

ผลการใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนานเพื่อส่งเสริมทักษะ
การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล
และความรับผิดชอบของนักศึกษาวิชาชีพครู

The Effect of Applying Learning and Enjoying in Mathematics
(5T Model) to Encourage the Skills of Mathematical
Proof Interpersonal Skills and Responsibility
of Pre-service Teachers

ยุภาติ ปณะราช¹

Yupadee Panarach

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการบูรณาการการเรียนการสอนกับการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์
การวิจัย เพื่อส่งเสริมทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และศึกษาทักษะความสัมพันธ์
ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบของนักศึกษาวิชาชีพครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา
วิชาชีพครูโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา หลักการคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557
จำนวน 38 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model)
แบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ
ความรับผิดชอบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
และการทดสอบค่าที ผลการศึกษา พบว่า

1. นักศึกษาวิชาชีพครูมีทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียน
การสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 70
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาในระหว่างการจัดการเรียนการสอน พบว่า
ผลจากการใช้กระบวนการกลุ่ม นักศึกษาวิชาชีพครูมีคะแนนทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

¹ รองศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

คิดเป็นร้อยละ 83.74 และผลจากการฝึกปฏิบัติรายบุคคล พบว่า นักศึกษาวิชาชีพครู มีคะแนนทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 74.39

2. นักศึกษาวิชาชีพครูมีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน อยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ทุกคนยอมรับผลจากการทำงานด้วยความเต็มใจ สมาชิกทุกคนมีความสำคัญต่อการทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย และทุกคนเชื่อว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนสามารถทำงานให้บรรลุเป้าหมาย ตามลำดับ และวิธีการที่นักศึกษาช่วยให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจโดยการไปศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาที่ตนได้รับมอบหมายแล้วนำมาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง พร้อมยกตัวอย่าง ชักถามกันจนกว่าเพื่อนจะเข้าใจ เมื่อต้องเป็นตัวแทนไปทำข้อสอบ รู้สึกภาคภูมิใจเมื่อตนเองทำข้อสอบถูก ดีใจ อยากทำข้อต่อไปอีก และเสียใจที่ตอบผิด คิดว่าต้องศึกษาให้มากกว่านี้ และเมื่อเพื่อนเป็นตัวแทนไปทำข้อสอบ ถ้าเพื่อนตอบถูก จะแสดงความยินดีกับเพื่อน แต่ถ้าเพื่อนตอบผิด บอกเพื่อนว่าไม่เป็นไรและให้กำลังใจเพื่อน ก็มีรู้สึกเสียใจบ้างแต่คิดว่าเพื่อนทำดีที่สุดแล้ว

คำสำคัญ : 5T Model กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน ทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

Abstract

This study integrated teaching and research. The objectives of this research were to promote the skills of mathematical proof and study interpersonal skills and responsibility of pre-service teacher. The sample was 38 pre-service teachers in the Mathematics program, Faculty of Education, Kamphaeng Phet Rajabhat University (KPRU) who enrolled in the principles of mathematics courses in the first semester of academic year 2014. The instruments included the Learning and Enjoying in Mathematics (5T Model), the test of mathematical proof's skills, and the questionnaire of interpersonal

skills and responsibility. Data were analyzed by frequency, percentage, mean, standard deviation and t-test. The results showed that:

1. Pre-service teachers had the skills of mathematical proof after using 5T Model and it was significance at .05 level higher than 70 percent. During the process of 5T Model, they had 83.74 percent on score of a group process and 74.39 percent on score of the individual practicing.

2. Pre-service teachers had a total score and all items on interpersonal skills and responsibility at the highest level. The first three highest mean scores were all members who accepted the results of the activity willingly. All members were important to the achievement of the target activity and everyone believed that every member of the group was able to do activities to achieve the goals. Moreover, they had the method to help their friends to comprehend what they have assigned as a self-study on the content. After that they explained, giving examples, asking and answering questions for clearly understanding. Whenever, they were delegated to do the test if they got the correct answer they felt self-esteem, gladness and willingness to do more. However, they also felt regret when having a wrong answer and they thought of having more study. On the other hand, when their friends were delegated to do the test, if the friend did the right or wrong answers, they expressed their great appreciation to all friends and encouraged in positive ways. Sometime they felt sad, but their friends did the best.

Keywords : 5T Model, Model for Learning and Enjoying in Mathematics, The Skills of Mathematical Prouf, Interpersonal Skills and Responsibility

บทนำ

การปฏิรูปการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เน้นการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา การเพิ่มโอกาสทางการศึกษาและเรียนรู้ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมทุกภาคส่วนเพื่อให้คนไทยทุกคนได้เรียนรู้ตลอดชีวิต (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2555) ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นโดยตัวบุคคล อันเป็นผลมาจากการได้รับความรู้ ประสบการณ์ หรือกิจกรรมในชีวิตที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาหรือเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต รวมถึงการรู้จักแสวงหาความรู้ ความรู้ใหม่ ๆ การรู้เรา รู้เขา การเข้าใจผู้อื่น และเข้าใจโลกกว้าง โดยมีรากฐาน 4 เสาหลักแห่งการเรียนรู้ ได้แก่ การเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน การเรียนรู้ที่จะรู้ การเรียนรู้ที่จะปฏิบัติได้ และการเรียนรู้ที่จะอยู่ได้ (วิจารณ์ พานิช, 2555) ซึ่งครูจะต้องออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำหรือปฏิบัติ แล้วการเรียนรู้เกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, มปป) และหนึ่งในสาระวิชาหลักที่ต้องพัฒนา คือ วิชาคณิตศาสตร์ และทักษะหนึ่งที่ต้องพัฒนา คือ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร โดยคณะครุศาสตร์ ในฐานะเป็นสถาบันการศึกษาหลักหนึ่งในการผลิตและพัฒนาครูในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีแนวคิดที่จะพัฒนาส่งเสริมผลิตบัณฑิตให้มีคุณลักษณะที่สามารถตอบสนองตามยุทธศาสตร์ที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ กล่าวคือ เตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาวิชาชีพรู ให้มีทักษะที่สอดคล้องกับทักษะการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่ง คือ กระบวนการเรียนรู้คู่กับความสนุกสนาน (5T Model) (ยุภาติ ปณราช, 2558) เป็นแนวคิดที่บูรณาการจัดการจัด การเรียนการสอนแบบ CIPPA Model ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง และต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นหรือสิ่งแวดล้อม รวมทั้งต้องใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ นอกจากนี้ การเรียนรู้จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องได้ดี หากผู้เรียนอยู่ในสภาพที่มีความพร้อมในการรับรู้ เรียนรู้ มีประสาทการรับรู้ที่ตื่นตัว สิ่งที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนอยู่ในสภาพดังกล่าวได้ คือ การให้มีการเคลื่อนไหวทางกายอย่างเหมาะสม (ทิศนา ขัมมณี, 2555) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบ STAD ซึ่งเป็นรูปแบบการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้เป็นทีมที่ผสมผสานความรู้ความสามารถ ความสนุกสนาน และมีการปฏิสัมพันธ์กัน (Slavin, 1995) และการจัดการเรียนการสอนแบบ TGT ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการเรียนรู้เป็นทีมที่แบ่งผู้เรียนตามความสามารถ ที่ต่างกันเพื่อทำงานร่วมกัน กำหนดเป้าหมายร่วมกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม มีการแข่งขันกัน ระหว่างกลุ่มในเกมการเรียนรู้ การทดสอบความรู้ รวมทั้งการใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น การให้รางวัล คำชมเชย (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2553) นอกจากนี้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังสอดคล้องกับการเรียนรู้และมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามกรอบ มาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาของประเทศไทย ในด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม การแสดงถึงภาวะผู้นำ ความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ความสามารถในการวางแผน และรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2552) สอดคล้องกับผลจากการศึกษาของ ยุภาติ ปณะราช (2557) พบว่า การใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) นักศึกษามีมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการเรียนรู้ หลังการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 95.71 และ 92.86 ของคะแนนเต็ม และสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด และนักศึกษาเกิดการเรียนรู้และทำงานเป็นทีม ช่วยเหลือกันและกันเพื่อที่จะให้ เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนซึ่งกันและกัน รู้จัก การให้กำลังใจ การชมเชยเพื่อนที่ทำงานได้ดี และการให้อภัยซึ่งกันและกัน รู้จักการให้ กำลังใจตนเอง เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ตั้งใจที่จะทำหน้าที่ต่อไปให้ดีที่สุด และ ยุภาติ ปณะราช (2558) พบว่า รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้คู่ ความสนุกสนาน (5T Model) ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และ เกิดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการสังเกต พบว่า รูปแบบการสอนช่วยลดความแตกต่าง เรื่องเพศและระดับความสามารถของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น เพราะ ทุกคนได้มีโอกาสทบทวนซ้ำ

จากเหตุผลข้างต้น ผู้สอนเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เน้น กระบวนการกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ จัดกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มเพื่อให้เกิด ความสนุกสนานและเรียนรู้ไปพร้อมกัน มีการทดสอบประเมินองค์ความรู้ รวมถึงนักศึกษา ได้มีโอกาสตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง จะช่วยให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น จึงมีความสนใจ

ที่จะส่งเสริมทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) รวมทั้งเสริมสร้างทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นการพัฒนานักศึกษาวิชาชีพครูให้มีความสามารถในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ อันเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่สูงขึ้นไป ทั้งยังเป็นการพัฒนานักศึกษาให้มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับการเรียนรู้และมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาของประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ของนักศึกษาวิชาชีพครู
2. เพื่อศึกษาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ หลังการเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ของนักศึกษาวิชาชีพครู

สมมติฐานการวิจัย

หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) นักศึกษาวิชาชีพครู มีทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

ด้านเนื้อหา

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ในรายวิชา หลักการคณิตศาสตร์ เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ 7 วิธี ประกอบด้วย

1. การพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow Q$
2. การพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \leftrightarrow Q$

ผลการใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนานเพื่อส่งเสริมทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

3. การพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow (Q \vee R)$
4. การพิสูจน์ข้อความในแบบ $(P \vee Q) \rightarrow R$
5. การพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow (Q \wedge R)$
6. การพิสูจน์ข้อความโดยวิธีหาข้อขัดแย้ง
7. การพิสูจน์โดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

ด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model)

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

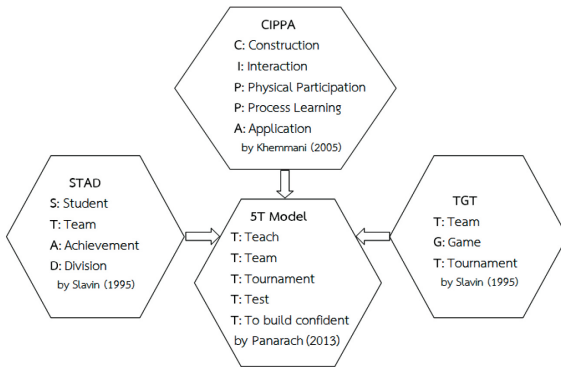
ด้านระยะเวลา ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน

กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ มีกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มเพื่อให้เกิดความสนุกสนาน และการทดสอบประเมินองค์ความรู้ รวมถึงการได้มีโอกาสตรวจสอบความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการจาก 3 แนวคิดหลักด้วยกัน (ยุภาติ ปณธราช, 2558) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (CIPPA Model) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นจนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ (ทิศนา แชมมณี, 2555) ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Divisions : STAD) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบเป็นทีมที่ผสมความรู้ความสามารถ สนุกสนาน มีการปฏิสัมพันธ์กัน (Slavin, 1995) และรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มแข่งขัน (Team Game Tournament : TGT) ที่เน้นการทำงานร่วมกันเป็นทีม การช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อชัยชนะของทีม

ผู้เรียนที่เก่งจะช่วยเหลือผู้ที่อ่อนกว่า จนเข้าใจและต้องยอมรับซึ่งกันและกันเสมอ ความสำเร็จของทีมขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม (Slavin, 1995) ดังภาพ



ภาพที่ 1 รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน

กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) มี 5 ขั้นตอน (ยุภาติ ปณะราช, 2558) ดังนี้

1. การสอน (T : Teach) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อาจเป็นการบรรยาย หรืออภิปรายเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนเข้าใจ
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม (T : Team) หมายถึง การแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มโดยวิธีการจับสลาก โดยจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มเท่ากับจำนวนเนื้อหาแต่ละคนรับผิดชอบ เนื้อหา 1 เรื่อง ไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากที่เรียนในชั้นการสอน ซึ่งอาจจะให้ไปศึกษาเองหรือไปศึกษาร่วมกับกลุ่มอื่นที่ได้เนื้อหาในเรื่องเดียวกันก็ได้ แต่ละคนอธิบายเนื้อหาที่ไปศึกษาค้นคว้าให้กับสมาชิกในกลุ่ม
3. การแข่งขัน (T : Tournament) หมายถึง การจัดการแข่งขันระหว่างกลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนโดยการจับสลากออกมาตอบคำถาม ผู้สอนเตรียมข้อคำถามเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนได้มีโอกาสทำคะแนนสูงสุดให้กลุ่มการกำหนดคะแนนแต่ละชุด ดังนี้

ผลการใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนานเพื่อส่งเสริมทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

สมมติให้ แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 3 คน และมีข้อคำถาม 3 ข้อ

- | | |
|----------|--|
| ข้อที่ 1 | กลุ่มที่ 1 คนที่ 1 ถูกได้ 3 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| | กลุ่มที่ 2 คนที่ 2 ถูกได้ 2 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| | กลุ่มที่ 3 คนที่ 3 ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| ข้อที่ 2 | กลุ่มที่ 1 คนที่ 2 ถูกได้ 2 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| | กลุ่มที่ 2 คนที่ 3 ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| | กลุ่มที่ 3 คนที่ 1 ถูกได้ 3 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| ข้อที่ 3 | กลุ่มที่ 1 คนที่ 3 ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| | กลุ่มที่ 2 คนที่ 1 ถูกได้ 3 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |
| | กลุ่มที่ 3 คนที่ 2 ถูกได้ 2 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน |

นำคะแนนที่ได้ทั้งหมดมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

4. การทดสอบ (T : Test) หมายถึง การให้ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบตามที่เตรียมไว้ โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนของแต่ละคน

5. การสร้างความมั่นใจ (T : To Build Confident) หมายถึง การให้ผู้เรียนผลัดกันเป็นผู้ตรวจข้อสอบ โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ พร้อมให้คะแนนสำหรับข้อถูก และหลังจากนั้นรวมคะแนน ชมเชยผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงสุด และให้กำลังใจผู้เรียนที่มีคะแนนต่ำกว่า

ทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

การพิสูจน์ เป็นการแสดงความเป็นเหตุเป็นผลของข้อความทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบทที่มีมาก่อน ซึ่งอาศัยหลักตรรกศาสตร์มาเชื่อมโยง การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ (ยุภาติ ปณะราช, 2550) ได้แก่

1. การพิสูจน์ข้อความที่อยู่ในแบบ $P \rightarrow Q$ ทำได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1.1 การพิสูจน์ทางตรง (Direct Proof) เป็นการแสดงวิธีการอ้างเหตุผล ด้วยการสมมติให้ P เป็นจริง แล้วใช้หลักตรรกศาสตร์ สรุปให้ได้ว่า Q เป็นจริงด้วย

1.2 การพิสูจน์โดยใช้ข้อความแย้งสลับที่ (Contrapositive Proof) เนื่องจาก ประพจน์ $P \rightarrow Q \equiv \sim Q \rightarrow \sim P$ ดังนั้น การพิสูจน์ว่า $\sim Q \rightarrow \sim P$ เป็นจริง ก็จะสามารถสรุปได้ว่า $P \rightarrow Q$ เป็นจริงด้วย

2. การพิสูจน์ข้อความที่อยู่ในแบบ $P \leftrightarrow Q$ จะใช้รูปแบบประพจน์ที่สมมูลกัน คือ $P \leftrightarrow Q \equiv (P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow P)$ ดังนั้น การพิสูจน์จะแสดงว่า $P \rightarrow Q$ และ $Q \rightarrow P$ เป็นจริง

3. จากแบบแผนการอ้างเหตุผล กฎสัจนิรันดร์ (Tautology) ซึ่งมีเหตุ คือ P และ ผล คือ $P \vee Q$ หรือ $P \rightarrow (Q \vee R)$ เป็นสัจนิรันดร์ การพิสูจน์จะเริ่มด้วยการสมมติให้ P เป็นจริง แล้วแสดงให้เห็นว่า $Q \vee R$ เป็นจริง เนื่องจาก $Q \vee R \equiv \sim Q \rightarrow R$ ดังนั้น จะใช้การพิสูจน์ข้อความในแบบ $\sim Q \rightarrow R$ แทน $Q \vee R$ นั่นคือ การพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow (Q \vee R)$ ได้โดยเริ่มจากการกำหนดให้ P เป็นจริง แล้วแสดงให้เห็นว่า $\sim Q \rightarrow R$ เป็นจริงด้วย

4. การพิสูจน์ข้อความในแบบ $(P \vee Q) \rightarrow R$ จะใช้รูปแบบประพจน์ที่สมมูลกัน คือ $(P \vee Q) \rightarrow R \equiv (P \rightarrow R) \wedge (Q \rightarrow R)$ ดังนั้น ในการพิสูจน์ด้วยการแสดงว่า $(P \rightarrow R) \wedge (Q \rightarrow R)$ เป็นจริง ก็สามารถสรุปได้ว่า $(P \vee Q) \rightarrow R$ เป็นจริง เราเรียกการพิสูจน์ข้อความในแบบนี้ว่า การพิสูจน์แบบแจกแจงกรณี (Proof by Case)

5. การพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow (Q \wedge R)$ จะใช้รูปแบบประพจน์ที่สมมูลกัน คือ $P \rightarrow (Q \wedge R) \equiv (P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow R)$ ดังนั้น ในการพิสูจน์ทำได้ด้วยการแสดงว่า $(P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow R)$ เป็นจริง ก็สามารถสรุปได้ว่า $P \rightarrow (Q \wedge R)$ เป็นจริง

6. การพิสูจน์ข้อความโดยวิธีหาข้อขัดแย้ง ทำได้โดยการสมมติว่า ข้อความที่ต้องการพิสูจน์เป็นเท็จ แล้วแสดงว่าข้อความนั้นเป็นจริง แล้วจะเกิดข้อขัดแย้งขึ้น นั่นคือ ถ้าต้องการพิสูจน์ว่า P เป็นจริง ต้องแสดงให้เห็นว่า $\sim P$ เป็นจริง แล้วเกิดข้อขัดแย้ง แล้วสรุปได้ว่า P เป็นจริง

7. การพิสูจน์โดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ เป็นสัจพจน์ข้อที่ 5 ของเปอาโน (Peano postulate) กล่าวว่า ถ้ามีสับเซตของจำนวนนับ ซึ่งมี 1 เป็นสมาชิก และถ้าจำนวนนับใดก็ตามอยู่ในเซตนี้ แล้วจำนวนนับที่อยู่ถัดไปก็อยู่ในเซตนี้ด้วย จะได้ว่า จำนวนนับทุกจำนวนต้องเป็นสมาชิกของเซตนี้ ดังนี้

ถ้า $S \subset N$ โดยที่ 1) $1 \in S$

2) ถ้า $k \in S$ แล้ว $k + 1 \in S$

จะได้ว่า $S = N$

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาได้กำหนดกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาชาติ (Thai Qualifications Framework for Higher Educations : TQF : Hed) พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นกรอบแสดงระบบคุณวุฒิการศึกษาระดับอุดมศึกษาของประเทศ ซึ่งประกอบด้วย ระดับคุณวุฒิ การแบ่งสายวิชา ความต่อเนื่องระดับหนึ่งไปสู่ระดับที่สูงขึ้น มาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละระดับคุณวุฒิซึ่งเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของคุณวุฒิ ลักษณะของหลักสูตรในแต่ละระดับคุณวุฒิ ปริมาณการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเวลาที่ต้องการใช้ การเปิดโอกาสให้เทียบโอนผลการเรียนรู้จากประสบการณ์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต รวมทั้งระบบและกลไกที่ได้ให้ความมั่นใจประสิทธิภาพการดำเนินงานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติว่าสามารถผลิตบัณฑิตให้บรรลุคุณภาพตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2552) โดยที่การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่นักศึกษาพัฒนาขึ้นในตนเองจากประสบการณ์ที่ได้รับระหว่างการศึกา กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ให้บัณฑิตมีอย่างน้อย 5 ด้าน ได้แก่ ด้านคุณธรรม จริยธรรม (Ethics and Moral) ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะทางปัญญา (Cognitive Skills) ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ (Interpersonal Skills and Responsibility) และ ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Numerical Analysis, Communication and Information Technology Skills) และ มาตรฐานผลการเรียนรู้ คือ ข้อกำหนดเฉพาะซึ่งเป็นผลที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนพัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้านที่ได้รับการพัฒนาระหว่างการศึกษา จากการเรียนและการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่สถาบันอุดมศึกษาจัดให้ทั้งในและนอกหลักสูตรและแสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจและความสามารถจากการเรียนรู้เหล่านั้นได้อย่างเป็นที่เชื่อถือ สำหรับทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ หมายถึง ความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม การแสดงถึงภาวะผู้นำ ความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ความสามารถในการวางแผนและรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรินทร์ ต้นสกุล (2552) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา (CIPPA Model) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่มอยู่ในระดับสูง

อิสริย์ ผาสุข (2552) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักชิปปาในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ พบว่า นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ตื่นตัว สามารถพัฒนาความคิดและใช้ความคิดได้อย่างเต็มที่ จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ ทั้งทางด้านทักษะ การแสวงหาความรู้ ทักษะการอยู่ร่วมกันทางสังคม ที่ต้องอาศัยการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนๆ ทำให้เกิดการกล้าแสดงออก สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ของตนเองกับเพื่อนโดยใช้หลักเหตุผล มีความรับผิดชอบต่อตนเองและต่อส่วนรวม มีพัฒนาการทางด้านความรู้อย่างต่อเนื่อง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ด้านความสนใจเรียน และความรับผิดชอบ โดยมีแนวโน้มพฤติกรรมต่างๆ ดีขึ้น และมีผลรวมของคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี และดีมาก

ทิพย์ภาภรณ์ อินทรอักษร (2554) ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ และมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

นันทชัย นวลสอาด (2554) ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีความคิดเห็นต่อเนื้อหาอัตราส่วนตรีโกณมิติและกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

สุนันทา มูลมาก (2555) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ TGT กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียน

มีความก้าวหน้าในการเรียน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิทธิกร รัตนวารินทร์ชัย (2556) ศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาการเรียนรู้โดย บูรณาการ รูปแบบการเรียนรู้แบบ TGT ที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลบางแพ (ชุมชนวัดบางแพใต้) พบว่า นักเรียนมีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก

อรพิน คำยา (2556) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ PBL ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ PBL ช่วยเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จึงควรส่งเสริมสนับสนุน ให้ครูนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

ยุภาติ ปณะราช (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยภาษาอังกฤษโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน พบว่า นักศึกษามีมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการเรียนรู้ หลังการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน คิดเป็นร้อยละ 95.71 ร้อยละ 92.86 ของคะแนนเต็ม และสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษาเกิดการเรียนรู้และทำงานเป็นทีม ช่วยเหลือกัน และกันเพื่อที่จะให้เกิดความเข้าใจ ตรวจสอบความเข้าใจซึ่งกันและกัน รู้จักการให้กำลังใจ การชมเชยเพื่อนที่ทำงานได้ดี และการให้อภัยซึ่งกันและกัน ให้กำลังใจตนเอง เกิดความ ภาคภูมิใจในตนเอง ตั้งใจที่จะทำหน้าที่ต่อไปให้ดีที่สุด

ยุภาติ ปณะราช (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน พบว่า รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้น กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การสอน (Teach) การทำกิจกรรมกลุ่ม (Team) การแข่งขัน (Tournament) การทดสอบ (Test) และ การสร้างความมั่นใจ (To build confidence) เรียกว่า 5T Model หลังการทดลองนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ในระดับมาก การปรับปรุงรูปแบบการสอน ในขั้นการแข่งขันอาจต้องใช้กระดาษทดให้เวลาเขียนตอบแล้วแสดงคำตอบพร้อมกัน ผลการสังเกต พบว่า รูปแบบการสอนช่วยลดความแตกต่างเรื่องเพศและระดับความสามารถของผู้เรียน และขั้นที่ 5 การสร้างความมั่นใจช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น เพราะทุกคนได้มีโอกาสทบทวนซ้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษา เป็นนักศึกษาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาวิชาชีพครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา หลักการคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 38 คน

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) แบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ มีรายละเอียด ดังนี้

1. กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการกลุ่มในการสร้างองค์ความรู้ มีกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มเพื่อให้เกิดความสนุกสนาน และการทดสอบประเมินองค์ความรู้ รวมถึงการได้มีโอกาสตรวจสอบความรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจมากขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

T : Teach หมายถึง การสอน เป็นการร่วมอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้สอนกับนักศึกษาเกี่ยวกับหลักการและวิธีการพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow Q$, $P \leftrightarrow Q$, $P \rightarrow (Q \vee R)$, $(P \vee Q) \rightarrow R$, $P \rightarrow (Q \wedge R)$ การพิสูจน์ข้อความโดยวิธีหาข้อขัดแย้ง และการพิสูจน์โดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

T : Team หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 7 - 8 คน แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับหลักการ วิธีการ รวมทั้งฝึกปฏิบัติการพิสูจน์ข้อความในแบบต่างๆ จนสมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจร่วมกัน

T : Tournament หมายถึง การแข่งขัน เป็นการจัดการแข่งขันระหว่างกลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาแสดงวิธีการพิสูจน์ และผู้สอนเตรียมข้อคำถามเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ตัวแทนทุกกลุ่มได้มีโอกาสตอบเป็นคนแรก โดยเลือกข้อคำถามจากแบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1

T : Test หมายถึง การทดสอบ ให้นักศึกษาแต่ละคนทำแบบวัดทักษะการพิสูจน์ ฉบับที่ 2

T : To build confident หมายถึง การสร้างความมั่นใจ ให้นักศึกษาลับกันเป็นผู้ตรวจข้อสอบ ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ พร้อมให้คะแนนสำหรับข้อถูก และแก้ไขส่วนผิด หลังจากนั้นรวมคะแนน ชมเชยนักศึกษาที่ได้คะแนนสูงสุด และให้กำลังใจนักศึกษาที่มีคะแนนต่ำกว่า

2. แบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย ข้อคำถามเกี่ยวกับการพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow Q$, $P \leftrightarrow Q$, $P \rightarrow (Q \vee R)$, $(P \vee Q) \rightarrow R$, $P \rightarrow (Q \wedge R)$ การพิสูจน์ข้อความโดยวิธีหาข้อขัดแย้ง และการพิสูจน์โดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน โดยฉบับที่ 1 สำหรับใช้ในขั้นการจัดการแข่งขัน (T : Tournament) ฉบับที่ 2 สำหรับใช้ในขั้นการทดสอบ (T : Test) และฉบับที่ 3 สำหรับใช้หลังการจัดกระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model)

3. แบบวัดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ประกอบด้วย 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.82

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในกลุ่ม ความรู้สึกเมื่อตัวเองตอบถูกหรือตอบผิด และความรู้สึกเมื่อเพื่อนตอบถูกหรือตอบผิด เป็นแบบปลายเปิด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ใน 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 T : Teach การสอน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้สอนกับนักศึกษาเกี่ยวกับหลักการและวิธีการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ 7 วิธี ประกอบด้วย การพิสูจน์ข้อความในแบบ $P \rightarrow Q$, $P \leftrightarrow Q$, $P \rightarrow (Q \vee R)$, $(P \vee Q) \rightarrow R$, $P \rightarrow (Q \wedge R)$ การพิสูจน์ข้อความโดยวิธีหาข้อขัดแย้ง และการพิสูจน์โดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 T : Team การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ใช้เวลา 2 ชั่วโมง แต่ละกลุ่มร่วมกันหาวิธีการศึกษาเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการ รวมทั้งฝึกการพิสูจน์ข้อความในแบบต่างๆ จนสมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 T : Tournament การแข่งขัน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาแข่งขัน โดยแต่ละข้อใช้เวลา 5 นาที เขียนตอบในกระดาษคำตอบ และหลังจากนั้นนักศึกษาและผู้สอนร่วมกันเฉลย และให้คะแนนในแต่ละกลุ่ม ข้อคำถามใช้แบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1

ขั้นตอนที่ 4 T : Test การทดสอบ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง นักศึกษาแต่ละคนทำแบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

ขั้นตอนที่ 5 T : To build confident การสร้างความมั่นใจ นักศึกษาแลกเปลี่ยนแบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ทำในขั้นตอนที่ 4 กับเพื่อนในห้อง เพื่อสลับกันเป็นผู้ตรวจ ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันเฉลยแบบทดสอบแต่ละข้อ พร้อมให้คะแนนสำหรับข้อถูก และแก้ไขส่วนที่ผิด หลังจากนั้นรวมคะแนน ชื่นชมนักศึกษาที่ได้คะแนนสูงสุด และให้ช่วยเป็นพี่เลี้ยงให้นักศึกษาที่มีคะแนนต่ำกว่า

3.2 นักศึกษาทำแบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 และแบบวัดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ พิจารณาทั้งในระหว่างการจัดการเรียนการสอนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ดังนี้

1.1 การศึกษาทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ซึ่งเป็นคะแนนรายกลุ่ม

จากแบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และคะแนนรายบุคคลจากแบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 การเปรียบเทียบทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้คะแนนจากแบบวัดทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

2. การศึกษาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ หลังจากการเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ของนักศึกษาวิชาชีพครู ใช้การวิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

1. ทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ของนักศึกษาวิชาชีพครู เป็นดังนี้

1.1 นักศึกษาวิชาชีพครูมีทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) สูงกว่า ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

	จำนวน	คะแนน	μ	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์	38	40	28	30.24	5.92	2.327	.026

$$p < .05$$

1.2 ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) พบว่า ผลจากการใช้กระบวนการกลุ่ม นักศึกษาวิชาชีพรูมีคะแนนทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 83.74 ของคะแนนเต็ม และผลจากการฝึกปฏิบัติรายบุคคล พบว่า นักศึกษาวิชาชีพรูมีคะแนนทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 74.39 ของคะแนนเต็ม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนนักศึกษา คะแนนเต็ม ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละของคะแนนเต็ม ของทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ของนักศึกษาวิชาชีพรู

ทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
รายกลุ่ม	38	30	25.12	2.71	83.74
รายบุคคล	38	30	22.32	3.72	74.39

2. นักศึกษาวิชาชีพรูมีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ยอมรับผลจากการทำงานด้วยความเต็มใจ ทุกคนมีความสำคัญต่อการทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย เชื่อว่าทุกคนสามารถทำงานให้บรรลุเป้าหมาย แสดงความคิดเห็นด้วยความยืดหยุ่นแจ่มใส ซักถามข้อสงสัยในการทำงานกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและลงมือทำงาน มีการปรึกษาหารือกันโดยใช้เหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย ยินดีที่จะร่วมทำงานโดยไม่ต้องมีการร้องขอ ร่วมแสดงความคิดเห็นในการกำหนดเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน อธิบายงานได้ชัดเจน ทุกคนเข้าใจตรงกัน และพูดคุยกันโดยไม่ใช้อารมณ์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 และ

วิธีการที่นักศึกษาช่วยให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจโดยการไปศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาที่ตนได้รับมอบหมายแล้วนำมาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง พร้อมยกตัวอย่าง ชักถามกันจนกว่าเพื่อนจะเข้าใจ เมื่อต้องเป็นตัวแทนไปทำข้อสอบ รู้สึกภาคภูมิใจเมื่อตนเองทำข้อสอบถูก ดีใจอยากทำข้อต่อไปอีก และเสียใจที่ตอบผิด คิดว่าต้องศึกษาให้มากกว่านี้ และเมื่อเพื่อนเป็นตัวแทนไปทำข้อสอบ ถ้าเพื่อนตอบถูกจะแสดงความยินดีกับเพื่อน แต่ถ้าเพื่อนตอบผิดบอกเพื่อนว่าไม่เป็นไรและให้กำลังใจเพื่อน ก็มีรู้สึกเสียใจบ้างแต่คิดว่าเพื่อนทำดีที่สุดแล้ว ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ของนักศึกษาวิชาชีพรู

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. ยินดีที่จะร่วมทำงานโดยไม่ต้องมีการร้องขอ	4.63	0.49	มากที่สุด
2. แสดงความคิดเห็นด้วยความยิ้มแย้มแจ่มใส	4.74	0.45	มากที่สุด
3. สมาชิกทุกคนมีความสำคัญต่อการทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย	4.79	0.41	มากที่สุด
4. เชื่อว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนสามารถทำงานให้บรรลุเป้าหมาย	4.76	0.43	มากที่สุด
5. สมาชิกในกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันโดยใช้เหตุผลในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย	4.66	0.48	มากที่สุด
6. สมาชิกในกลุ่มมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและลงมือทำงาน	4.68	0.53	มากที่สุด
7. ร่วมแสดงความคิดเห็นในการกำหนดเป้าหมายในการทำงานร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม	4.55	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ของนักศึกษาวิชาชีพครู (ต่อ)

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
8. สมาชิกในกลุ่มอธิบายงาน ได้ชัดเจน ทุกคนเข้าใจตรงกัน	4.55	0.55	มากที่สุด
9. สมาชิกในกลุ่มพูดคุยกันโดยไม่ใช้อารมณ์	4.55	0.50	มากที่สุด
10. ซักถามข้อสงสัยในการทำงานกับสมาชิกในกลุ่ม	4.71	0.46	มากที่สุด
11. ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนๆ ในกลุ่ม	4.71	0.46	มากที่สุด
12. ทุกคนยอมรับผลจากการทำงานด้วยความเต็มใจ	4.82	0.39	มากที่สุด
รวม	4.68	0.48	มากที่สุด

ตารางที่ 4 แสดงความถี่และร้อยละของความคิดเห็นนักศึกษาวิชาชีพครู หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model)

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	ความถี่	ร้อยละ
1. นักศึกษามีวิธีการให้เพื่อนในกลุ่มทำความเข้าใจกับเนื้อหา ด้วยการศึกษาคำความเข้าใจส่วนที่ได้รับมอบหมาย แล้วนำมาอธิบายให้เพื่อนฟัง พร้อมยกตัวอย่าง และซักถามกันจนกว่าเพื่อนจะเข้าใจ	38	100.00

ตารางที่ 4 แสดงความถี่และร้อยละของความคิดเห็นของนักศึกษาวชิพครู หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) (ต่อ)

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	ความถี่	ร้อยละ
2. นักศึกษาเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขัน		
ตอบถูก รู้สึกภาคภูมิใจ ดีใจ อยากทำข้อต่อไปอีก	38	100.00
ตอบผิด เสียใจ คิดว่าต้องศึกษาให้มากกว่านี้	34	89.47
ไม่เป็นไร ทำดีที่สุดแล้ว แต่ทำไม่ได้	3	7.89
เสียใจ ไม่กล้าไปตอบอีก	1	2.63
3. เพื่อนเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขัน		
ตอบถูก แสดงความยินดีกับเพื่อน	34	89.47
ดีใจที่เราทำให้เพื่อนเข้าใจได้	4	10.53
ตอบผิด ไม่เป็นไร ให้กำลังใจเพื่อน	27	71.05
เสียใจ แต่คิดว่าเพื่อนทำดีที่สุดแล้ว	7	18.42
เสียใจ เราอาจจะอธิบายเพื่อนไม่รู้เรื่อง	4	10.53

อภิปรายผลการวิจัย

1. นักศึกษาวชิพครูมีทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) สูงกว่า ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาในระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) พบว่า ผลจากการใช้กระบวนการกลุ่มนักศึกษาวชิพครูมีคะแนนทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 83.74 และผลจากการฝึกปฏิบัติรายบุคคล พบว่า นักศึกษาวชิพครูมีคะแนนทักษะการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 74.39 ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของยุภาติ ปณะราช (2557) และยุภาติ ปณะราช (2558) พบว่า หลังการใช้กระบวนการเรียนรู้คู่

ความสนุกสนาน (5T Model) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และงานวิจัยของ สุรินทร์ ต้นสกุล (2552) และอิสริย์ ผาสุข (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา (CIPPA MODEL) งานวิจัยของ นันทชัย นวลสอาด (2554) และทิพย์ภาภรณ์ อินทรอักษร (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบ STAD และงานวิจัยของ สุนันทา มุลมา (2555) อรพิน คำยา (2556) และสิทธิกร รัตนวรินทร์ชัย (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบ STAD พบว่า วิธีการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น และเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ อย่างชัดเจน

2. นักศึกษาวิชาชีพครูมีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ทุกคนยอมรับผลจากการทำงานด้วยความเต็มใจ สมาชิกทุกคนมีความสำคัญต่อการทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย และทุกคนเชื่อว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนสามารถทำงานให้บรรลุเป้าหมาย ตามลำดับ และวิธีการที่นักศึกษาช่วยให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจโดยการไปศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาที่ตนได้รับมอบหมายแล้วนำมาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง พร้อมยกตัวอย่าง ชักถามกันจนกว่าเพื่อนจะเข้าใจ เมื่อต้องเป็นตัวแทนไปทำข้อสอบ รู้สึกภาคภูมิใจเมื่อตนเองทำข้อสอบถูก ดีใจอยากทำข้อต่อไปอีก และเสียใจที่ตอบผิด คิดว่าต้องศึกษาให้มากกว่านี้ และเมื่อเพื่อนเป็นตัวแทนไปทำข้อสอบ ถ้าเพื่อนตอบถูกจะแสดงความยินดีกับเพื่อน แต่ถ้าเพื่อนตอบผิดบอกเพื่อนว่าไม่เป็นไรและให้กำลังใจเพื่อน ก็มีรู้สึกเสียใจบ้างแต่คิดว่าเพื่อนทำดีที่สุดแล้ว ผลดังกล่าวสอดคล้องกับคุณลักษณะการผลิตบัณฑิตให้บรรลุคุณภาพตามมาตรฐาน ผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2552) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุภาติ ณะราช (2557) พบว่า หลังการใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) นักศึกษาเกิดการเรียนรู้และทำงานเป็นทีม ช่วยเหลือกันและกันเพื่อที่จะให้เกิดความเข้าใจ ตรวจสอบความเข้าใจซึ่งกันและกัน รู้จักการให้กำลังใจ การชมเชยเพื่อนที่ทำงานได้ดี และการให้อภัยซึ่งกันและกัน ให้กำลังใจตนเอง เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ตั้งใจที่จะทำหน้าที่ต่อไปให้ดีที่สุด และ

งานวิจัยของ สุรินทร์ ต้นสกุล (2552) และอิสริย์ ผาสุข (2552) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา (CIPPA MODEL) ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม มีความรับผิดชอบต่อตนเองและต่อส่วนรวม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model) ช่วยให้ผู้เรียนมีลักษณะสำคัญ คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้เพื่อที่จะนำมาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ
3. ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้ถูกต้อง และต้องการพัฒนาตนให้มากขึ้น
4. ผู้เรียนรู้จักการให้กำลังใจเพื่อน และการให้อภัยเมื่อเห็นเพื่อนทำผิดความสามารถแล้วยังไม่ได้ดังที่คาดหวัง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตัวแปรความภาคภูมิใจ และการให้อภัย ร่วมกับตัวแปรที่เป็นความรู้ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model)
2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์แนวคิดของกระบวนการกลุ่มอื่นๆ ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน (5T Model)

เอกสารอ้างอิง

- ทิพย์ภาภรณ์ อินทรอักษร. (2554). ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ เกมคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร และการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ทิตินา แชมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ **ที่มีประสิทธิภาพ** (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- นันทชัย นวลสอาด. (2554). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา **ปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2555). สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐาน **เด็กเป็นสำคัญ**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุภาติ ปณราช. (2550). เอกสารประกอบการสอน รายวิชา หลักการคณิตศาสตร์. โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏกำแพงเพชร. อุดสำเนา.
- _____. (2557). การเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาอังกฤษโดยใช้ กระบวนการเรียนรู้คู่ความสนุกสนาน. วารสารครูพิบูล, 1(1), 12 - 21.
- _____. (2558). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ คู่ความสนุกสนาน. วารสารปัญญาวิวัฒน์, 7(2), 157 - 168.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : ตถาตาพับลิเคชั่น.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. มปป. การจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะทางสาขาวิชาชีพ (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก : <http://www.secondary11.go.th/download/files/guidance10.pdf>. [2558, มกราคม 25].

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2552). **กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2552 และแนวทางปฏิบัติ**. เอกสารอัดสำเนา.

สิทธิกร รัตนวรินทร์ชัย. (2556). ผลของโปรแกรมพัฒนาการเรียนรู้โดยบูรณาการการเรียนรู้แบบ TGT (Team Games Tournaments) ที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลบางแพ (ชุมชน วัดบางแพใต้). วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันทา มูลมาก. (2555). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ TGT กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.

สุรินทร์ ต้นสกุล. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2553). 19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

อรพิน คำยา. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ PBL ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.

อิสริย์ ผาสุก. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักซิปปาในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน เสรฐบรรพตบำเพ็ญ. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและ ประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Slavin, R. E. (1995). **Cooperative learning : Theory, research and practice** (2nd ed.). Boston : Allyn & Bacon.