วารสารคณิตศาสตร์ Mathematical Journal 65(702) กันยายน – ธันวาคม 2563
โดย สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
http://www.mathassociation.net Email: MathThaiOrg@gmail.com

แนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

Learning Management Guideline to Enhance Mathematical Understanding

ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์[1,*] และ วาสนาไทย วิเศษสัตย์[2]
[1]สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ร้อยเอ็ด 45120
[2]โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก บุรีรัมย์ 31000

Chanarong Wisetsat[1,*] and Wasanathai Wisetsat[2]
[1]Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Roi Et Rajabhat University, Roi Et 45120
[2]Romburipittayakhom Ratchamungklapisek School, Buriram 31000

Email: [1]chanwi7@gmail.com [2]wasanathai@hotmail.com

วันที่รับบทความ : 21 ตุลาคม 2562 วันที่แก้ไขบทความ : 21 มกราคม 2563 วันที่ตอบรับบทความ : 7 เมษายน 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการ 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์เอกสาร และร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารงานวิจัยต่างประเทศ และผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความเหมาะสม เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวิเคราะห์แนวคิดที่เหมาะสม และแบบประเมิน

* ผู้เขียนหลัก

ความเหมาะสมของแนวคิด ระยะที่ 2 การศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ และพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล ได้แก่ สถาบันการศึกษาแห่งชาติ ประเทศสิงคโปร์ และโรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา ประเทศไทย สำหรับศึกษาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนการสอน แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอน และแบบประเมินความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า จากการสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 จัดการเรียนรู้รูปธรรม ขั้นตอนที่ 2 จัดการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม และขั้นตอนที่ 3 จัดการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ สำหรับแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินความเข้าใจนักเรียนจากพฤติกรรมที่แสดงออกได้ มี 6 ประการ ได้แก่ 1) สามารถอธิบายความเข้าใจ 2) สามารถแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน 3) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ 4) สามารถมองข้อดี ข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจ 5) สามารถเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ และ 6) สามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ

คำสำคัญ: ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนรู้ การประเมินความเข้าใจ

ABSTRACT

This research aimed to study The Learning Management Guideline to Enhance Mathematical Understanding. There were two phases of the study. First, the researcher analyzed the related documents and draft guidelines for learning management. The data sources: researches and 5 Specialists. Research instruments were analysis of suitable concepts form and suitability assessment form. Second, the fieldwork was applied for authentic study and development learning management guidelines. The data sources: 2 Academies for studying the teaching and learning of mathematics are National Institute of Education (NIE), Singapore and Lamplaimat Pattana School, Thailand. Research instruments were Activities observation form, Activities interview form, Relations analysis form and Suitability assessment form. The results showed that: the syntax of teaching to enhance Mathematical Understanding have 3 steps; Steps 1: concrete, Steps 2: semi-concrete, Steps 3: method. The Mathematics Understanding

Assessment Guideline have 6 Facets; 1) can explain, 2) can interpret, 3) can apply, 4) have perspective, 5) can empathies and 6) have self – knowledge.

Keywords: Mathematical understanding, Learning management guideline, Understanding assessment

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์สำคัญที่มนุษย์สามารถนำมาแก้ปัญหา และพัฒนานวัตกรรมให้มีความเจริญ ตลอดจนการนำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันแต่ปัญหาสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การที่ผู้เรียนไม่ได้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ อย่างแท้จริง สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา [12] ก็ได้เห็นความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่าจะต้องจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจ อย่างแท้จริง ในบริบทการศึกษาประเทศไทย มีความต้องการส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง ดังหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ได้กำหนดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไว้ในสาระการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สาระจำนวนและพีชคณิต สาระการวัดและเรขาคณิต สาระสถิติและความน่าจะเป็น และสาระแคลคูลัส โดยแต่ละสาระได้ระบุความเข้าใจไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ [1]

สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่นั้น ยังเน้นสอนให้จำเนื้อหาให้ได้ ซึ่งการสอนเช่นนี้เป็นเพียงการบอกคณิตศาสตร์เท่านั้น เพราะการสอนในลักษณะเช่นนี้ทำให้นักเรียนไม่ได้เกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง [10] แนวคิดที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในทางคณิตศาสตรศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียน ซึ่งจะเห็นได้จากงานวิจัยหลาย ๆ งานและการพยายามที่จะนำเอาไปใช้ในทางคณิตศาสตรศึกษาเพื่อที่จะสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ [9] สอดคล้องกับสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา [12] ได้เสนอการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่าจะต้องจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจ สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองบนพื้นฐานของประสบการณ์และความรู้เดิม

จากการที่ผู้วิจัยกล่าวมาจะเห็นว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่สำคัญ ที่ควรพัฒนาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางสำคัญให้กับครูคณิตศาสตร์ ตลอดจนคณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ ในการผลิตและพัฒนานักศึกษาวิชาชีพครู

ให้สามารถจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยในฐานะที่รับผิดชอบในการผลิตบัณฑิตวิชาชีพครู จึงสนใจศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จาก 4 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดการสอนเพื่อความเข้าใจ แนวคิดการสอนคิดเชิงคณิตศาสตร์ แนวคิดการสร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ แนวคิดเทคโนโลยีการศึกษา [6, 7, 8, 11] และพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเรียนรู้รูปธรรม ขั้นตอนการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม และขั้นตอนการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ โดยมีแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะบอกถึงพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจใน 6 ลักษณะ คือ สามารถอธิบายความเข้าใจ สามารถแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ สามารถมองข้อดี ข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจสามารถเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ และสามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ [13] อันจะนำไปสู่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

3. ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร

1.1 ประชากร คือรายงานวิจัยต่างประเทศ ที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นเอกสารการวิจัยในต่างประเทศ ทั้งสิ้น จำนวน 54 เรื่อง

2. ขอบเขตด้านเวลา

2.1 กำหนดระยะเวลาในการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2.2 กำหนดเวลาในการสืบค้นงานวิจัยนี้ กำหนดตั้งแต่ พ.ศ.2557 จนถึง พ.ศ.2562

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

3.1 กำหนดเนื้อหางานวิจัย คือ เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

3.2 กำหนดเนื้อหาในการศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ การจัดการเรียนการสอนส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการการวิจัยโดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. ระยะที่ 1 การสังเคราะห์เอกสาร และร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้

1.1 แหล่งข้อมูล

1) เอกสารงานวิจัยต่างประเทศ เกี่ยวกับการส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่สืบค้นจากฐานข้อมูล 4 ฐาน ได้แก่ ProQuest Springer ERIC และ Emerald ซึ่งผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง ทั้งสิ้น จำนวน 54 เรื่อง

2) ผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตรการสอน และด้านการสอนคณิตศาสตร์ รวม 5 ท่าน ในการพิจารณาความเหมาะสม

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบวิเคราะห์แนวคิดที่เหมาะสม จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านแนวคิดที่เหมาะสมสำหรับยึดเป็นนิยามความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ด้านแนวคิดที่เหมาะสมสำหรับยึดเป็นแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และด้านแนวคิดที่เหมาะสมสำหรับนำไปสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

2) แบบประเมินความเหมาะสมของแนวคิด ซึ่งแบบประเมินความเหมาะสมของแนวคิดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

1.3 ขั้นตอนดำเนินงาน

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศ เกี่ยวกับการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยสืบค้นจากฐานข้อมูล 4 ฐาน ได้แก่ ProQuest Springer ERIC และ Emerald ซึ่งผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง โดยใช้คำค้น “Mathematical Understanding + Teaching + Learning” ได้งานวิจัยทั้งสิ้น จำนวน 54 เรื่อง

2) วิเคราะห์แนวคิดที่เหมาะสมสำหรับยึดเป็นนิยามความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ได้แนวคิดที่เหมาะสม คือ แนวคิดของกระทรวงศึกษาธิการ [1] โดยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ คือ ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย สาระจำนวนและพีชคณิต สาระการวัดและเรขาคณิต

สาระสถิติและความน่าจะเป็น และสาระแคลคูลัส โดยแต่ละสาระได้ระบุความเข้าใจไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้

3) วิเคราะห์แนวคิดที่เหมาะสมสำหรับยึดเป็นแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ได้แนวคิดที่เหมาะสม คือ แนวคิดของ Wiggins and McTighe [13] โดยแนวคิดนี้จะบอกถึงพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจใน 6 ลักษณะ

4) วิเคราะห์แนวคิดที่เหมาะสมสำหรับนำไปสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 แนวคิด ได้แก่ 1) แนวคิดการสอนเพื่อความเข้าใจของ Barmby [6] 2) แนวคิดการสอนคิดเชิงคณิตศาสตร์ของ Maitree, Masami and Ban-Har [11] 3) แนวคิดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนของ Charlesworth [7] และ 4) แนวคิดเทคโนโลยีการศึกษาของ Edwards [8]

5) ประเมินความเหมาะสมของแนวคิดพื้นฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอนและด้านการสอนคณิตศาสตร์ รวม 5 ท่าน แล้ววิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งแปลความหมายโดยปรับเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด [3] พบว่า แนวคิดที่เหมาะสมสำหรับยึดเป็นนิยามความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.75 มีความเหมาะสมมากที่สุด แนวคิดที่เหมาะสมสำหรับยึดเป็นแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.58 มีความเหมาะสมมากที่สุด แนวคิดที่เหมาะสมสำหรับนำไปสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ย 4.35 มีความเหมาะสมมาก ดังนั้นสามารถกำหนดเป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ได้

6) สังเคราะห์แนวคิดพื้นฐาน และพัฒนาร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเรียนรู้รูปธรรม ขั้นตอนการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม และขั้นตอนการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ

1.4 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยของระยะที่ 1 การสังเคราะห์เอกสาร และร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ แสดงผลการวิจัย ดังตาราง 4.1 และตาราง 4.2

ตาราง 4.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัย และวิเคราะห์แนวคิดที่เหมาะสม
สำหรับพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้

ฐานข้อมูล	งานวิจัย	ประเด็น	แนวคิดที่เหมาะสม
1. ProQuest 2. Springer 3. ERIC 4. Emerald	14 เรื่อง 13 เรื่อง 15 เรื่อง 12 เรื่อง	นิยามความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	แนวคิดของกระทรวงศึกษาธิการ [1] ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ คือ ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย สาระจำนวนและพีชคณิต สาระการวัดและเรขาคณิต สาระสถิติและความน่าจะเป็น และสาระแคลคูลัส โดยแต่ละสาระได้ระบุความเข้าใจไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้
		พฤติกรรมการแสดงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	แนวคิดของ Wiggins and McTighe [13] เป็นแนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจ มี 6 ประการ ได้แก่ 1) สามารถอธิบายความเข้าใจ 2) สามารถแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน 3) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ 4) สามารถมองข้อดี ข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจ 5) สามารถเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ และ 6) สามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ
		ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	แนวคิดสำหรับสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 แนวคิด ได้แก่ 1) แนวคิดการสอนเพื่อความเข้าใจของ Barmby [6] 2) แนวคิดการสอนคิดเชิงคณิตศาสตร์ของ Maitree, Masami and Ban-Har [11] 3) แนวคิดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนของ Charlesworth [7] และ 4) แนวคิดเทคโนโลยีการศึกษาของ Edwards [8]

จากตาราง 4.1 จะได้ว่า แนวคิดของกระทรวงศึกษาธิการ [1] เหมาะสมสำหรับยึดเป็นนิยามความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แนวคิดของ Wiggins and McTighe [13] เหมาะสมสำหรับยึดเป็นแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสต์ ซึ่งจะบอกถึงพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจใน 6 ลักษณะ แนวคิดสำหรับนำไปสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 แนวคิด ได้แก่ 1) แนวคิดการสอนเพื่อความเข้าใจของ Barmby [6] 2) แนวคิดการสอนคิดเชิงคณิตศาสตร์ของ Maitree, Masami and Ban-Har [11] 3) แนวคิดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนของ Charlesworth [7] และ 4) แนวคิดเทคโนโลยีการศึกษาของ Edwards [8]

จากตาราง 4.2 การสังเคราะห์แนวคิด 4 แนวคิด จะได้ร่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเรียนรู้รูปธรรม ขั้นตอนการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม และขั้นตอนการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ ซึ่งผู้วิจัยจะนำใช้ประกอบการศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ และพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในระยะต่อไป

ตาราง 4.2 การสังเคราะห์แนวคิด สำหรับพัฒนาร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้
เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

แนวคิดพื้นฐาน	**กิจกรรมการเรียนรู้**	**ร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้**
แนวคิดการสอนเพื่อความเข้าใจของ Barmby [6]	ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้จะมุ่งสอนให้ผู้เรียนเข้าใจจริง ไม่ใช่เพียงหาคำตอบได้ การเรียนรู้จะเป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงจนเกิดภาพความเข้าใจที่ถูกต้องในสมองของผู้เรียน และถ่ายทอดความเข้าใจออกมาได้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นเข้าใจตามได้	จัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเรียนรู้รูปธรรม คือ การจัดการเรียนรู้โดยการใช้สื่อที่เอื้อต่อการเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เป็นสื่อจริง จับต้องได้ มองเห็นเป็นรูปธรรม ใช้จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง นานพอสมควรจนสมองของนักเรียนจดจำภาพ
แนวคิดการสอนคิดเชิงคณิตศาสตร์ของ Maitree, Masami and Ban-Har [11]	กิจกรรมการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ที่กระตุ้นการคิดผู้เรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้สอนจะมีคำถาม สื่อ หรือกิจกรรมที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้	

แนวคิดพื้นฐาน	กิจกรรมการเรียนรู้	ร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้
	ออกแบบ แสดงขั้นตอน วิธีทำ คิด และใคร่ครวญจนนำไปสู่ความเข้าใจ	และกระบวนการใช้สื่อได้อย่างถูกต้อง
แนวคิดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนของ Charlesworth [7]	เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการเรียรู้ผ่านการลงมือทำจริง มีการใช้สื่อเป็นรูปธรรม ปฏิบัติจริงจนเกิดประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์จะเอื้อต่อการเกิดความคิดรวบยอด ทางคณิตศาสตร์ และนำไปสู่ความเข้าใจอันลึกซึ้งในการเรียนรู้	2) ขั้นตอนการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวาดภาพ ลักษณะกระบวนการเรียนรู้จะคล้ายกับขั้นที่ผ่านมา เพียงแต่เปลี่ยนจากการใช้สื่อจริงเป็นการวาดภาพลงในสมุดแทน
แนวคิดเทคโนโลยีสำหรับการศึกษาของ Edwards [8]	เป็นการเรียนรู้ที่นำความรู้ทางเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ อาทิเช่น การใช้เทคโนโลยีออกแบบสื่อการเรียนรู้ เป็นต้น การใช้เทคโนโลยีผนวกการสอน การใช้ Application ใหม่ ๆ ในการเรียนการสอน เป็นต้น	3) ขั้นตอนการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ คือ การจัดการเรียนรู้แบบแสดงขั้นตอน วิธีทำสัญลักษณ์ ซึ่งไม่มีการใช้ หรือวาดภาพ สื่อแล้ว แต่ในขณะที่แก้ปัญหานักเรียนจะเกิดภาพการใช้สื่อในสมองที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการแสดงสัญลักษณ์อย่างเข้าใจถูกต้อง

2. ระยะที่ 2 ศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ และพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้

2.1 แหล่งข้อมูล

1) สถาบันการศึกษาแห่งชาติ ประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเป็นสถาบันการพัฒนาครูให้เกิดความเข้าใจในการสอนที่ถูกต้อง ตลอดจนส่งเสริมทักษะและเทคนิคการสอนสำหรับครู

2) โรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา ซึ่งเป็นโรงเรียนนำร่องการปฏิรูปการศึกษา ประเทศไทย

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน และด้านการสอนคณิตศาสตร์ รวม 5 ท่าน ในการพิจารณาความเหมาะสม

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบสังเกตการจัดการเรียนการสอน

2) แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอน

3) แบบประเมินความเหมาะสมของแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบสังเกตการเรียนการสอน และแบบสัมภาษณ์

2) สร้างแบบสังเกตการจัดการเรียนการสอน และแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอน แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 3 ท่าน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน รวมเป็น 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องเหมาะสม และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จนได้แบบสังเกตการเรียนการสอน และแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์

3) ศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ สถาบันการศึกษาแห่งชาติ ประเทศสิงคโปร์ โดยผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามแบบสังเกต จากนั้นสัมภาษณ์วิทยากรอบรมครูเพิ่มเติมโดยใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์นั้น ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ใช่การบอกความรู้ แต่ควรเป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง หรือการแลกเปลี่ยนวิธีคิดกับเพื่อน ในส่วนของขั้นตอนการเรียนรู้ควรจะเริ่มเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก เน้นความเข้าใจความคิดรวบยอดที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์

4) ศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ โรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา โดยผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามแบบสังเกต และสัมภาษณ์ครูผู้จัดสอนเพิ่มเติมโดยใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์นั้นสถานศึกษามีแนวทางในการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 6 ประการ ได้แก่ การอธิบายความเข้าใจ การแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ การมองข้อดีหรือข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจ การเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ และสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม

5) นำข้อมูลที่สังเกตได้จากทั้ง 2 แห่ง แก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และปรับปรุงแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

6) ประเมินความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ซึ่งแบบประเมินความเหมาะสมเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

7) ผู้วิจัยวิเคราะห์ความเหมาะสมของแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งแปลความหมายโดยปรับเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด [3] คือ เหมาะสมมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 4.51 - 5.00 คะแนน เหมาะสมมากมีค่าเท่ากับ 3.51 - 4.50 คะแนน เหมาะสมปานกลาง มีค่าเท่ากับ 2.51 - 3.50 คะแนน เหมาะสมต่ำมีค่าเท่ากับ 1.51 - 2.50 คะแนน เหมาะสมต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.01 - 1.50 คะแนน

2.4 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยระยะที่ 2 การศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ และพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินความเหมาะสมของแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินความเหมาะสมของแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแนวทางการจัดการเรียนรู้
เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	**องค์ประกอบ**	**ความเหมาะสม**	**แปลความ**
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	1) ขั้นตอนการเรียนรู้รูปธรรม	ค่าเฉลี่ย 4.56	เหมาะสมมากที่สุด
	2) ขั้นตอนการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม	ค่าเฉลี่ย 4.75	เหมาะสมมากที่สุด
	3) ขั้นตอนการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ	ค่าเฉลี่ย 4.24	เหมาะสมมาก
	โดยรวม	**ค่าเฉลี่ย 4.52**	**เหมาะสมมากที่สุด**
แนวทางการประเมินความ	1) สามารถอธิบายความเข้าใจ	ค่าเฉลี่ย 4.63	เหมาะสมมากที่สุด
	2) สามารถแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน	ค่าเฉลี่ย 4.28	เหมาะสมมาก

รายการประเมิน	องค์ประกอบ	ความเหมาะสม	แปลความ
เข้าใจทางคณิตศาสตร์	3) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่	ค่าเฉลี่ย 4.15	เหมาะสมมาก
	4) สามารถมองข้อดี ข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจ	ค่าเฉลี่ย 4.26	เหมาะสมมาก
	5) สามารถเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ	ค่าเฉลี่ย 4.14	เหมาะสมมาก
	6) สามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ	ค่าเฉลี่ย 3.21	เหมาะสมปานกลาง
	โดยรวม	**ค่าเฉลี่ย 4.12**	**เหมาะสมมาก**

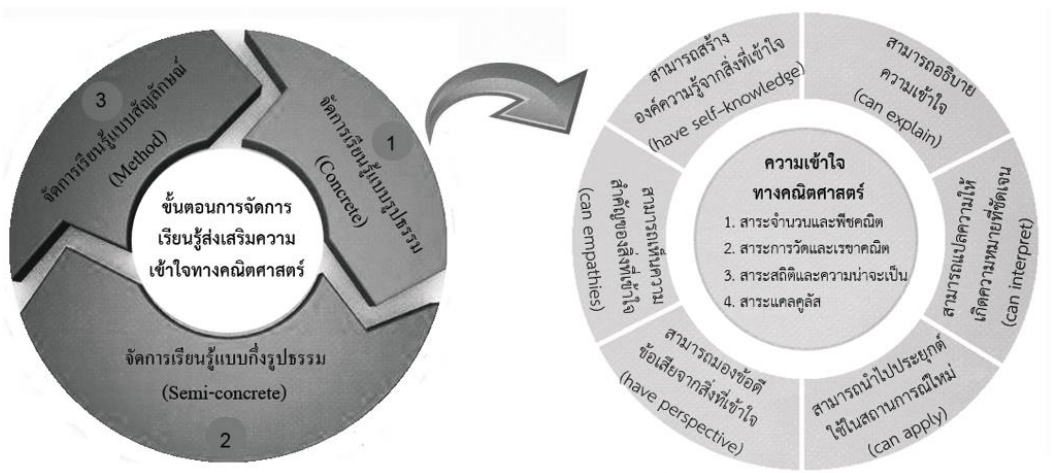
จากตาราง 4.3 จะได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุดโดยค่าเฉลี่ย 4.52 แนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยรวมมีความเหมาะสมมากเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ย 4.12 ดังนั้นสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้

5. สรุปผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 จัดการเรียนรู้รูปธรรม คือ การจัดการเรียนรู้โดยการใช้สื่อที่เอื้อต่อการเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เป็นสื่อจริง จับต้องได้ มองเห็นเป็นรูปธรรม ใช้จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง นานพอสมควรจนสมองของนักเรียนจดจำภาพและกระบวนการใช้สื่อได้อย่างถูกต้อง ขั้นตอนที่ 2 จัดการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวาดภาพ ลักษณะกระบวนการเรียนรู้จะคล้ายกับขั้นที่ผ่านมา เพียงแต่เปลี่ยนจากการใช้สื่อจริงเป็นการวาดภาพลงในสมุดแทน และขั้นตอนที่ 3 จัดการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ คือ การจัดการเรียนรู้แบบแสดงขั้นตอน วิธีทำ สัญลักษณ์ ซึ่งไม่มีการใช้ หรือ วาดภาพ สื่อแล้ว แต่ในขณะที่แก้ปัญหานักเรียนจะเกิดภาพการใช้สื่อในสมองที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการแสดงสัญลักษณ์

อย่างเข้าใจถูกต้อง สำหรับแนวทางในการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จะสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนที่แสดงออกใน 6 ลักษณะ ได้แก่ 1) สามารถอธิบายความเข้าใจ 2) สามารถแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน 3) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ 4) สามารถมองข้อดี ข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจ 5) สามารถเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ 6) สามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ จากการสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังรูปที่ 5.1

จากรูปที่ 5.1 จะได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ด้วยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ การจัดการเรียนรู้รูปธรรม การจัดการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม และการจัดการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางในการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนที่แสดงออกใน 6 ลักษณะ



รูปที่ 5.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

6. อภิปรายผล

แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน สามารถส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ได้โดยขั้นตอนที่ 1 จัดการเรียนรู้รูปธรรม คือ การจัดการเรียนรู้โดยการใช้สื่อที่เอื้อต่อการเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เป็นสื่อจริง จับต้องได้ มองเห็นเป็นรูปธรรม ใช้จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงนานพอสมควรจนสมองของนักเรียนจดจำภาพและกระบวนการใช้สื่อได้อย่างถูกต้อง ขั้นตอนที่ 2 จัดการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวาดภาพลักษณะกระบวนการเรียนรู้จะคล้ายกับขั้นที่ผ่านมา เพียงแต่เปลี่ยนจากการใช้สื่อจริงเป็นการวาด

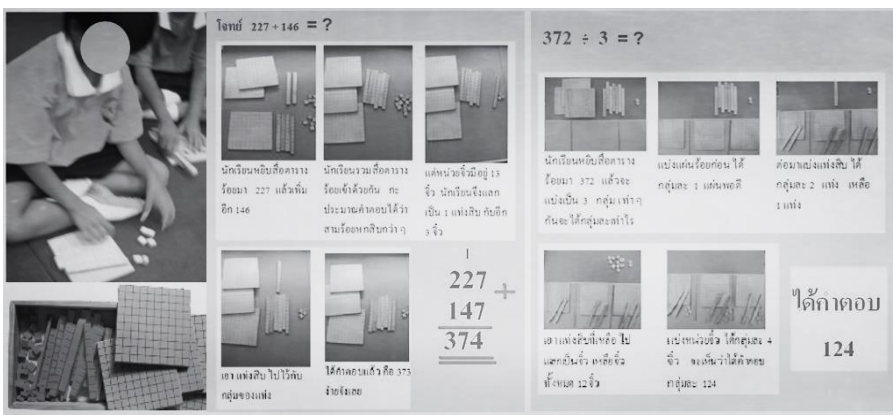
ภาพลงในสมุดแทน และขั้นตอนที่ 3 จัดการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ คือ การจัดการเรียนรู้แบบแสดงขั้นตอน วิธีทำ สัญลักษณ์ ซึ่งไม่มีการใช้ หรือ วาดภาพ สื่อแล้ว แต่ในขณะที่แก้ปัญหานักเรียนจะเกิดภาพการใช้สื่อในสมองที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการแสดงสัญลักษณ์อย่างเข้าใจถูกต้อง สำหรับแนวทางในการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จะสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนที่แสดงออกใน 6 ลักษณะ ได้แก่ 1) สามารถอธิบายความเข้าใจ 2) สามารถแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน 3) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ 4) สามารถมองข้อดี ข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจ 5) สามารถเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ 6) สามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ สอดคล้องกับ วิเชียร ไชยบัง [5] ได้พัฒนาครูและนวัตกรรมการสอนคณิตศาสตร์ และเผยแพร่วิธีการสอนอบรมครูทั่วประเทศได้มีเป้าหมายในการการสอนคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน สอดคล้องกับ Maitree, Masami and Ban-Har [11] ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นการเรียนรู้ที่กระตุ้นการคิดผู้เรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีกิจกรรมที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ออกแบบ แสดงขั้นตอนคิด และใคร่ครวญจนนำไปสู่ความเข้าใจ สอดคล้องกับ Barmby [6] ที่ได้นำเสนอแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งสอนให้ผู้เรียนเข้าใจจริง ไม่ใช่เพียงหาคำตอบได้ ซึ่งการเรียนรู้จะเป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงจนเกิดภาพความเข้าใจที่ถูกต้องในสมองของผู้เรียน และถ่ายทอดความเข้าใจออกมาได้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ [1] ที่ได้พัฒนาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขึ้นโดยระบุความเข้าใจไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละมาตรฐานได้กำหนดตัวชี้วัดสำหรับนักเรียนแต่ละระดับชั้น สอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ [1] ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยกำหนดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไว้ในสาระการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สาระจำนวนและพีชคณิต สาระการวัดและเรขาคณิต สาระสถิติและความน่าจะเป็น และสาระแคลคูลัส โดยแต่ละสาระได้ระบุความเข้าใจไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้

นอกจากนี้เพื่อให้เข้าใจและมองเห็นภาพได้ชัดขึ้น ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนส่งเสริมความเข้าใจส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและการดำเนินการ โดยใช้สื่อรูปธรรมคือ สื่อชุดแผ่นร้อย ซึ่งสอดคล้องกับ ราชิต สุพร [4] ที่ได้พัฒนาการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาผ่านสื่อชุดแผ่นร้อยสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์รายละเอียดกิจกรรมการเรียนรู้ นำเสนอดังนี้

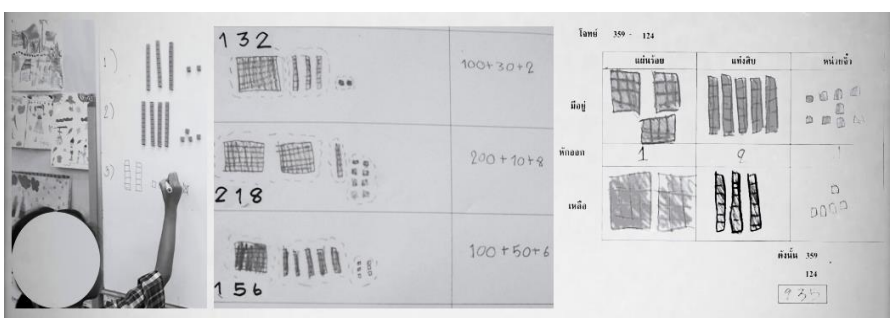
1) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้รูปธรรม: กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ จะจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเชิงจำนวนโดยเกิดภาพในสมองเรื่องจำนวนอย่างถูกต้อง โดยใช้สื่อชุดแผ่นร้อยประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะหาคำตอบผ่านการใช้สื่อชุดแผ่นร้อย ผนวกกับการตั้งคำถาม และเรียบเรียงอย่างเป็นรูปธรรมของครู ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ดังรูปที่ 6.1

2) ขั้นตอนการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม: ลักษณะการจัดกิจกรรมจะเป็นการให้นักเรียนแก้ปัญหา หรือหาคำตอบโดยการการวาดภาพสื่อชุดแผ่นร้อยลงในสมุด ซึ่งหลังจากขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดภาพในสมองอย่างถูกต้อง ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ดังรูปที่ 6.2

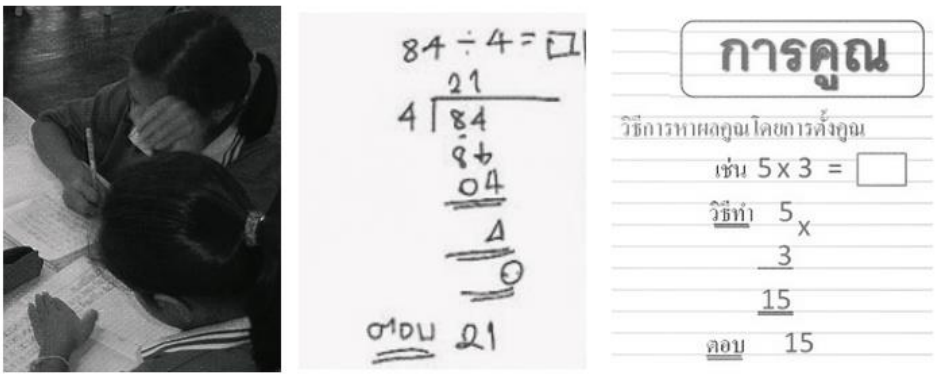
3) ขั้นตอนการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ: ลักษณะการจัดกิจกรรมจะเป็นการให้นักเรียนแสดงขั้นตอน วิธีทำ สัญลักษณ์ ซึ่งไม่มีการใช้ หรือ วาดภาพตารางร้อยแล้ว แต่ในขณะที่แก้ปัญหานักเรียนจะเกิดภาพการใช้สื่อชุดแผ่นร้อยในสมองที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการแสดงสัญลักษณ์อย่างเข้าใจถูกต้อง ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ดังรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นรูปธรรม



รูปที่ 6.2 กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นกึ่งรูปธรรม



รูปที่ 6.3 กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสัญลักษณ์

นอกจากนี้แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานั้น ยังสามารถใช้กับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ อาทิเช่น สื่อชุดแผ่นร้อยกับการสร้างความเข้าใจนักเรียนเรื่องการดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร สื่อชุดแท่งเศษส่วนนับเปอร์เซ็นต์กับการสร้างความเข้าใจนักเรียนเรื่อง เศษส่วน ร้อยละ เปอร์เซ็นต์ ชุดสื่อลูกเต๋ากับการสร้างความเข้าใจนักเรียนเรื่องแบบรูปของจำนวน เป็นต้น สอดคล้องกับวิเชียร ไชยบัง [5] ที่ได้พัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนคณิตศาสตร์โดยมุ่งใช้สอนเพื่อความเข้าใจได้ผ่านการวิจัยและพัฒนาจนเผยแพร่เป็นแหล่งศึกษาดูงานให้กับประเทศ

7. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ครูคณิตศาสตร์ สามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไปส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเหมาะมากในระดับปฐมวัยและการศึกษาขั้นพื้นฐาน คณะครุศาสตร์ หรือคณะศึกษาศาสตร์ สามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไปพัฒนาทักษะเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครู นอกจากสื่อที่กล่าวมาแล้ว ครูคณิตศาสตร์และผู้ที่สนใจสามารถเข้าไปเรียนรู้เพิ่มเติมในฐานข้อมูลการสอนคณิตศาสตร์เพื่อความเข้าใจของ ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ [2] ได้ที่ http://kruechan.blogspot.com/ 2010/10/blog-post.html หรือ พัฒนาสื่อการสอนขึ้นมาเองแล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรพัฒนานวัตกรรมสื่อการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

2) ควรศึกษาตัวแปรตาม หรือ ผลสำเร็จในด้านอื่น ๆ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ขอขอบคุณแหล่งศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ สถาบันการศึกษาแห่งชาติ ประเทศสิงคโปร์ และโรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา ประเทศไทย ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ และคณะกรรมการทุกท่านที่ประเมินบทความของวารสารคณิตศาสตร์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

Ministry of Education. (2017). *Indicators and core content Group learning mathematics (Revised edition B.E. 2560) according to The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Bangkok: Printing Agriculture Cooperatives of Thailand.

[2] ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์. (2554). คณิตศาสตร์นอกกะลา. มหาสารคาม : สำนักพิมพ์โรงเรียนลำปลายมาศพัฒนา.

Wisetsat, C. (2011). *Mathematics outside the box.* Mahasarakham. Lamplaimat Pattana School Printing.

[3] บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยสาสน์.

Srisa-ard, B. (2010). *Preliminary research* (8th ed.). Bangkok: Suwiriyasan Printing.

[4] ราชิต สุพร (2554). การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาผ่านสื่อชุดแผ่นร้อย. *มายแมท (MY MATHS)*. 9(75): น. 55 - 58.

Suporn, R. (2011). Teaching elementary school mathematics through the sheet set, ten hundred square units. *MY MATHS*. 9(75): p. 55 - 58.

[5] วิเชียร ไชยบัง. (2561). *โรงเรียนนอกกะลา (ภาคปาฏิหาริย์)*. พิมพ์ครั้งที่ 18. บุรีรัมย์: สำนักพิมพ์เรียนนอกกะลา.

Chalakbang, W. (2018). *The School outside the box (Miracle version)* (18th ed.). Buriram: Learn Nokkala Printing.

[6] Barmby, P. (2009). *Primary mathematics: teaching for understanding*. McGraw-Hill Education.

[7] Charlesworth, R. (2011). *Experiences in math for young children* (6th ed.). Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning.

[8] Edwards, A. (2012). *New technology and education*. London: A&C Black.

[9] Hiebert, J., and Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Mcmillan.

[10] Inprasitha, M. (2003). *Reforming of the learning processes in school mathematics with emphasizing on mathematical process*. Bangkok: National Research Council of Thailand.

[11] Inprasitha, M., Masamo, I., and Ban-Har, Y. (Eds.). (2015). *Lesson study: Challenges in mathematics education*. Singapore: World Scientific.

[12] The National council of Teachers of Mathematics. (2000*). Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

[13] Wiggins, G. P., and McTighe, J. (2005). *Understanding by design*. Ascd.