



Journal of Education Graduate Studies Research, KKU.

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/EDGKKUJ>

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL

The Development of Mathematics Problem Solving Ability on The Normal Curve for Grade 12 Students Using STEM Education with KWDL Technique

เดือนฉาย บุตรเรียง^{1*} และ ปริณ ทนชัยบุตร²Dueanchai Butriang^{1*} and Prin Tanunchabuttra²¹ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Master of Education program in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Khon Kaen University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Assistant Professor, Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับ เทคนิค KWDL กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสีชมพูศึกษา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน จากห้องเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 11 แผน เวลา 12 ชั่วโมง 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ประกอบด้วย แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบบันทึกความคิดเห็นของนักเรียน แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบท้ายวงจร และ 3) เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับ เทคนิค KWDL ซึ่งเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 22 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหา ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (Percentage) ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

*Corresponding author. Mobile: +66(0)8-4648-8343

Email address: duan_am@hotmail.com

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 37.83 คิดเป็นร้อยละ 75.65 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 32 คน คิดเป็น ร้อยละ 80.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.52$)

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education, เทคนิค KWDL, ความพึงพอใจ

Abstract

The objectives of this study included: 1) to develop grade 12 students' mathematics problem-solving ability on a normal curve using the STEM Education together with KWDL Technique in order that the students made a mean score of 70% of the full marks and 70% of the group passed the prescribed criterion and 2) to study the student's satisfaction with the learning activities based on the STEM Education and KWDL Technique. The target group consisted of 40 grade 12 students from Classroom 6/6 at Sichompoo Sueksa School, under the Office of Khon Kaen Provincial Administration Organization. During the first semester of the 2016 academic year. Three categories of instruments used in the study included: 1) research tool consisting of 11 lesson plans basing on the STEM Education and KWDL Technique and took 12 instructional hours to complete, 2) reflection tool consisting of a teacher's teaching behavior observation form, a student opinions recording form, a learning outcome recording form and end-of-spiral quizzes, and 3) evaluation tool consisting of a 5-item essay test on the students' mathematics problem-solving ability and a 22-item questionnaire with a 5-level scale to elicit the students' opinions regarding the learning activities basing on the STEM Education and KWDL Technique. The collected data were analyzed for the arithmetic mean, standard deviation and percentage, and qualitative data were analyzed by means of content analysis.

The findings show that: 1) The students made a mean score of 37.83 or 75.65% of the full marks on mathematics problem-solving ability, and 32 students or 80.00% of the group passed the prescribed criterion of 70% which is higher than the prescribed criterion; 2) The students as a whole expressed a "highest" level of satisfaction with the learning activities basing on the STEM Education and KWDL Technique.

Keywords: Mathematics Problem Solving Ability, STEM Education, KWDL Technique, Satisfaction

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553 แนวทางการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ดังนั้นกระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนนั้นสามารถที่จะพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยเน้นความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งในการพัฒนาความคิดมนุษย์ให้มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถที่จะวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ เพื่อช่วยในการ

คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งทักษะและกระบวนการที่จำเป็น และจะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยเฉพาะการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่ง และมักจะรวมทักษะอื่นๆไว้ด้วย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจึงควรจัดกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน (อัมพร ม้าคะนอง, 2553) การแก้ปัญหามathematical problem solving เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเอง เพราะการแก้ปัญหจะช่วยทำให้ตัวผู้เรียนนั้นมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย กระตือรือร้นไม่ย่อท้อต่อปัญหา และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหที่เผชิญอยู่ทั้งภายในห้องเรียนและภายนอกห้องเรียน และนอกจากนี้ยังเป็นทักษะพื้นฐานที่จะสามารถติดตัวผู้เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญและมีบทบาทอย่างมากต่อการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนทั้งในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลกได้ระบุไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 : การแก้ปัญหามathematical problem solving in school mathematics ว่า "การแก้ปัญหามust เป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์" จึงทำให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจที่จะทำการศึกษากการแก้ปัญหามathematical problem solving ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ (Kulik & Rudnick, 1988)

ในประเทศไทย การจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ครูมุ่งเน้นการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูจึงไม่คุ้นเคยกับ การเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหา ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2553) ได้ระบุไว้ว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม่นักเรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี แต่ก็ยังมีนักเรียนจำนวนมากที่ยังคงด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือแม้แต่เอาไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้น กระบวนการแก้ปัญหามีความสำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสีชมพูศึกษา อำเภอสีชมพู จังหวัดขอนแก่น สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น พบสภาพปัญหาดังต่อไปนี้ ด้านนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ ไม่กล้าแสดงออก ขาดทักษะทางด้านการคิดแก้ปัญหาและการแก้ปัญหามathematical problem solving ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยังยึดครูเป็นศูนย์กลาง จะเน้นการสอนเนื้อหามากกว่าทักษะกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้น้อย ขาดทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม จึงส่งผลต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไม่บรรลุผลเป็นที่น่าพอใจ เห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ คือ ปีการศึกษา 2558 มีค่าเฉลี่ย 2.61 คิดเป็นร้อยละ 65.17 (กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนสีชมพูศึกษา, 2558) และจากผลการทดสอบระดับชาติ O-NET คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 26.59 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558)

สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหามathematical problem solving ของ Polya (1985) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา

นักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาอย่างเข้าไปเข้ามา หลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่างๆ ช่วยในการทำความเข้าใจ ปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเอง ขั้น ที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนต้องค้นหาความเชื่อมโยง หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์เหล่านั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบ ความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ แต่ถ้าแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนจะต้องค้นหาแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ที่ใช้แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบ หรือมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหายังอื่นได้อีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถที่จะตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในนี้ได้

นอกจากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะสำคัญต่อการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ยังจำเป็นต่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ผู้วิจัยเห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สามารถที่จะพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอน และเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติแล้วยังพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2557) แรงบันดาลใจในการเรียนรู้มีผลสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น (Star, Chen, Taylor, Durkin, Dede & Chao, 2014) และนอกจาก นี้ ยังสามารถที่พัฒนาทักษะการออกแบบ การทดลอง และการค้นหาวิธีที่เหมาะสมมากที่สุดมาใช้แก้ปัญหาให้เป็นผลสำเร็จอีกด้วย (Clark, Sengupta, Brady, Martinez-Garza & Killingsworth, 2014) สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยพบและต้องการที่จะแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งระดับการบูรณาการของการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีทั้งหมด 4 ระดับ คือ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา, การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ, การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Vasquez, Sneider & Comer, 2013) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ระดับการบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหา และฝึกทักษะของแต่ละวิชาของ STEM แยกกัน โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมและฝึกทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะในเนื้อหาของรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

เทคนิค KWDL เป็นการใช้เทคนิคการถามคำถามเพื่อที่ให้นักเรียนนั้นค้นหาข้อมูลของคำตอบตาม ที่ต้องการ ซึ่งในแต่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์โจทย์ปัญหา (Carr, & Ogle, 1987) การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่งโดยเฉพาะถ้าโจทย์ปัญหาเหล่านั้นเป็นปัญหาของนักเรียนมากที่สุด ซึ่งอาจจะเกิดจากการอ่านโจทย์ไม่เข้าใจ วิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่เป็น จึงเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่ง นอกจากการคิดคำนวณไม่เป็น จากการศึกษาวิจัยพบว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์ต่างๆ แล้วนำไปวางแผนเพื่อที่จะทำการแก้ปัญหานั้นๆ เทคนิค KWDL ได้พัฒนาขึ้นจากเทคนิค KWL ของ Ogle ในปี ค.ศ. 1986 ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียน หรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้าง เพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ และ ขั้นที่ 4 L (What we Learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดย

ใช้เทคนิค KWDL นี้ สามารถที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ ผู้เรียนเป็นอย่างดี และยังทำให้เจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในด้านบวก (Shaw, Chambless, Chessin, Pric & Beardain, 1997) และการเรียนด้วย เทคนิค KWDL ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีกว่า การเรียนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกัลยา จวนสง (2555) และ สุภาพ โสรส (2555)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง การแจกแจงปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งนี้เพราะทั้งการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education และ เทคนิค KWDL ล้วนเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนนั้น ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดถี่ถ้วน มีการวางแผนในการแก้ปัญหา และสามารถตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ อันจะส่งผลให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคณิตศาสตร์ดีขึ้นตามลำดับ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับ เทคนิค KWDL

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง การแจกแจงปกติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับ เทคนิค KWDL

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง การแจกแจงปกติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 กลุ่มวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสีชมพูศึกษา อำเภอสีชมพู จังหวัดขอนแก่น สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญ และต้องอาศัยการฝึกและการทบทวนอย่างต่อเนื่อง

2. รูปแบบในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิด Kemmis and McTaggart (1992) โดยผู้วิจัยได้กำหนดไว้เป็น 3 วงจร 11 แผนการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 4

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 – 7

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 – 11

ในแต่ละวงจรมีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นวางแผน (Planing)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observation)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 11 แผน 12 ชั่วโมง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นเครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการสอน ได้แก่ แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้, แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู, แบบบันทึกความคิดเห็นของนักเรียนและแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจรเป็นข้อสอบชนิดอัตนัย วงจรละ 2 ข้อ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับจำนวน 22 ข้อ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ให้ความรู้แก่ผู้ช่วยวิจัย และปฐมนิเทศผู้เรียน หลังจากนั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนการปฏิบัติมาวิเคราะห์วิจารณ์ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจร จำนวน 3 วงจร แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการคิดวิเคราะห์ ใช้การหาค่าเฉลี่ย การคำนวณค่าร้อยละ เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

2) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้การหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการคำนวณค่าร้อยละ เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ในการวิจัยครั้งนี้การวัดความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบสอบถามมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบบันทึกความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอน โดยนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาปัญหา อุปสรรคและข้อสรุปเพื่อหาแนวทางแก้ไขและปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในการดำเนินการครั้งต่อไป

สรุปและอภิปรายผล

1. สรุปผลการวิจัย

ผลจากการที่ผู้วิจัยได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 ผลจากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายท้ายวงจร พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 1 คือ 12.35 คิดเป็นร้อยละ 61.75 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 วงจรที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 14.23 คิดเป็นร้อยละ 71.13 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 14 คนคิดเป็นร้อยละ 35 วงจรที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 14.98 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 74.88 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 29 คนคิดเป็นร้อยละ 72.50 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.50

1.2 ผลการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน มีคะแนนเต็ม 50 คะแนน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.83 คิดเป็นร้อยละ 75.65 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยรวมเท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับมากที่สุด

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสอบถาม สังเกตและสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนให้ความคิดเห็นสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกความคิดเห็นของนักเรียน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นั่นคือ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะด้านการรวบรวมและทำความเข้าใจปัญหา และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในห้องเรียนที่มีความคิดเห็นที่หลากหลาย ดังข้อความสนับสนุนที่ว่า

“ชอบ เพราะได้ทำความเข้าใจปัญหา ได้ใช้เวลาในการวิเคราะห์ปัญหามากยิ่งขึ้น จากที่เมื่อก่อนไม่ได้ให้ความสำคัญกับการ ระบุปัญหา หรือการหาที่มาของปัญหาเท่าไร” (บันทึกความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 2, 2 ตุลาคม 2559)

“การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาของครูเป็นเนื้อหาไม่ยาก และสามารถใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายขึ้น” (บันทึกแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู/ผู้ช่วยวิจัย, 21 กันยายน 2559)

“นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากขึ้น และใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร มีการอภิปรายกันระหว่างกลุ่ม และเพื่อนต่างกลุ่มเพื่อหาข้อสรุป” (บันทึกแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู/ผู้ช่วยวิจัย, 28 กันยายน 2559)

2. อภิปรายผลการวิจัย

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 37.83 คิดเป็นร้อยละ 75.65 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์ต่างๆ แล้ววางแผนเพื่อที่จะทำการแก้ปัญหานั้นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Clark, et al. (2014) พบว่า การเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สามารถพัฒนาทักษะการออกแบบ การทดลอง และการค้นหายุทธวิธีที่เหมาะสมมากที่สุดมาใช้แก้ปัญหาให้เป็นผลสำเร็จ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ที่น่าสนใจให้แก่นักเรียน

และได้มีการปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้หลังสิ้นสุดการสอนในแต่ละวงจร เพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีเพราะเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอ นั้น มีความชัดเจน ไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้มีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะระบุปัญหาที่เกิดจากการนำเสนอได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองและคนรอบข้างได้อย่างครอบคลุม ทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา จำแนกหมวดหมู่ของปัญหาที่เกิดขึ้นและจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างสมเหตุสมผล การค้นหาแนวคิดเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.2 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.56 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือด้านการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.54 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.51 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการวัดผลและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับมาก และ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.49 อยู่ในระดับมาก ตามลำดับพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL มีค่าเฉลี่ยรวม 4.52 อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกับเพื่อนในห้อง และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิก และช่วยกันค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ดังข้อความสนับสนุน “ชอบค่ะ กิจกรรมแบบนี้ทำให้การเรียนการสอนดูแปลกไปจากเดิม ทำให้หนูชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมค่ะ” (บันทึกความเห็นของนักเรียนคนที่ 1, 18 กันยายน 2559) “ชอบกิจกรรมการสอนแบบนี้ครับ ทำให้ผมได้มีโอกาสอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น และมีวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย” (บันทึกความเห็นของนักเรียนคนที่ 2, 23 กันยายน 2559) ซึ่งสอดคล้องกับ จิราภรณ์ อุภา (2554) และ สุกัลยา จวนสง (2555) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียน มีทักษะในการปฏิบัติงานแบบกลุ่ม มีการคิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นลำดับ เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ ครูควรให้การดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำปรึกษาและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่นและควรมีการสลับเปลี่ยนหน้าที่กันภายในกลุ่ม รวมทั้งผู้นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้การเป็นผู้นำ ผู้ตามและยังเป็นการส่งเสริมในการแสดงความคิดเห็นที่เป็นเหตุเป็นผลต่อเพื่อนและชุมชนต่อไป

1.2 การนำรูปแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ครูควรชี้แนะแนวทางและให้เวลาในการทำกิจกรรมของนักเรียนพอสมควร โดยให้เวลาในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาและการตรวจสอบคำตอบที่ได้เพิ่มขึ้น ครูไม่ควรรีบชี้แนะแนวทางให้นักเรียนมากเกินไป เพราะจะเป็นการสกัดกั้นความคิดของนักเรียน และนักเรียนจะขาดทักษะในการแก้ปัญหา ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีปฏิสัมพันธ์ และค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหาให้มากขึ้นในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

1.3 การนำเสนอผลงานและการอภิปรายของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ สำหรับนักเรียนบางคนที่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นนั้น ครูควรให้การ

กระตุ้นและเสริมแรงให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น มีการนำเสนอผลงานที่สร้างสรรค์ และการตอบคำถามที่สามารถจะนำไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานของตนเองต่อไปได้อย่างสมเหตุสมผล

1.4 ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรนำเอาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียน ทั้งนี้เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา ความต้องการของโจทย์ แนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนชัดเจน และการนำเสนอผลการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นเพราะการแก้ปัญหจะช่วยทำให้ตัวผู้เรียนนั้นมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย กระตือรือร้นไม่ย่อท้อต่อปัญหา และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในห้องเรียนและภายนอกห้องเรียน ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เช่น การมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่สำคัญที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งใหม่ๆ การสร้างทัศนคติใหม่ ๆ หรือการคิดค้นหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อทางเลือกหรือแนวทางใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา

2.2 การพัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ยังขาดการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการนำเสนอผลงานของนักเรียน ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการนำเสนอผลงานของนักเรียน เป็นต้น

2.3 ควรมีการวิจัยที่ใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ร่วมกับเทคนิค KWDL ในเนื้อหาอื่นๆหรือระดับชั้นอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสีชมพูศึกษา. (2558). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2558. โรงเรียนสีชมพูศึกษา: ขอนแก่น. โรงเรียนสีชมพูศึกษา. (เอกสารอัดสำเนา).
- จิราภรณ์ อุภา. (2554). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). ผลการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2553). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ เจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบ ปกติ. ปริญญาโทวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุกัลยา จวนสา. (2555). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิคกลุ่มช่วยเหลือเพื่อนรายบุคคลร่วมกับ เทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

สุภาพ โสรส. (2555). การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง.

วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Carr, E. & Ogle, D. (1987). KWL Plus: A Strategies for Comprehension and Summarization. **Journal of Reading**. 30(7), 626-663. Retrieved October 18, 2015, from <http://www.stemeducationjournal.com/authos/instructions>.

Clark, D., Sengupta, P., Brady, C., Martinez-Garza, M., & Killingsworth, S. et al. (2014).

Disciplinary integration of digital games for science Learning. **International Journal of STEM Education**. Retrieved October 18, 2015, from <http://www.stemeducationjournal.com/authos/instructions>.

Kemmis, S. & McTaggart, R. (1992). **The action research planner**. Geelong, Victoria: Deakin University Press.

Krulik, S., & Rudnick J. (1988). **Problem Solving**. Massachusetts: Allyn and Bacon. Polya, G. (1985). **How to solve it**. Princeton, NJ: Princeton University Press.s

Shaw, G. M., Chambless, M. S., Chessin, D, R., Price, V., & Beardain, G. (1997). Cooperative problem solving: Using K-W-D-L as an organizational technique. **Journal of Reading**, 3(9), 482-486. Retrieved October 18, 2015, from <http://www.stemeducationjournal.com/authos/instructions>

Star, J., Chen, J., Taylor, M., Durkin, K., Dede, C., & Chao, T. et al . (2014). Studying technology-based strategies for enhancing motivation in mathematics. **International Journal of STEM Education**. Retrieved October 18, 2015, from <http://www.stemeducationjournal.com/authos/instructions>

Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). **STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics**. Portsmouth, NH: Heinemann.