงกับการเรียนรู้รูปแบบอื่น แต่ได้ผลดีกว่าในการพัฒนาทักษะ ด้านการคิดและการเขียนของผู้เรียน ผู้เรียนมี



ความพึงพอใจกับการเรียนรู้แบบนี้ มากกว่ารูปแบบที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบตั้งรับ (Passive Learning) มุ่งเน้นความรับผิดชอบของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยผ่านการอ่าน เขียน คิด อภิปราย และเข้าร่วมในการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ และทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ผ่านกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากการเล่นเกม การทดลอง การสร้างสรรค์ผลงาน และการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ที่เหมาะสม และการจัดเตรียมวิธีการสอนที่ดีจะนำไปสู่การจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและส่งผลยังการเรียนรู้ ของนักเรียน ศศิธร ลิขจันทร์พร (2556) ซึ่งสอดคล้องกับ Horsburgh (1944) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน เป็นวิธีการสอนรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ ควรจะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติลงมือทำผ่านกิจกรรม อีกทั้งพบว่า กระบวนการเรียนรู้ ของนักเรียนมักเกิดจากการเคลื่อนไหวมากกว่าการเรียนรู้แบบรับป้อนข้อมูลอยู่ฝ่ายเดียว หากว่าผู้เรียนได้มีโอกาสได้สำรวจ จากการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขและความเพลิดเพลินในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ อีกทั้งความรู้ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำเหล่านั้นยังคงทนและยาวนานอีกด้วย การสอนในตามความคิดของ แฮร์บาร์ต (Herbart Method) นั่นคือ นักเรียนจะเรียนรู้สิ่งใดนั้นจะต้องมาจากความสนใจของเราก่อนเป็นอันดับแรก ในด้านการเรียนการสอนนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องสร้างความสนใจก่อนเป็นอันดับแรก จึงเข้าสู่ขั้นตอนของการสอนจริงๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมาย คือ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากความสนใจก่อนการเรียนรู้ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน เป็นการสำรวจข้อมูลนักเรียนว่าเขามีพื้นฐานขนาดไหน จะได้จัดการเรียนการสอนถูก (ความรู้เก่ากับความรู้ใหม่) เป็นการส่งเสริมการจัดลำดับความรู้ของผู้เรียน (เดซพงษ์ อุ่นชาติ, 2556) ข้อดีของการสอนแบบแฮร์บาร์ต เช่น นักเรียนได้เรียนรู้จากความสนใจ การเรียนรู้ดำเนินไปจากง่ายไปหายาก ตามลำดับ การสร้างกฎเกณฑ์หรือข้อสรุปกระทำโดยนักเรียนและครู (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง, 2563)

จากการปฏิบัติการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ 3 และสอบถามครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนยังขาดความสามารถในการให้เหตุผล การอธิบายที่มาของคำตอบ และมีความคลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคำนวณ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนต่ำไปด้วย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนดีขึ้นอีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวัดประเมินผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ตกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1/E_2 = 75/75$

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนภูกระดึงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเลย หนองบัวลำภู จำนวน 7 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 241 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

โรงเรียนภูกระดึงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเลย หนองบัวลำภู จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาโดยการเจาะจง เพื่อให้



3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ตเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

3.3 แบบทดสอบวัดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ดำเนินการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวน 12 แผน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

4.2 หลังจากทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทดสอบหลังเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

4.3 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และบันทึกคะแนน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วัดและประเมินผลโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต กับเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for One Samples)

5.2 วัดและประเมินผลโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต กับเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for One Samples)

5.3 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร E_1/E_2

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	μ_0	df	t	Sig.
37	15.49	1.758	14	36	5.144*	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต มีคะแนนเฉลี่ย 15.49 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแฮร์บาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (15.49 จากคะแนนเต็ม 20) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	μ_0	df	t	Sig.
37	11.46	1.52	10.5	36	3.839*	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต มีคะแนนเฉลี่ย 11.46 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงว่า ทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (11.46 จากคะแนนเต็ม 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต

คะแนน	กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
ระหว่างเรียน (E_1)	37	30	24.36	81.2	81.2/77.45
หลังเรียน (E_2)	37	20	15.49	77.45	

จากตารางที่ 3 คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ใบบางระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ย 24.36 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.2 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย 15.49 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.45 แสดงว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.2/77.45$ สูงกว่าเกณฑ์ คือ $E_1/E_2 = 75/75$

อภิปรายผล

1. คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต มีคะแนนเฉลี่ย 15.49 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ เข้าใจ สามารถให้เหตุผล อธิบายเป็นขั้นตอนตามที่ตนเองเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนมีการแสดงแนวคิด หาความสัมพันธ์ และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด พร้อมทั้งสามารถยืนยันข้อความไว้อย่างสมเหตุสมผล รวมถึงการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดในเรื่องนั้น และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด รัสเซลล์ (Russell, 1999) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลจะเป็นเครื่องมือที่ทำให้เข้าใจนามธรรมนั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อมรรัตน์ เตยหอม (2563) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ การหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

1) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต มีคะแนนเฉลี่ย 11.46 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงว่า ทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอสบาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้เห็นว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ รวมทั้งพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไปจะเกิดอะไรขึ้นรู้ได้อย่างไร” โดยครูต้องให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล ไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบายชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองและที่สำคัญ คือ นักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจ ความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ อัมพร ม้าคอง (2553) สอดคล้องกับ



งานวิจัยของ เยาว์ประภา สิงห์มหาไชย (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ใบงานระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ย 24.36 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.2 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย 15.49 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.45 แสดงว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอร์บาร์ต มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.2/77.45$ สูงกว่าเกณฑ์ $E_1/E_2 = 75/75$ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับวิจัยของ จาเนียร แซ่เล่า (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคูณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $84.62/82.31$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน $E_1/E_2 = 80/80$

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอร์บาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอร์บาร์ต สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอร์บาร์ต มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.2/77.45$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ $E_1/E_2 = 75/75$

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบแอร์บาร์ตใช้เวลาจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก โดยแต่ละขั้นตอนครูผู้สอนสามารถยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม
2. ในการจัดการเรียนรู้นั้น ครูผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผล เช่น กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นผ่านการพูด และการเขียน โดยการใช้เหตุผลในการอธิบาย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (ABL) และ การจัดการเรียนรู้แบบแอร์บาร์ต ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น การเชื่อมโยง การแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2551). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. ในเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อ นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: เอลโล่ การพิมพ์.
- จาเนียร แซ่เล่า. (2561). การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคูณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. รายงานการวิจัยสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 3. นครศรีธรรมราช: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.



- ณัฐพล เพ็ญพิง. (2559). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ BBL และศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ BBL กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.)
- นภสร เรือนโรจน์รุ่ง. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรวิไล ชันธสุตร. (2553). การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เงิน ของ นักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2553. กรุงเทพฯ: โรงเรียนอัสสัมชัญแผนกประถม.
- เยาว์ประภา สิงห์มหาไชย. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, 12(3), 147-159.
- ฤทธิศักดิ์ สดคมขำ. (2562). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานโดยวิธีการสอนแบบนิรนัยของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนอยแซฟอุปถัมภ์. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วภัทรสร นรทริยญ. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐาน ร่วมกับสื่อประสม เพื่อพัฒนาความสามารถในการฟัง การ พูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐาน ร่วมกับสื่อประสม เพื่อ พัฒนาความสามารถในการฟัง การพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ การศึกษา มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผลความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. วารสารครุศาสตร์, 42(2), 207-223.
- ศศิธร ลิจันทร์พร. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเป็นฐานโดยใช้แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาบนอุปกรณ์สื่อสาร เคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความมีวินัยของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สมฤดี แจ้งข้าว. (2561). ผลการใช้วิธีสอนแฮร์บาร์ตที่มีต่อมโนทัศน์และการประยุกต์ใช้ความรู้เศรษฐศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.