

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้าง
ทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
Development Of An Instructional Model Based On Active Learning To
Enhance Process Skills And Mathematical Mind For Primary Students

วีรยุทธ พลายเล็ก (Weerayuth Plailek)*

มาเรียม นิลพันธุ์ (Maream Nillapun)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1.) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน 2.) เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน และ 3.) เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 26 คน ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอน แผนดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินจิตคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (5C Model) มี 5 องค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ 1) หลักการ นักเรียนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ได้รับความช่วยเหลือ แนะนำ ให้กำลังใจ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญในการเรียน เห็นความสัมพันธ์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน 2) วัตถุประสงค์ เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และจิตคณิตศาสตร์ 3) กระบวนการจัดการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นท้าทาย (Challenge: C) (2) ขั้นออกแบบร่วมกัน (Co-Creation: C) (3) ขั้นร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมโค้ช (Co-working And Coach: C) (4) ขั้นตรวจสอบโน้ตทัศน์ (Conceptualization: C) (5) ขั้นเสริมคุณลักษณะและความสามารถ (Characterization: C) 4) การวัดและประเมินผล วัดและประเมินผลจากสภาพจริงด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยประเมินผลจากพัฒนาการใน 2 ด้านประกอบด้วย ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และจิตคณิตศาสตร์ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ด้านครู (1) มีความคิดรวบยอด (concept)

* นักศึกษาปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

** อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ที่ถูกต้องชัดเจน (2) มีความเข้าใจในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ด้านนักเรียน นักเรียนจะต้องมีวินัยในตนเอง ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเท่ากับ
81.44/80.80 2. หลังจากนักเรียนเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน (5C Model) นักเรียนมีพัฒนาการ
ความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และมีพัฒนาการด้านจิตคณิตศาสตร์สูงกว่า
ก่อนเรียนและนักเรียนมีความเห็นต่อรูปแบบอยู่ในระดับมากที่สุด 3. ผลการขยายผลรูปแบบการเรียนการสอน
(5C Model) พบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สูงขึ้น

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning /ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์/จิตคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this study were: 1) to develop and to determine the efficiency of the instructional model based on active learning for enhancing process skills and Mathematical mind for primary students, 2) to study the effectiveness of the instructional model, and 3) to disseminate the instructional model. The samples consisted of the 26 second grade students who were studying in the second semester of the academic year 2019 at Demonstration School of Suan Sunandha Rajabhat University. The research instruments comprised the instructional model based on active learning, the lesson plans, the tests on process skills and Mathematical mind, and the questionnaire on students' opinions toward the instructional model. The data were analyzed by the applications of percentage, mean, standard deviation, and the content analysis. The findings revealed that 1. The instructional model based on active learning for enhancing process skills and Mathematical mind for primary students entitled "5C Model" was consisted of five elements: 1) principle: the students used Mathematical process skills to construct their knowledge and organized their learning system from learning by doing the activities and from receiving the suggestions, encouragement and help. These built the meaningful learning, self-confidence, and Mathematical process skills. The students recognized to the importance of learning and the Mathematical knowledge relationship, and can apply their knowledge to use in their daily life; 2) objective: to enhance process skills and Mathematical mind; 3) learning processes: it comprised five stages: Challenge, Co-Creation, Co-working and Coach, Conceptualization, and Characterization; 4) evaluation: from authentic assessment by using various methods; and 5) learning factors which consisted of 2 aspects: for the teachers, (1) teachers have the precise concepts and (2) teachers understand how to hold the activities to enhance the Mathematical process skills; for the students, they have self –

disciplines. The effectiveness index of the model was 81.44/80.80.2. After learning through the instructional model based on active learning (5C Model), the students' process skills and Mathematical mind were higher than before learning. Besides, the students' opinions towards the instructional model were at the highest level. 3. For the dissemination of the instructional model (5C Model) to the students, it was found that the students' development in their process skills and Mathematical mind were higher than before learning through the instructional model.

Keywords: Instructional Model / Active Learning / Mathematical Processes Skills / Mathematical Mind

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ที่เน้นความสามารถในการคิดขั้นสูงซึ่งประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง หรือเพื่อเป็นทักษะชีวิตในการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:56-57) ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ (กระทรวง ศึกษาธิการ, 2552 : 1) สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ มีความมั่นใจในตนเองในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นนักแก้ปัญหา มีความสามารถในการให้เหตุผล และสามารถสื่อสารกับชุมชนคณิตศาสตร์ได้ และเป้าหมายสูงสุดของการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือประสิทธิภาพของนักเรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งนักคณิตศาสตร์ส่วนมากเชื่อว่าเหตุผลเดียวที่นักเรียนคณิตศาสตร์ก็เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศแคนาดา (The Ontario Curriculum, Mathematics,2005) ประเทศสหรัฐอเมริกา (NCTM,2006) และประเทศสิงคโปร์ (Ministry of Education Singapore, 2013) ที่กำหนดให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักที่ผู้จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่การที่ใครคนใดคนหนึ่งหรือนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นั้นจำเป็นต้องใช้องค์ประกอบด้านอื่น ๆ เป็นส่วนเสริมซึ่งได้แก่ พื้นฐานความรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์รวมถึงจิตคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนที่จะช่วยหลอมรวมไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ

แต่จากการประเมินรายงานปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบการศึกษาของประเทศไทย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560: 67-69) พบว่า การจัดการศึกษาของชาติยังขาดคุณภาพและมาตรฐานในทุกระดับชั้นคุณภาพและการเรียนรู้ของคนไทยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำโดยพิจารณาจากคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-Net) มีค่าเฉลี่ยต่ำในทุกกลุ่มสาระและหากศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเมื่อเทียบกับนานาชาติที่เน้นการประเมินความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรของนักเรียนพบว่าในปี 2554 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของไทยมีคะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มที่อ่อนที่สุดและจากผลการทดสอบความสามารถของนักเรียนไทยในระดับนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) 2012 พบว่านักเรียนไทยทำคะแนนได้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของ OECD อยู่ที่ 495 คะแนน ส่วนนักเรียนไทยทำคะแนนเฉลี่ยได้เพียง 427 คะแนน เท่านั้นซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD อยู่ที่ 68 คะแนน และถ้านำคะแนนเฉลี่ยมาเรียงลำดับ ประเทศไทยจะอยู่ลำดับที่ 50 จาก 51 ลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) จากการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 ได้รายงานผลว่าในภาพรวมของนักเรียนไทยทำข้อสอบผิดหรือไม่ตอบคำถามคิดเป็นร้อยละ 64.6 ส่วนการตอบข้อสอบนักเรียนตอบข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าการเขียนตอบแบบอธิบายเหตุผล นั้นหมายความว่านักเรียนไทยไม่ถนัดกับการเขียนอธิบายคำตอบซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่ให้ความเห็นว่านักเรียนมักจะทำข้อสอบที่เป็นการเขียนแสดงวิธีทำหรืออธิบายเรื่องราว ขั้นตอนการทำงานได้ไม่ถี่นัก และเมื่อเปรียบเทียบผลการสอบ PISA 2012 กับ PISA 2015 พบว่าสัดส่วนในการตอบข้อสอบถูกของนักเรียนไทยลดลงทุกรูปแบบของการตอบข้อสอบ ส่วนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-Net) ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ย้อนหลัง 5 ปี ปีการศึกษา 2556 มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 41.95 ปีการศึกษา 2557 มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 38.06 ปีการศึกษา 2558 มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 43.47 ปีการศึกษา 2559 มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 40.47 และปีการศึกษา 2560 มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 37.12

จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ของประเทศทำคะแนนเฉลี่ยได้ไม่ถึงร้อยละ 50 คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 40 มาอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มที่จะเป็นไปในลักษณะที่ลดลงซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการประเมินต่ำนั้นมาจากการที่นักเรียนขาดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการนำไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นเรื่องของทักษะการจะมีทักษะได้นั้นจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องจนชำนาญหรือทำจนติดเป็นนิสัย จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ทำให้ทราบว่าครูผู้สอนแต่ละท่านยังกังวลกับเนื้อหาสาระที่มีมากจึงให้ความสำคัญกับการสอนเนื้อหามากกว่าเรื่องของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เน้นแต่การสอนเนื้อหาในเรื่องของการคิดคำนวณ สอนให้ใช้วิธีลัดขั้นตอนจนทำให้นักเรียนบางคนสามารถคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม่นยำแต่กลับไม่สามารถอธิบาย ให้เหตุผลได้ว่าหาคำตอบนั้นได้มาอย่างไรซึ่งสอดคล้องกับ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2550:1) ที่ว่านักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจเนื้อหาดีแต่ก็มีนักเรียนอีกมากที่ไม่ยังด้อยในเรื่องของการแก้ปัญหา การแสดง

อ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์อื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นที่ครูหลายคนเชื่อว่าการสอนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นเรื่องยาก เพราะนักเรียนยังเด็กเกินกว่าจะเข้าใจ การอ่าน การเขียนยังไม่คล่อง จึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับการสอนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เท่าที่ควร แต่แท้ที่จริงแล้วเราสามารถสอนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนต้นควบคู่กับการคิดคำนวณได้เนื่องจากการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในระดับปฐมวัยได้มีการเตรียมการในเรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแล้วดังจะเห็นได้จากการกำหนดกรอบมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปฐมวัยตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2546 ตั้งแต่ปี 2551 โดยคณะกรรมการได้ร่วมกันกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปฐมวัยอายุ 3-5 ขวบเพื่อให้สถานศึกษาหรือสถานพัฒนาเด็กปฐมวัยทุกสังกัดนำไปใช้จัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (<http://www.ipst.ac.th/index.php/news-and-announcements/articles/item/717-2011-11-28> สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)) หากเราได้พัฒนานักเรียนชั้นประถมศึกษาต่อนักเรียนชั้นปฐมวัยที่ได้รับการฝึกฝนในเรื่องของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาก่อนหน้าแล้วและส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอจนกลายเป็นความชำนาญหรือเป็นทักษะ เป็นนิสัยที่ติดตัวของนักเรียนแต่ละคนที่สามารถมองทุกอย่างเป็นคณิตศาสตร์ เป็นคนช่างสังเกต มีความละเอียด รอบคอบ ทำอะไรมีแบบแผน รู้จักยืดหยุ่น มีจินตนาการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และจะเป็นการเตรียมทักษะขั้นพื้นฐานให้กับนักเรียนเพื่อที่จะพัฒนาในทักษะขั้นที่สูงขึ้นต่อไป จากผลการประเมินจากส่วนต่าง ๆ จึงทำให้เห็นถึงสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เป็นรากฐานของการศึกษาในขั้นสูงต่อไปนั้น จึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นที่จะต้องหาหนทางในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดนั้น ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นคำตอบที่จะช่วยทำให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ถูกจัดให้เป็นสาระที่ 6 ที่ถูกกำหนดไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของทุกระดับชั้น มีมาตรฐานที่ประกอบด้วย การแก้ปัญหา(Problem Solving) การให้เหตุผล (Reasoning) การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ (Communications) การเชื่อมโยงความรู้ (Connections) และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity) ในมาตรฐานนี้มีตัวชี้วัดประกอบด้วย 1) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2) ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3) ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4) ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง 5) เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 6) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสาระที่ 1 ถึงสาระที่ 5 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้เป็นมโนทัศน์ แต่ในสาระที่ 6 เป็นเรื่องของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการคิด การทำงาน

การแสวงหาความรู้ และการนำความรู้ไปใช้กับกิจกรรม ปัญหา สถานการณ์ที่เสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการขณะที่จัดการเรียนการสอนสาระจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (สสวท. 2557: 6) แต่ในปัจจุบันมีการปรับปรุงหลักสูตร ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนในส่วนของสาระที่ 6 ให้มีความกลมกลืนกับสาระอื่นมากขึ้นโดยปรับให้ส่วนของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้าไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในสาระต่าง ๆ ที่ไม่แยกส่วนออกไปจากกันแต่ต้องการให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์จนชำนาญเกิดเป็นทักษะในการแสวงหาคำตอบในวิชาคณิตศาสตร์ หรือใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่ทุกคนต้องพบเจอ การจะพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้สำเร็จตามมาตรฐานและตัวชี้วัดได้นั้นผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Concept) ในแต่ละเรื่องที่ถูกต้องชัดเจน ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วหลากหลาย และมีทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาต้องใช้ความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกันและให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ได้ฝึกทักษะและกระบวนการจากสื่อที่เป็นรูปธรรมก่อนที่จะขยายไปสู่องค์ความรู้ที่เป็นนามธรรม และได้เรียนเนื้อหาตามลำดับจากง่ายไปหายาก (สสวท.2550:1) ซึ่งเป้าหมายสูงสุดของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์คือการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้นักเรียนจำเป็นที่จะต้องเข้าใจเนื้อหา มีความคิดรวบยอดของเนื้อหานั้น ๆ ประกอบกับการได้รับการฝึกทักษะต่าง ๆ มาบ้างแล้ว หรืออาจจะได้รับการฝึกหัดมาตั้งแต่ชั้นอนุบาลก็จะยิ่งพัฒนาได้เร็วยิ่งขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552: 8)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต้องอาศัยทักษะและวิธีการที่ซับซ้อนในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ควรเริ่มต้นตั้งแต่ระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาเพราะเด็กวัยนี้มีความอยากรู้ อยากลองแสวงหาคำตอบ ชอบความท้าทาย การผจญภัย การทดลอง การเรียนด้วยการลงมือปฏิบัติซึ่งสอดคล้องกับหลักการของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เรื่องการเรียนรู้จากการลงมือทำ (Learning by doing) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบรูเนอร์ (Bruner) เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ว่าผู้เรียนทุกระดับ ชั้นมีพัฒนาการการเรียนรู้เนื้อหาใดก็ได้ถ้ามีแรงจูงใจและมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ตรงกับความสามารถและจัดเนื้อหาให้เรียงลำดับตามความยากง่ายของเนื้อหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามที่ต้องการ และถ้าหากเราจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจนเกิดการเรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ จนกลายเป็นความชำนาญเป็นทักษะที่แต่ละบุคคลจะมีติดตัวผู้เรียนไปตลอดชีวิตซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Montessori ที่ว่าเด็กทุกคนมีจิตซึมซับคือถ้าเด็กได้ลงมือทำอะไรหรือมีประสบการณ์หรืออยู่ในสิ่งแวดล้อมอย่างไรเขาก็จะซึมซับสิ่งนั้นติดตัวไปและจะเป็นการเตรียมการที่ดีถ้าหากเราได้ฝึกให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ติดเป็นนิสัย ทำจนเกิดความชำนาญเป็นทักษะและเมื่อมีมโนทัศน์ (Concept) ที่ถูกต้องชัดเจนร่วมกับทักษะและกระบวนการที่ถูกต้องก็จะส่งผลให้นักเรียนนั้นมีจิตคณิตศาสตร์ที่แข็งแกร่งต่อไป จิตคณิตศาสตร์ (Mathematical Mind) เป็นคุณลักษณะที่มนุษย์ทุกคนมีมาตั้งแต่เกิดในเรื่องของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะปฏิบัติ การคิดสร้างสรรค์ ความถูกต้องแม่นยำ ความเป็นเหตุเป็นผล การมีจินตนาการ จิตคณิตศาสตร์เกิดจากการที่คนแต่ละคนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องชัดเจนร่วมกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คนที่มีจิต

คณิตศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเรียนคณิตศาสตร์เก่งเสมอไป แต่คนเหล่านั้นจะมีลักษณะหรือการทำกิจกรรมที่แสดงว่าเขามีจิตคณิตศาสตร์ใน 3 ลักษณะคือ 1.) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีการสังเกตในรายละเอียดและความถูกต้องแม่นยำ 2.) ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ มีการค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกต คือความสัมพันธ์ระหว่างรูปธรรมกับนามธรรม ความคิดหรือจินตนาการ 3.) ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีการการค้นพบสิ่งใหม่ และสร้างสรรค์รูปแบบต่าง ๆ จากการสังเกต (Montessori,1949; David Tall, 2000; ไพจิตร สดวกการ, 2553; สุธาวัลย์,2559) หากแต่ความสามารถเหล่านี้จะเลือนหายไปหากไม่ได้รับการกระตุ้นหรือส่งเสริมหลังจากอายุ 6 ปี แต่หากได้รับการส่งเสริมและฝึกฝนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอจนเป็นนิสัย จิตคณิตศาสตร์ก็จะแข็งแกร่งมากขึ้น

จิตคณิตศาสตร์มีการเชื่อมโยงภายในสมองที่ประมวลผลอย่างหลากหลาย การใช้มนทัศน์ร่วมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่ทรงพลังของจิตคณิตศาสตร์ (Montessori,1949; ไพจิตร สดวกการ,2553) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Active Learning เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้กระทำลงไป (Bonwell, 1991; Merrill Harmin and Melanie Toth, 2006 ; Schmidt, 1993; วิจารย์ พานิช, 2556;วิริยะ ฤชชัยพาณิชย์,2560) เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนการสอน มีการสร้างองค์ความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน ได้เรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบเป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พุด ฟัง คิด เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นทักษะการคิดขั้นสูงเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนบูรณาการข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศ และหลักการสู่การสร้างความคิดรวบยอด ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาคอยชี้แนะเพื่อให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้เป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ หรือการลงมือทำซึ่งความรู้ ที่เกิดขึ้นก็เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ กระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องได้มีโอกาสลงมือกระทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการอ่าน การเขียน การโต้ตอบ และการวิเคราะห์ปัญหา อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐานพื้นฐาน 2 ประการคือ 1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์และ 2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Meyers and Jones, 1993) โดยผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ (receive) ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (co-creators) การให้ผู้เรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้และเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์จนเกิดความรู้ ความเข้าใจนำไปประยุกต์ใช้สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าหรือ สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาตนเองเต็มความสามารถ รวมถึงการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมอภิปรายให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร ทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 70 การนำเสนองานทางวิชาการ เรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง ทั้งมีการฝึกปฏิบัติ ในสภาพจริง มีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผลการเรียนรู้เกิดขึ้นถึง 90 เปอร์เซนต์ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ,2533) จาก

การศึกษาแนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และจิตคณิตศาสตร์ในเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่จะมุ่งพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษายังมีอยู่น้อย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาเพื่อเป็นการวางพื้นฐานของการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนมีจิตคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาดังนี้
 - 2.1 เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning
 - 2.2 เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านจิตคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning
 - 2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning
3. เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการ และจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

สมมุติฐานการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น
3. นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีพัฒนาการด้านจิตคณิตศาสตร์สูงขึ้น
4. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาอยู่ในระดับมาก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 83 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 26 คน

1.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการขยายผลวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 28 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning

2.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จิตคณิตศาสตร์ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยการจัดการเรียนการสอนสัปดาห์ละ 6 ชั่วโมง รวม 40 ชั่วโมง

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนโดยออกแบบและดำเนินการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาแบ่งการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R_1) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นของการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้ 1) สังเคราะห์แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา 2) วิเคราะห์ข้อมูลของหลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศที่ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน 3) วิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัดของหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 4) สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุมมองในเรื่องของการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์ และ 5) สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่นักเรียนต้องการเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

คณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D_1) ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (Design and Development : D&D) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบพัฒนาหาคุณภาพ และประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนาเป็นรูปแบบฉบับร่าง แล้วจัดสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ (Focus Group Discussion : FGD) เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ ก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ และหาประสิทธิภาพภาคสนาม (Field Tryout) ก่อนนำไปทดลองใช้จริง (Implement) กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R_2) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน (Implementation : I) เป็นการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่ออกแบบและสร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งผ่านการหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิจัยแบบพัฒนาการ (The Equivalent Time Series Design) มีการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน โดยการใช้แบบทดสอบ ใบงาน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

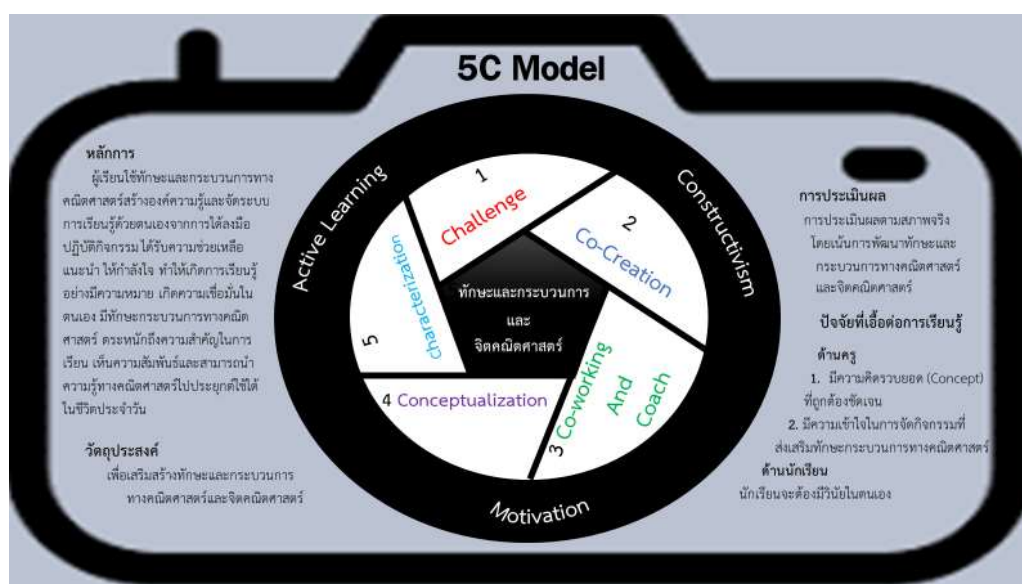
ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D_2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (Evaluation : E) เป็นการปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยพิจารณาทบทวนและปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาทั้งระบบ โดยศึกษาพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและนำไปขยายผลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาต่อไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (5C Model) แผนการจัดการเรียนการสอน มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับค่าของความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุดค่าประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนของหน่วยที่ 1 เท่ากับ 83.39/81.66 หน่วยที่ 2 เท่ากับ 82.02/80.13 และโดยภาพรวมมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.85/80.90 โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.40$, S.D.= 0.55 ถึง $\bar{X} = 5.00$, S.D.= 0.00 แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ค่าของความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.80$, S.D.= 0.45 ถึง $\bar{X} = 5.00$, S.D.= 0.00 แบบประเมินจิตคณิตศาสตร์ค่าของความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามจิตคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 5.00$, S.D.= 0.00 และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 5.00$, S.D.= 0.00

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการ และจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชื่อว่า “5C Model” มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบคือ หลักการ นักเรียนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ได้รับความช่วยเหลือ แนะนำ ให้กำลังใจ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยความหมาย เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญในการเรียน เห็นความสัมพันธ์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน 2) วัตถุประสงค์ เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และจิตคณิตศาสตร์ 3) กระบวนการจัดการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นท้าทาย (Challenge: C) (2) ขั้นตอนออกแบบร่วมกัน (Co-Creation: C) (3) ขั้นร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมโค้ช (Co-working And Coach: C) (4) ขั้นตรวจสอบบทโนทัศน์ (Conceptualization: C) (5) ขั้นเสริมคุณลักษณะและความสามารถ (Characterization: C) 4) การวัดและประเมินผล วัดและประเมินผลจากสภาพจริงด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยประเมินผลจากพัฒนาการใน 2 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และจิตคณิตศาสตร์ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ด้านครู 1. มีความคิดรวบยอด (concept) ที่ถูกต้องชัดเจน 2. มีความเข้าใจในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านนักเรียน นักเรียนจะต้องมีวินัยในตนเอง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนการสอน “5C Model”

2. หลังจากนักเรียนได้เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาแล้วนักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์พัฒนาสูงขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมากและจิตคณิตศาสตร์พัฒนาสูงขึ้นและนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ได้แก่ประเด็นนักเรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รองลงมาได้แก่ประเด็นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเมื่อมีปัญหาสงสัย ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ร้อยละของพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

กลุ่มทดลอง		ร้อยละของพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์		
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
การแก้ปัญหา	ร้อยละ	28.20	75.64	84.61
	ระดับความสามารถ	น้อย	มาก	มาก
การให้เหตุผล	ร้อยละ	55.13	76.41	83.08
	ระดับความสามารถ	ปานกลาง	มาก	มาก
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ร้อยละ	28.97	75.64	82.56
	ระดับความสามารถ	น้อย	มาก	มาก

ตารางที่ 2 ร้อยละของพัฒนาการด้านจิตคณิตศาสตร์

กลุ่มทดลอง		ร้อยละของพัฒนาการด้านจิตคณิตศาสตร์	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
ความสามารถเชิงวิเคราะห์	ร้อยละ	35.90	54.49
	ระดับความสามารถ	ปานกลาง	ปานกลาง
ความสามารถเชิงปฏิบัติ	ร้อยละ	35.58	66.66
	ระดับความสามารถ	ปานกลาง	ปานกลาง
ความสามารถเชิงสร้างสรรค์	ร้อยละ	35.90	69.23
	ระดับความสามารถ	ปานกลาง	มาก

3. ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนพบว่า หลังจากนักเรียนได้เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาแล้วนักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์พัฒนาสูงขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมากและจิตคณิตศาสตร์พัฒนาสูงขึ้น และนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

สรุปและอภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จากการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (5C Model) มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.85 / 80.89 ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนนี้ได้ถูกออกแบบตามขั้นตอนของวิธีการเชิงระบบโดยได้นำข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างรูปแบบมาวิเคราะห์ เช่นหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning ผู้ที่เชี่ยวชาญทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการออกแบบการเรียนการสอนที่ต้องตอบคำถามสำคัญ 4 คำถาม (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553: 12; กาญจนา คุณารักษ์, 2545:7) คือ 1) การออกแบบระบบการเรียนการสอนนี้ทำเพื่อใคร 2) ผู้ออกแบบระบบการเรียนการสอนต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไรและสามารถทำอะไรได้บ้าง 3) ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดได้อย่างไร 4) เราจะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ ส่วนการออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานจนนำไปสู่การออกแบบเชิงระบบ ที่ต้องกำหนดเป้าหมายของรูปแบบการเรียนการสอน การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน การนำรูปแบบไปใช้ และการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับแนวคิด (Kruse, 2007: 1) องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอนประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมาย หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนการระบุกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการที่ใช้ สื่อการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ 3) การพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 4) การนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำรูปแบบที่สร้างขึ้นไปใช้จริง 5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้มาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครู นักเรียน การสอนตามแนวคิด Active Learning แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) สืบเสาะความรู้ (Inquiry based learning) การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity based learning) หลักของแรงจูงใจ (Motivation) จนนำไปสู่กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ได้ 5 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นท้าทาย (Challenge: C) (2) ขั้นออกแบบร่วมกัน (Co-Creation: C) (3) ขั้นร่วมคิด ร่วมทำร่วมโค้ช (Co-working And Coach: C) (4) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ (Conceptualization :C) (5) ขั้นสร้างเสริมคุณลักษณะและความสามารถ (Characterization : C)

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นจากระดับปานกลาง (ร้อยละ 37.44) เป็นระดับมาก (ร้อยละ 83.42) โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 37.44) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับ ปานกลาง (ร้อยละ 75.90) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 83.42) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นการใช้กิจกรรมตามที่นักเรียนสนใจและได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้เกิดความท้าทายทั้งตัวเองและเพื่อน ๆ ประกอบกับการที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเลือกกิจกรรมและมีเป้าหมายที่นักเรียนร่วมกันวางแผนจึงทำให้การเรียนรู้มีความหมายต่อตัวนักเรียน รวมทั้งมีความเข้าใจในเรื่องของทักษะกระบวนการมากขึ้น รมัตถะวังตัวเองในการเรียนมากขึ้นเพราะรู้ว่าการประเมินตรงจุดใดต้องแสดงพฤติกรรมออกมาเช่นไร ซึ่งสอดคล้องกับ (ปพนวัจน์, 2558:290; บริสุทธิ์ธรรม, 2561:4) ที่ว่าการเรียนการสอนควรสร้างจากประสบการณ์และความสนใจของนักเรียนและนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และสอดคล้องกับ (อัมพร ม้าคะนอง, 2559: 70) ที่ว่าการเรียนจะพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นควรมีบริบทที่เหมาะสมดังนี้ คือ 1) มีบรรยากาศในห้องเรียนไม่เคร่งเครียดจนทำให้นักเรียนไม่สะดวกใจที่จะคิด ไม่กล้าถามหรือทำกิจกรรมใด ๆ ผู้สอนควรมีความสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียนและรับฟังในทุกความคิดเห็นของผู้เรียน 2) ผู้สอนให้โอกาส ให้ความและอิสระในการเรียนรู้สิ่งใหม่ตามศักยภาพ 3)มีบรรยากาศของความร่วมมือ 4) มีการสะท้อนปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

จิตคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับปานกลาง (ร้อยละ 35.79) เป็นระดับปานกลาง (ร้อยละ 63.46) โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 35.79) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 63.46) ซึ่งยอมรับสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 3 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก นักเรียนมีประสบการณ์ที่ดีจากการเรียนเช่นประสบความสำเร็จในการเรียนทำให้เกิดความมั่นใจในตนเองมากขึ้น มีแรงจูงใจในการเรียน เกิดความสนุกสนาน ท้าทายความสามารถ รวมทั้งต้องการเอาชนะเพื่อน ๆ จึงทำให้เกิดการฝึกฝนหรือทำซ้ำจนเกิดเป็นความชำนาญเป็นทักษะ และเมื่อนักเรียนเห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ก็จะมีพัฒนาจิตคณิตศาสตร์ของตัวเองต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ(พงศธร มหาวิจิตร, 2559) ตามนิตยสาร ส.ส.ว.ท.(ปีที่ 44 ฉบับที่ 201 กรกฎาคม - สิงหาคม 2559) ที่ว่า การปลูกฝังจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไม่ใช่สิ่งที่จะสอนให้ตระหนักรู้ได้ในเวลาอันสั้นหรือสอนแบบ แยกส่วนจากเนื้อหาแต่ละเรื่องได้ แต่จำเป็นต้องผ่านการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและยาวนาน โดยสอดแทรกอยู่ในกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของทุกเนื้อหาและทุกระดับชั้น จนผู้เรียนมีความแตกฉานในเนื้อหาพอที่จะสามารถเชื่อมโยง ความรู้ได้เอง กล่าวสรุปง่าย ๆ คือ “ผู้เรียนต้องคิด จนติดเป็นนิสัย” การสอนจึงจะบรรลุผลได้อย่าง แท้จริงและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ(สุธา วลัย หายูจรสุข,2559) ที่ว่าความสามารถในการปฏิบัติ เน้นพัฒนาความสามารถด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรียนรู้มาแล้วได้อย่างเหมาะสม ความสามารถในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวันได้ดีซึ่งทั้งสามองค์ประกอบนี้มีพื้นฐานแนวคิดจากทฤษฎีองค์ประกอบสามด้านของเชาวัน ปัญญา (Triarchic Theory) เสนอโดย Sternberg (2000) และ The three-mathematical minds model

โดย Sak (2009) ซึ่งกิจกรรมในชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังทำให้นักเรียนได้รับความรู้ในเชิงบูรณาการ ความรู้ และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนสามารถฝึกปฏิบัติตามกิจกรรมในแต่ละโมดูล และสามารถตรวจสอบคำตอบท้ายโมดูลได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจที่จะหาคำตอบและทำกิจกรรมต่าง ๆ ฝึกการกำกับตนเองส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถทางจิตคณิตศาสตร์ สูงขึ้น

3. ผลการขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (5C Model) หลังเรียนมีทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับปานกลาง (ร้อยละ 37.44) เป็นระดับมาก โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 37.44) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 75.90) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 83.59)

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

สำหรับการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (5C Model) ไปใช้ให้มีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ครูอาจจะสำรวจจากความเห็นของนักเรียนก่อนแล้วจึงนำกิจกรรมที่ได้เหล่านั้นมาจับคู่กับเนื้อหาที่จะสอนเพื่อจะได้มีกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้เลือกในการ

2. เลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาเพราะการสอนตามแนวคิด Active Learning ยังมีอีกหลายวิธีซึ่งควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนที่จะสอนหรือเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการเสริมสร้างหรือพัฒนา

3. เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (5C Model) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น ดังนั้นควรนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำวิจัยเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาให้ครบทุกกระบวนการ

2. ควรทำวิจัยเกี่ยวกับการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Active Learning ไปใช้กับการจัดการเรียนการสอนในวิชาอื่น ๆ

References

- Amporn Markanong. (2553). development of mathematical process skills: Chulalongkorn University
- Borisudtum Pimsiri. (2559). The Development of Learning Model Based on Constructivism to Enhance Mathematical Abilities for Students in Primary. Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)
- Kanchana Kunarak. (2558). Instructional design. Nakhon Pathom : Silpakorn University.
- Chaiyos Ruangsuwan. (2533). Teaching Technology: Design and Development. Bangkok: Odeon Store Publisher
- Ministry of Education. (2551). Basic Education Core Curriculum, B.E. 2551 . Ladprao teacher printing house, Bangkok
- _____. (2552). learning evaluation. Bangkok : Agricultural Cooperative Union Printing House of Thailand Co., Ltd.
- Maream Nillapun. (2558). Educational research methods. Educational Research and Development Center Faculty of Education Silpakorn University.
- Office of the board of Education. (2560). National Education Plan 2560 – 2579. Ministry of Education.
- Paphonwat Laphatpinyochok. (2558). “Development of an Instructional Model to Enhance Concepts and Mathematical Processes for Elementary Students”. Silpakorn Educational Research Journal
- Pongsatorn Mahavijit. (2559). Mathematical Habits of Mind .IPST magazine.
- Paijit Sadokran. (2553). Psychomathematics. from <http://www.krupai.net>.
- School of science and technology. (2550). Mathematical Process Skills. Bangkok: Teachers Council of Thailand Ladprao Printing House.
- Suthawan Harnkajornsuk. (2562). A development of mathematics exploring package for enhancing mathematical minds of gifted students at the elementary level. Journal of Education Naresuan University Vol.21 No. 1
- Vicharn Panich. (2555). Learning methods in the 21st century. Bangkok: tathata publication company limited.
- Wiriya Ruchaipanit. (2559). Flipped Classroom Turn teachers into coaches. Se-ed Yucation

ภาษาต่างประเทศ

- C.C. Bonwell, J.A. Eison, (1991). "Active Learning: Creating Excitement in the Classroom." ERIC Digest.Washington D.C.: ERIC Clearinghouse on Higher Education.
- David Tall. (2000). Biological Brain, Mathematical Mind & Computational Computers. [Online] Available <http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot2000h-plenary-atcm2000.pdf>.
- Kevin,K. (2009). Instruction to Instruction Design and ADDIE Model. Accessed June 19. Aavailable from [http:// www.e-learningguru.com/artcles/art_1.htm](http://www.e-learningguru.com/artcles/art_1.htm)
- Merrill Harmin and Melanie Toth. (2006). Inspiring Active Learning: A Complete Handbook for Today's Teachers Gale virtual reference library
- Montessori. (1949). The absorbent mind, trans. C. A. Claremont. New York: Dell Publishing Company.
- Sak. (2009). Test of the Three-Mathematical Minds (M3) for the identification of mathematically gifted students. Roeper Review, 31(1), 53-67.
- Schmidt, Henk G. (1993). "The Rational Behind Problem Based Learning." Medical Education 17: 11-16
- Sternberg, R.J. (2000). Patterns of giftedness: A tribrachic analysis. Roeper Review,22(4), 231235.
- The Ontario Curriculum, Mathematics. (2005). The Ontario Curriculum Grades 1-8 Mathematics.Accessed February 18. Available from [https:// www. edu. gov. on. ca/ eng/curriculum/ .../ math18curr](https://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/.../math18curr)
- National Council of Teacher of Mathematics. (2006). Principles and Standards for School Mathematics.Reston,VA:Auther
- Meyers C, Jones TB (1993). Promoting Active Learning: Strategies for the College Classroom. Jossey-Bass Publishers, San Francisco.
- Ministry of Education, Singapore. (2013). Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus.Singapore: The Ministry of Education.