

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และแบบปกติที่มีต่อความรู้สึกเชิงจำนวน
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

The Effects of Learning Management based on Constructivist Theory and the Conventional to
Number Sense and Mathematics Learning Achievement in Introduction to Real Numbers.

วิไลวรรณ สุญราช (Wilaiwan Soonrat)* ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง (Dr.Sakda Noinang)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความรู้สึกเชิงจำนวน ทั้ง 5 ด้าน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 10 ห้องเรียน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มทดลอง และจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และแบบปกติ 2) แบบทดสอบวัดความรู้สึกเชิงจำนวน และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ความรู้สึกเชิงจำนวน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ANOVA และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ independent t-test ผลการวิจัย พบว่า 1) ความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ABSTRACT

The purposes of this research were to compare number sense 5 strands and learning achievement on introduction to real number between students who were taught based on constructivist theory and conventional learning. Both experimental and control groups, using cluster random sampling, were chosen from Mattayomsuksa 2 students, two out of ten classes. The experimental group was taught with lesson plan based on constructivist theory where as the control group were given by conventional teaching. Research instruments consisted of 1) the study plans based on constructivist theory in introduction to real number and conventional plan, 2) the number sense test, and 3) the achievement test. The statistics used for analyzing the data were independent t-test and analysis of variance (ANOVA). The results of the research found that 1) the difference of number sense of students in who taught based on constructivist theory and students who taught using conventional teaching are statistically significantly at .05 level and 2) learning achievement of students who taught based on constructivist theory had higher learning achievement than students who taught using conventional teaching are statistically significantly at .05 level.

คำสำคัญ : ความรู้สึกเชิงจำนวน ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

KeyWords : Number Sense, Constructivist Theory, Mathematical Learning Management

* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ประเทศไทยและในอีกหลายประเทศกระตือรือร้นกับการทดสอบระดับนานาชาติทั้ง TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) และ PISA (*Programme for International Student Assessment*) ส่วนหนึ่งมาจากเศรษฐกิจโลกที่มีการเติบโตและแข่งขันสูง การศึกษาของแต่ละประเทศเป็นสิ่งสะท้อนคุณภาพของประชากร ซึ่งในการทดสอบระดับนานาชาตินั้นมีโมทัศน์เกี่ยวกับความรู้ลึกเชิงจำนวนที่เป็นประเด็นหลักในการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ (Akkaya, 2015) ความรู้ลึกเชิงจำนวน กล่าวถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันระหว่างจำนวนและการดำเนินการ และความยืดหยุ่นในการใช้ความสัมพันธ์เหล่านั้น นักเรียนที่ไม่เข้าใจในความสัมพันธ์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพียงผิวเผิน เป็นข้อบกพร่องสู่การนำไปใช้ในขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามนักเรียนสำนึกได้ว่าพวกเขาต้องจำกฎที่มากมายในการเรียนด้านความสัมพันธ์ (Akkaya, 2015; อ้างอิงจาก Ekenstam, 1977) การทดสอบระดับนานาชาติแสดงให้เห็นแล้วว่านักเรียนที่สามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและการดำเนินการในวิธีการที่ยืดหยุ่นจะประสบความสำเร็จอย่างมาก ความรู้ลึกเชิงจำนวนจึงได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยในการค้นหาทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Akkaya, 2015; อ้างอิงจาก Geary, Bailey and Hoard, 2009; Mazzocco, Feigenson and Halberda, 2001) ดังนั้น ความรู้ลึกเชิงจำนวนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ถูกเน้นโดยนักวิจัยและนักการศึกษาจำนวนมาก (Akkaya, 2015; อ้างอิงจาก Cockcroft, 1982; National Council Teacher Mathematics [NCTM], 2000; National Research Council [NRC], 1989.) ในปี ค.ศ. 2000 สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้ออกหนังสือ หลักการ และมาตรฐานคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (*Principles and Standards for School Mathematics* หรือ *Standard 2000*) ซึ่งยังคงให้ความสำคัญกับการพัฒนาความรู้ลึกเชิงจำนวนของนักเรียนโดยกล่าวไว้ในมาตรฐาน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการของจำนวน (เอมอร์, 2546; อ้างอิงจาก NCTM, 2000: 32) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักคณิตศาสตร์ที่เชื่อว่านักเรียนที่ด้อยความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ (*Mathematical disabilities*) ถ้าจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความรู้ลึกเชิงจำนวนตั้งแต่เริ่มต้นเรียนคณิตศาสตร์จะสามารถลดความล้มเหลวในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังนั้น การสร้างความรู้ลึกเชิงจำนวนให้นักเรียนตั้งแต่เริ่มต้นจะช่วยนักเรียนที่ด้อยความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สามารถประสบความสำเร็จได้ (เอมอร์, 2546; อ้างอิงจาก Gersten & Chard, 1999: 1-4 citing Greiffin and others, 1994)

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถ มีทักษะที่จำเป็น ในศตวรรษที่ 21 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 มาตรา 22 ระบุไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนต้องมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” และมาตรา 24 ระบุว่า “การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการ ต่อ ไปนี้ (1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา (5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ (6) จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุก

เวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ” กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองหากได้รับการฝึกฝนให้รู้วิธีการเรียนรู้ (Learning how to learn) กระบวนการเรียนรู้จึงเป็นบทบาทของผู้เรียนที่จะต้องฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการและการประยุกต์ความรู้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมสำหรับนักเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในการใช้ชีวิตในสังคมศตวรรษที่ 21 นั้น การรู้จักนำความรู้ประสบการณ์ใหม่มาปรับใช้ในชีวิตประจำวันเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นอันดับต้น ๆ สอดคล้องกับผลการวิจัยที่แสดงว่าหากต้องการให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวก (facilitate) การเรียนรู้ให้นักเรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือปฏิบัติแล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของนักเรียนแต่ละคน โดยความรู้ที่เกิดขึ้นนี้นักเรียนจะเป็นผู้สร้างความหมายขึ้นมาด้วยตนเองจากประสบการณ์เดิมที่ได้รับการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาด้วยประสบการณ์ใหม่อันได้จากการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับครู การแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ระดมสมอง การลงมือปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้าสืบเสาะ หรือความรู้อันเกิดจากการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ใหม่ (ไพจิตร, 2539; สุมาลี, 2548; ฉลอม, 2533; พิษิต, 2553; วนิดา, 2553; วิจารย์, 2555; พิรุณรัตน์, 2557; ยูพิน, 2557) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจว่าการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จะส่งผลต่อความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน ทั้ง 5 ด้าน (Singh, 2009; Akkaya, 2015; Zübeyde, 2016) คือ (1) มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน (Number Concept) (2) การแสดงแทนที่หลากหลาย (Multiple Representation) (3) ผลของการดำเนินการ (Effect of Operations) (4) นิพจน์ที่เทียบเท่ากัน (Equivalent Expression) และ (5) การนับและการคำนวณ (Counting and Computation) อย่างไร และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน ทั้ง 5 ด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

วิธีการวิจัย

แผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลอง Randomized control – group posttest – only design (ล้วน, 2538) ในการเปรียบเทียบความรู้สึกลึกซึ้งจำนวนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และแบบ Randomized control – group pretest – posttest design (ล้วน, 2538) ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาแกสามัคคีวิทยา จำนวน 10 ห้องเรียน ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน และใช้การสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) ได้ ม.2/10 มีนักเรียน 30 คน เป็นกลุ่มทดลอง และ ม.2/1 มีนักเรียน 30 คน เป็นกลุ่มควบคุม (ล้วน, 2538)

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ฉลอม, 2553) เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ให้กลุ่มทดลอง จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที และจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ให้กับกลุ่มควบคุม จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที แล้วเก็บข้อมูลหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน ที่ได้พัฒนามาจากกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้สึกลึกซึ้งจำนวนของ McIntosh, Reys และ Reys (1992) Sight (2009) และ Zübeyde (2016) ประกอบด้วย 1) ด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน แบบเติมคำตอบ จำนวน 4 ข้อ 2) ด้านการแสดงแทนที่หลากหลาย แบบเติมคำตอบ จำนวน 2 ข้อ 3) ด้านผลของการดำเนินการ แบบเติมคำตอบ จำนวน 20 ข้อ 4) ด้านนิพจน์ที่เทียบเท่ากัน แบบเติมคำตอบ จำนวน 2 ข้อ และ 5) ด้านการนับและการคำนวณ แบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน ทั้ง 5 ด้าน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ANOVA และวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ independent t – test (ล้วน, 2538)

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ANOVA และวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ independent t – test ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ANOVA ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกลึกซึ้งจำนวนของนักเรียน 60 คน แบบรวมด้าน

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	8568.1500	1	8568.1500	24.8974	0.000
ภายในกลุ่ม	19960.0333	58	344.1385		
ทั้งหมด	28528.1833	59			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0069

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า ความรู้สึกลึกซึ้งจำนวนแบบรวมด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อวิเคราะห์ความรู้สึกลึกซึ้งจำนวนแยกเป็นรายด้าน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ด้านที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกลึกซึ้งจำนวนของนักเรียน 60 คน ด้านที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	0.2667	1	0.2667	0.1431	0.707
ภายในกลุ่ม	108.0667	58	1.8632		
ทั้งหมด	108.3333	59			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0069

จากตาราง 2 พบว่า ความรู้สึกเชิงจำนวน ด้านที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และแบบปกติ มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง การจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในความหมายและขนาดของจำนวน ด้านจำนวนเชิงการนับและจำนวนเชิงอันดับที่ การเปรียบเทียบจำนวน ระบุตำแหน่งไม่แตกต่างกัน (Zübeyde, 2016)

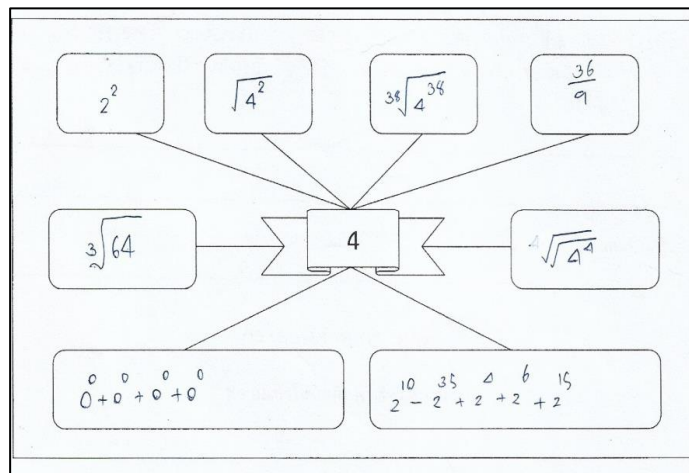
ด้านที่ 2 การแสดงแทนที่หลากหลาย

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียน 60 คน ด้านที่ 2 การแสดงแทนที่หลากหลาย

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	114.8167	1	114.8167	28.0552	0.000
ภายในกลุ่ม	237.3667	58	4.0925		
ทั้งหมด	352.1833	59			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0069

จากตาราง 3 พบว่า ความรู้สึกเชิงจำนวน ด้านที่ 2 การแสดงแทนที่หลากหลายของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีการแสดงแทนของตัวเลขที่เทียบเท่ากัน สามารถใช้ตัวเลขหรือค่าของตัวเลขที่เป็นตัวแทนได้หลากหลาย (Zübeyde, 2016) กว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังรูป 1



รูป 1 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้สึกเชิงจำนวน ด้านที่ 2 การแสดงแทนที่หลากหลาย ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากรูป 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้เขียนวิธีการที่หลากหลายเพื่อใช้แทนตัวเลข 4 แสดงให้เห็นถึงการขยาย โครงสร้างทางปัญญาเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการหาค่าราก ($\sqrt[38]{4^{38}}$) โดยการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างการหาค่ารากกับการยกกำลัง ทั้งนี้มีบางวิธีที่นักเรียนแสดงออกมานั้นจะมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเชิงมโนทัศน์ ซึ่งมีการปรับมโนทัศน์ในภายหลัง ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเลือกใช้ชีวิตที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ คือ 4 ดังนี้ $\frac{4}{1} = \frac{40}{10} = \frac{400}{100} = \frac{4,000}{1,000}$ ลักษณะนี้นับว่าวิธีที่เลือกใช้ตัวแสดงแทนมีเพียงรูปแบบเดียว

ด้านที่ 3 ผลของการดำเนินการ

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกลงใจจำนวนของนักเรียน 60 คน ด้านที่ 3 ผลของการดำเนินการ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	1612.0167	1	1612.0167	11.4370	0.001
ภายในกลุ่ม	8174.9667	58	140.9477		
ทั้งหมด	9786.9833	59			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0069

จากตาราง 4 พบว่า ความรู้สึกลงใจจำนวน ด้านที่ 3 ผลของการดำเนินการ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 5 การเปรียบเทียบผลของความรู้สึกลงใจจำนวน ด้านที่ 3 ผลของการดำเนินการ

วิธีการสอน	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
แบบปกติ	30	13.800	11.865	2.166	9.373	18.227	0	42
แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	30	24.167	11.879	2.169	19.740	28.593	5	44

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความเข้าใจในความหมายและผลของการดำเนินการ (Zübeyde, 2016) ได้มากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ด้านที่ 4 นิพจน์ที่เทียบเท่ากัน

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกลงใจจำนวนของนักเรียน 60 คน ด้านที่ 4 นิพจน์ที่เทียบเท่ากัน

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	799.3500	1	799.3500	47.3649	0.000
ภายในกลุ่ม	978.8333	58	16.8764		
ทั้งหมด	1778.1833	59			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0069

จากตาราง 6 พบว่า ความรู้สึกลงใจจำนวน ด้านที่ 4 นิพจน์ที่เทียบเท่ากัน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 7 การเปรียบเทียบผลของความรู้สึกลงใจจำนวน ด้านที่ 4 นิพจน์ที่เทียบเท่ากันของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

วิธีการสอน	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
แบบปกติ	30	4.733	4.258	0.777	3.202	6.265	0	16
แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	30	2.033	3.952	0.722	10.502	13.565	2	16

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความเข้าใจและใช้เนื้องานที่เทียบเท่ากัน (Zübeyde, 2016) ได้มากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

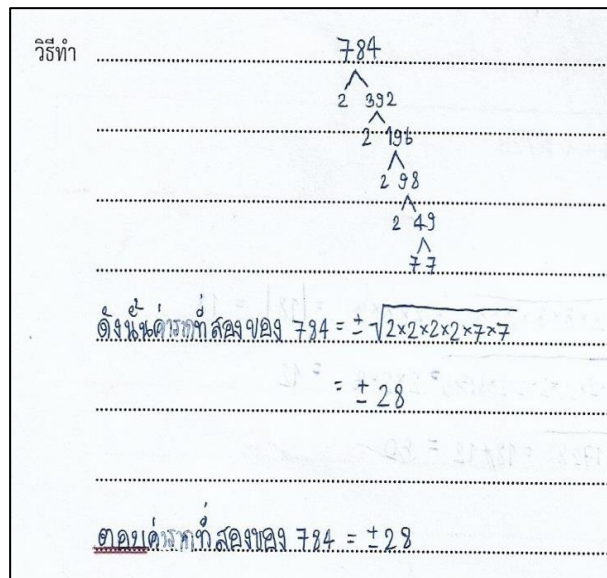
ด้านที่ 5 การนับและการคำนวณ

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกลงใจจำนวนของนักเรียน 60 คน ด้านที่ 5 การนับและการคำนวณ

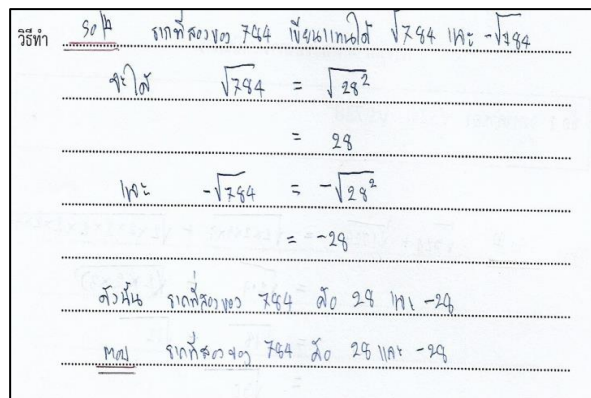
แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	799.3500	1	799.3500	52.6346	0.000
ภายในกลุ่ม	880.8333	58	15.1868		
ทั้งหมด	1680.1833	59			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0069

จากตาราง 8 พบว่า ความรู้สึกเชิงจำนวน ด้านที่ 5 การนับและการคำนวณ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีการเลือกใช้กลยุทธ์ด้านการนับและการคำนวณได้หลากหลาย มีความเหมาะสมและยืดหยุ่น (Zübeyde, 2016) กว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังรูป 2 และ รูป 3



รูป 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้สึกลงใจจำนวน ด้านที่ 5 การนับและการคำนวณ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง



รูป 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้สึกลงใจจำนวน ด้านที่ 5 การนับและการคำนวณ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากรูป 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีการเลือกใช้กลยุทธ์ที่ยืดหยุ่นและไม่ยึดติดกับกลยุทธ์ที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียน โดยนำความรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบ มาใช้ในการหาคำรากที่สอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการปรับโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ในการหาคำรากที่สอง ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติได้เลือกใช้กลยุทธ์ตามขั้นตอนวิธีที่เรียนรู้ในห้องเรียน ดังรูป 3

2. การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ independent t-test ปรากฏผล ดังตาราง 9 และ ตาราง 10 ดังนี้

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

วิธีการสอน	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
คอนสตรัคติวิสต์	30	6.17	1.93	0.83	1.516	58	0.067
แบบปกติ	30	5.33	2.31				

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เท่ากับ 6.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.93 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.31 ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ ไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

วิธีการสอน	N	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	df	Sig 1 tailed
คอนสตรัคติวิสต์	30	13.13	2.76	1.80	2.654*	58	0.005
แบบปกติ	30	11.33	2.48				

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เท่ากับ 13.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.76 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.48 ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.654, p < .05$) โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า 1) ความรู้สึกเชิงจำนวน ด้านที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ความรู้สึกเชิงจำนวน อีก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 2 การใช้ตัวแสดงแทนจำนวนที่หลากหลาย ด้านที่ 3 ผลของการดำเนินการ ด้านที่ 4 นิพจน์ที่เทียบเท่ากัน และด้านที่ 5 การเลือกใช้กลยุทธ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อวิเคราะห์ความรู้สึกเชิงจำนวน รวมทั้ง 5 ด้าน พบว่า ความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับนักวิจัยที่ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อค้นหาวิธีที่เหมาะสมต่อการพัฒนาศักยภาพทางด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมุ่งพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กำไลทอง (2549) ใช้แบบฝึกพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวน เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม สุขชัย (2551) และกุหลาบ (2550) ที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค STAD นิภารัตน์ (2551) ใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ฉวีภู่ (2552) พัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียน โดยใช้โปรแกรม Microsoft office PowerPoint เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เป็นการส่งเสริมพฤติกรรมด้านความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียน ได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ให้ครูเป็นผู้สอน ยกตัวอย่างบนกระดาน ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในห้องเรียน ชมนววรรณ (2547) ได้นำเสนอโปรแกรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวน หทัยกาญจน์ (2547) สร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความรู้สึกเชิงจำนวน เรื่อง การประมาณค่า โดยเสนอให้ครูผู้สอนสอดแทรกความรู้สึกเชิงจำนวนในการจัดการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน สอดคล้องกับ นพพร (2544) ได้เสนอแนะให้ครูจัดกิจกรรมที่พัฒนาความสนใจเกี่ยวกับจำนวนแก่นักเรียน ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิชิต (2553) ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในการพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียน เรื่อง เศษส่วน นักเรียนที่มีความรู้สึกเชิงจำนวนที่ดีนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดี มีความสามารถในการแก้ปัญหา (สิไพบร, 2552; ศิวพร, 2552; ภาณุรัตน์, 2553; สุพรรณิ, 2553) การแก้ปัญหาปลายเปิด (จันทนา, 2553) และการคิดวิเคราะห์ที่ดี (นิภารัตน์, 2551)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำส่งผลในงานวิจัยครั้งนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนบุคลากร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้อเพื่อช่วยเหลือประสานงานด้วยดีเสมอมา ท่านผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู บุคลากรทางการศึกษา และนักเรียนโรงเรียนนาแกสามัคคีวิทยา อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการหาคุณภาพของเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล และให้คำปรึกษาและสนับสนุนทุกด้าน

คุณค่าของงานวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเครื่องตอบแทนพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอน ชี้แนะแนวทางให้เกิดความรู้ ความคิด สนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและปรารถนาดีต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

- กุหลาบ สีหาพงศ์. การเปรียบเทียบความรู้สึกเชิงจำนวน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2550.
- กำไลทอง วงศ์เจริญ. การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดยวิธีใช้แบบฝึกพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนกับการเรียนปกติ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวัดผลการศึกษา]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2549.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี; 2553.
- จันทนา ฉายจรุง. ความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.
- ฉลอม ไชยริบูรณ์. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.
- ฉัฐวี ศรีจรูญวงศ์. การพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียน เรื่อง จำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Microsoft office PowerPoint เป็นเครื่องมือการเรียนรู้. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.
- ธมนวรรณ ทาแก้ว. การนำเสนอโปรแกรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์]. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2547.
- ชัชพล พลรัตน์. การศึกษาความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โครงการ “การศึกษาระดับวิจัย”]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรามคำแหง; 2554.
- นพพร แหยมแสง. การพัฒนาสำนักเกี่ยวกับจำนวนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา] กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2544.
- นิภารัตน์ ดอสกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2551.
- พิชิต ทองคำ. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนที่เน้นความรู้สึกเชิงจำนวน โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.
- พิรุณรัตน์ ขาวไชยมหา. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ

- จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2557.
- ไพจิตร สดวกการ. ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2539.
- ภาณุรัตน์ มงอฤทธิ์. การศึกษาความรู้สึกลงใจจำนวนในการแก้ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีหนองกาววิทยา อำเภอหนองสองห้อง จังหวัดขอนแก่น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.
- ยุพิน ศรีธรรม. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และเทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูง เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2557.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น; 2538.
- วนิดา นนถาษา. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2553.
- วิจารณ์ พานิช. วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์; 2555.
- ศิวาพร แสนสุภา. การศึกษาความรู้สึกลงใจจำนวนในการแก้ปัญหา เรื่อง การคูณและการหารจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีหนองกาววิทยา อำเภอหนองสองห้อง จังหวัดขอนแก่น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.
- สีไพร สีขอนแก่น. การศึกษาความรู้สึกลงใจจำนวนในการแก้ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีหนองกาววิทยา อำเภอหนองสองห้อง จังหวัดขอนแก่น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.
- สุดาพร สนิทยา. การพัฒนาความรู้สึกลงใจจำนวนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบสตอรีไลน์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2553.
- สุพรรณิ เฝ้าพงษ์. การศึกษาความรู้สึกลงใจจำนวนในการแก้ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีหนองกาววิทยา อำเภอหนองสองห้อง จังหวัดขอนแก่น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.
- สุกชัช สุริยะกมล. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความรู้สึกลงใจจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือและวิธีการเรียนรู้แบบปกติ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2551.
- ศุมาลี ชัยเจริญ. เทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2548.

หทัยกาญจน์ อินบุญมา. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความรู้ลึกเชิงจำนวน เรื่อง การประมาณค่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

1. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2547.

อภาพร ปัญญาฟู. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามแนวคิด

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน].

ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.

เอมอร สิทธิรักษ์. การพัฒนาสำนักเกี่ยวกับจำนวนเรื่องเศษส่วนและทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

[ปริญญาานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2546.

Akkaya, Recai. "An Investigation into the Number Sense Performance of Secondary School Students in

Turkey." *Journal of Education and Training Studies* 4.2: 113-123; 2015.

Brocardo, Joanna, Lurdes Serrazina, and Isabel Rocha. "Constructing Multiplication: Different Strategies Used

By Pupils.", In *Proceeding of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics*

Education. Demetra Pitta-Pantazi and George Philippou. Larnaca: Forlag uden navn, 407-415; 2007.

McIntosh Alistair, Baebara J. Reys and Robert E. Reys. "A Proposed Framework for Examining Basic Number

Sense". *For the Learning of Mathematics*. 12(3): 2-8; 1992.

McIntosh Alistair, Jack Bana and Brian Farrell. "Assessing Number Sense: Collaborative Initiatives in Australia,

United States, Sweden and Taiwan.", In *Proceedings of the Twentieth Annual Conference of the Mathematics*

Education Research Group of Australasia Incorporated. A. Begg. New Zealand: MERGA, 324-330; 1997.

Purnomo, Yoppy Wahyu, Fitri Alyani, and Saliza S. Assiti. "Assessing Number Sense Performance of Indonesian

Elementary School Students." *International Education Studies*. 7(8). 74-84; 2014.

Singh, Parmjit. "An Assessment of Number Sense among Secondary School Students." *International Journal for*

Mathematics Teaching and Learning; 2009.

Zübeyde, E. R., and Perihan DİNÇ ARTUT. "An Investigation of Elementary School Teachers' Sense of Number." *US-*

China Education Review 6.4. 205-217; 2016.