

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

A DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVISM
TO PROMOTE THE ANALYTICAL THINKING ABILITY ON ONE-VARIABLE
LINEAR EQUATIONS FOR MATTAYOMSUKSA I STUDENTS

วิภาวรรณ สุขสุวรรณ^{1*} จักรกฤษณ์ สมพงษ์² และอังคณา อ่อนธานี³
Wipawan Sukswan^{1*} Jakgrit Sompong² and Angkana Onthanee³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2,3}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: falimza@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อทดลองใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์ วิธีดำเนินการวิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 กิจกรรม นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสม จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75 เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E1/E2 ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนตากพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงโดยเลือกใช้กับนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และขั้นตอนที่ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทั้ง 5 ขั้นตอน คือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นไตร่ตรอง ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา และขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมินว่ามีความเหมาะสมระดับมากที่สุด และเมื่อนำไปทดลองใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.7/76.25 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

Abstract

The purposes of this research were 1) to construct and identify the efficiency of learning activities based on constructivism to enhance the analytical thinking ability in keeping with the determined criteria of 75/75, 2) to implement learning activities based on constructivism to enhance the analytical thinking ability and compare the analytical thinking ability before and after learning, and 3) to study Mattayomsuksa I student's satisfaction toward learning activities based on Constructivism. The method of research and development consisted of three steps. The first step was to construct five learning activities, and then inspected its appropriation by five experts. After that, the learning activities were tried out with Mattayomsuksa 1 students to identify its efficiency at the criteria of 75/75. The research instruments used in this step were five learning activities, the analytical thinking ability test. The data were analyzed by Mean, Standard Deviation and E1/E2 formula. The second step was to implement learning activities based on constructivism to enhance the analytical thinking ability in one- variable linear equations for Mattayomsuksa 1 students. The sample was 40 students in Mattayomsuksa I at Takphittayakhom School in the first semester of 2015 Academic Year by purposive sampling. The research instrument used in this step was the analytical thinking ability test. Finally, the last step was to study Mattayomsuksa 1 student's satisfaction toward learning activities based on Constructivism in one- variable linear equations for Mattayomsuksa I students.

Research finding were 1) the learning activities based on constructivism to enhance the analytical thinking ability in one- variable linear equations for Mattayomsuksa I students accord with the Constructivism as five learning processes: Introduction, Cognitive Confliction, Reflection, Conclusion of New Ideas, and Practice and Application of Ideas. The appropriation of learning activities by five experts is on the highest level and the efficiency of learning activities is at 77.7 / 76.25. 2) Student's analytical thinking ability posttest is higher than pretest at the statistical significance level of 01. 3) Student's satisfaction toward learning activities based on Constructivism is in the highest level.

Keywords: Learning Activities based on Constructivism, Analytical Thinking Ability, One-Variable Equations

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้คณิตศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูล ที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ คณิตศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้คณิตศาสตร์ เพื่อที่มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (Ministry of Education, 2008, pp. 1-2)

การพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระที่ใช้เป็นพื้นฐานซึ่งประกอบด้วยความรู้ทักษะ มโนคติและส่วนที่เป็นวิธีการ (Plangprasopchok, 2002, p. 20) คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งบุคคลจำเป็นต้องมีทักษะในการคิด เพื่อที่จะช่วยให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติสุขในสังคมที่ซับซ้อน และเต็มไปด้วยปัญหาต่างๆ บุคคลจำเป็นต้องใช้การตัดสินใจอยู่เสมอ และการตัดสินใจที่ดี ต้องอาศัยความสามารถในการคิดเป็นพื้นฐานซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการคิดวิเคราะห์ การสร้างองค์ความรู้ และการทำงาน การจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์จึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษาของชาติ จะเห็นได้จากความพยายามของหน่วยงานทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทักษะดังกล่าวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Makanong, 2010)

จากการศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555-2557 พบว่า ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2555 คิดเป็นร้อยละ 26.96 ปีการศึกษา 2556 คิดเป็นร้อยละ 25.45 และปี 2557 คิดเป็นร้อยละ 29.65 (สถาบันทดสอบแห่งชาติ, 2555-2557) ซึ่งคะแนนวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวมเนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงจากเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ เพื่อลงข้อสรุปและตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล (Sutthirat, 2010, p. 88) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) พบว่า ภาพรวมระดับประเทศมาตรฐานที่มีผลการประเมินต่ำที่สุดหรือมาตรฐานที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ มาตรฐานด้านผู้เรียน ในมาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ กล่าวคือ ผลการประเมินสถานศึกษาชั้นพื้นฐานส่วนใหญ่อยู่ในระดับปรับปรุง มีสถานศึกษาชั้นพื้นฐานที่ได้รับระดับดี คิดเป็นร้อยละ 10.4

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ได้ผลควรมีการเสริมสร้างให้เด็กเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับนักเรียน ควรจัดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกโดยการนำเสนอความคิดของตนหรือของกลุ่ม ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอไปประยุกต์หรือเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติได้

อีกอย่างนักเรียนจะเกิดเจตคติที่ดีและมีความภูมิใจในผลงานเกิดความอยากคิดอยากทำและกล้าแสดงออก การถ่ายทอดให้แก่กันเรียนเพียงแต่จดจำความรู้จึงไม่เกิดประโยชน์เท่าที่ควร (Leelajaruskul., 1999, p. 20) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา กระบวนการเรียนการสอนจะเริ่มต้นปัญหาที่เกิดความขัดแย้งทางปัญญา นั่นคือ ประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญามีอยู่เดิมไม่สามารถจัดการแก้ปัญหาได้ลงตัวพอดีเหมือนปัญหาที่เคยแก้มาแล้วต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติม ที่เรียกว่า “การปรับโครงสร้างทางปัญญา” หรือ “การสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่” โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ซักค่าน จนกระทั่งหาเหตุผลหรือหลักฐานในเชิงประจักษ์มาจัดความขัดแย้งทางปัญญาภายในตนเองและระหว่างบุคคลได้ (Saduakkan as cited in Chaijaroen, 2008, pp. 101-119) ดังนั้นทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างความรู้นี้ให้แนวคิดว่าคุณเรียนจะสร้างความรู้ของตัวเอง โดยการสร้างองค์ความรู้นี้จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งที่คุณเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว หรือมีอยู่แล้ว นั่นหมายความว่า ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ของตัวเองเป็นเอกบุคคลตามพื้นฐานประสบการณ์ของตน (Individual sense of “reality”) ซึ่งอาจจะไม่เหมือนบุคคลอื่น (Tobin & McRobbie, 1997)

จากการศึกษาวิเคราะห์การเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คำนึงถึงความต้องการและความแตกต่างของนักเรียนส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการเต็มศักยภาพ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล รักการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยแนวทฤษฎีความเชื่อว่าบุคคลเรียนรู้ด้วยวิธีต่างๆกัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญามีอยู่ ความสนใจและแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานโดยที่ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) เกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง นำไปสู่การสร้างทางปัญญาที่ได้รับจากการตรวจสอบทั้งโดยตนเองและผู้อื่นว่าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะต่างๆ ซึ่งอยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้นและใช้เป็นเครื่องมือสำหรับโครงสร้างใหม่อื่นๆ ต่อไป ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถไตร่ตรอง ใคร่ครวญ แยกแยะออกเป็นส่วนๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ เป็นการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อความถูกต้องชัดเจน มิใช่แค่การพิจารณาเพื่อแยกแยะความสำคัญ ความสัมพันธ์และหลักการด้านเดียว แต่จะต้องพิจารณาใคร่ครวญทุกด้านทุกมุมอย่างลึกซึ้งเพื่อให้ได้รับความจริง เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา หรือใช้ในการตัดสินใจต่อไปและการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดลำดับให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างชัดเจนในแต่ละขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดจนเป็นแนวคิดใหม่ที่ได้มาจากความคิด ประสบการณ์ และข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าของตนเองมาอภิปรายแลกเปลี่ยนร่วมกับผู้อื่น โดยนักเรียนประเมินความคิดใหม่ที่เกิดขึ้นด้วยการคิดอย่างลึกซึ้ง

จากสภาพดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแนวทางในการปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษา 2551 โดยใช้แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จึงศึกษาวิธีการสอนที่ไม่ใช่การสอนตามคู่มือครู เพื่อนำมาใช้สอนนักเรียนให้บรรลุตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผลที่สอดคล้องกันว่าช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนได้และเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจศึกษาค้นคว้าวิจัย พัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อทดลองใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและศึกษาผลการใช้โดย
 - 2.1 ศึกษากระบวนการในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์
 - 2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการวิจัยกึ่งทดลอง (Experimental Research) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน ตัวชี้วัด และเวลาเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1.3 กำหนดกรอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1.3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน โดยการทบทวนความรู้เดิม

1.3.2 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนได้ร่วมกันสร้างความคิดใหม่ (Constructivism of the new ideas) จากการอธิบายร่วมกันและสาธิตทำให้ผู้เรียนสามารถกำหนดแนวคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นเป็นผลจากความรู้เดิมกับข้อมูลที่ได้รับเข้ามาใหม่ไม่สอดคล้องกัน โดยนักเรียนจะร่วมกันแสดงความคิดเห็น

1.3.3 ขั้นไตร่ตรองเป็นขั้นที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจมาพัฒนาทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายครูไม่ควรปฏิเสธคำตอบหรือคำอธิบายของผู้เรียนก่อนที่จะได้ให้โอกาสผู้เรียนได้ตรวจสอบและพบความคลาดเคลื่อน

1.3.4 ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ครูและผู้เรียนร่วมกันอธิบาย สาธิต และสรุปมโนทัศน์ หลักการ กระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียนว่ายึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรที่ได้มาซึ่งคำตอบ

1.3.5 ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ ผู้เรียนได้เกิดการวิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์ความสัมพันธ์

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาในการเรียน 14 ชั่วโมง

1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอแนะนำในส่วนที่บกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

1.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปหาประสิทธิภาพ ดังนี้ ขั้นทดลองภาคสนาม นำกิจกรรมการเรียนรู้ ที่แก้ไขปรับปรุงมาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนตากพิทยาคม จำนวน 40 คน เพื่อพิจารณาหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

1.8 นำกิจกรรมการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

1.9 จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำไว้ก่อนแล้วมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2.2 กำหนดจุดประสงค์ในการประเมินกำหนดหัวข้อที่ต้องการประเมิน

2.3 สร้างแบบประเมินเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และแบบปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมิน เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (Srisa-ard, 2002, p. 103)

2.4 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความชัดเจนทางภาษา และความถูกต้องตามเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อความถามกับจุดประสงค์ของการประเมิน แล้วนำความคิดเห็นทั้งหมดมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.6 นำรายการที่ประเมินที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาจัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 ทำหนังสือถึงผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

1.2 สอบถามวันและเวลาส่งกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ถึงผู้เชี่ยวชาญ

1.3 รับกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คืนมาจากผู้เชี่ยวชาญ

2. หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา เวลา และสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 คนและ 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.3 จัดพิมพ์กิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

วิเคราะห์ข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้

1.1 นำผลการให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มาทำการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 นำคะแนนที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดค่าเฉลี่ยไว้ 5 ระดับ

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากสูตร E_1/E_2 ดังนี้

2.1 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในการทำใบกิจกรรม ระหว่างเรียนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1)

2.2 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ (E_2)

ขั้นตอนที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตลอดจนลักษณะเฉพาะและวิธีการสร้างแบบทดสอบ

2. ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด มากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้

3. กำหนดขอบเขตแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

4. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหา การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การวิเคราะห์เชิงหลักการ

5. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและตัวชี้วัดของกิจกรรมทั้ง 5 กิจกรรม

6. นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์แก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่แก้ไขปรับปรุงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

8. เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหาและภาษาโดยการตรวจสอบคำถามในแต่ละข้อ แล้วนำความคิดเห็นทั้งหมดมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (Panichpalinchai, n.d, p. 181) โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป

9. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 40 คน แล้วนำผลการตรวจวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังนี้

9.1 หาความง่าย (P_E) ของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (1970) พิจารณาเกณฑ์ในการเลือกที่มีค่าความยากง่าย 0.20-0.80 ได้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33-0.80

9.2 ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อ (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (1970) พิจารณาเกณฑ์ในการเลือกที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38 – 0.45

9.3 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 5 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 40 คน

9.4 นำคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งหมดมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (Phengsawat, 2003, p. 91) มีค่าเท่ากับ 0.80

10. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีคุณภาพปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลต่อไป

การดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการทำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 5 ข้อ

2. สอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน

3. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 5 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. นำคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งหมดมาตรวจให้คะแนน แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้สถิติ $t - test$ แบบ Dependent (Saiyod & Saiyod, 1996, p. 104)

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจาก หนังสือ เอกสาร งานวิจัย ตำราที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบความพึงพอใจ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต
3. ร่างแบบสอบถามความพึงพอใจเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม กับคุณลักษณะที่ต้องการวัดตามองค์ประกอบที่กำหนดหรือคำดัชนีความสอดคล้อง
5. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่แก้ไขแล้วจัดพิมพ์ในฉบับสมบูรณ์
6. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน พบว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุดทั้ง 3 ด้าน

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในครั้งนี้ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 5 กิจกรรมการเรียนรู้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแบบรูปและความสัมพันธ์ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติการเท่ากัน กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการแก้สมการ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นที่ 3 ขั้นไตร่ตรอง ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้

2. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่าผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความเห็นว่าการเรียนรู้ ในภาพรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96$, S.D. = 0.05)

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ภาพรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.17)

3. ผลการหาดัชนีประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.1 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา เวลา ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตั้งแต่กิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 5 ด้านภาษามีการปรับปรุงและแก้ไขคำที่พิมพ์ผิด ด้านเนื้อหาและเวลา มีการปรับเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับนักเรียน จำนวน 9 คน พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.71/75.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

3.3 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับนักเรียน จำนวน 40 คน พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.7/76.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผลการศึกษากระบวนการในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 1 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนของนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน

การจัดกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ย				ความสามารถในการคิดวิเคราะห์					
	วิเคราะห์ความสำคัญ		วิเคราะห์ความสัมพันธ์		วิเคราะห์หลักการ		รวม 9 คะแนน		คิดเป็นร้อยละ	
	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)	(3 คะแนน)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
กิจกรรมที่ 1	1.15	1.95	1.52	2.18	1	1.95	3.67	6	40.78	66.67
กิจกรรมที่ 2	1.10	2.43	1.03	2.3	1.05	2.23	3.18	6.96	35.33	77.33
กิจกรรมที่ 3	1.13	2.38	1.05	2.38	1.13	2.38	3.31	7.14	36.78	79.33
กิจกรรมที่ 4	1.13	2.35	1.03	2.23	1.30	2.23	2.16	6.81	24	75.67
กิจกรรมที่ 5	1.13	2.4	1.2	2.45	1.38	2.33	3.71	7.18	41.22	79.78
คะแนนเต็ม	15	15	15	15	15	15	45	45	100	100
คะแนนที่ได้	5.64	11.51	5.83	11.54	5.86	11.12	16.03	34.09	35.62	75.76
เฉลี่ยร้อยละ	37.60	73.33	38.86	76.93	39.06	74.13	35.62	75.76		

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	<i>n</i>	<i>X</i>	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	$\bar{D}$	<i>S.D._D</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนการใช้	40	5	15.83	2.79	18.75	5.78	20.53*	0.0000
หลังการใช้	40	5	34.58	6.65				

* $p < .05$

ตอนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านผลผลิต และด้านกระบวนการ มีความเหมาะสมระดับมากที่สุดทั้ง 3 ด้าน โดยมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.76$, $S.D. = 0.10$)

อภิปรายผล

1. จากการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่าผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96$, $S.D. = 0.05$) และเมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 77.7/76.25 ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน โดยเริ่มจากวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 5 ขั้นตอน แล้วจึงดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งดำเนินการแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนที่บกพร่อง เมื่อนำมาหาประสิทธิภาพกับนักเรียน จำนวน 9 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีประสิทธิภาพของกระบวนการเป็น 76.85, 77.46, 76.75, 76.90 และ 75.58 ตามลำดับและมีประสิทธิภาพของกระบวนการรวมเฉลี่ยเท่ากับ 76.71 และมีประสิทธิภาพผลลัพธ์เป็น 75.27 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.71/75.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 75/75 และเมื่อนำมาหาประสิทธิภาพกับนักเรียนจำนวน 40 คน พบว่า กิจกรรมที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีประสิทธิภาพของกระบวนการเป็น 77.5, 79.5, 78.25, 77.5 และ 75.75 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพของกระบวนการรวมเฉลี่ยเท่ากับ 77.7 และมีประสิทธิภาพผลลัพธ์เป็น 76.25 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.7/76.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 75/75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Namsai (2010) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 86.33/86.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.1 การศึกษากระบวนการในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแต่จะเห็นได้ว่านักเรียนมีทักษะในการวิเคราะห์หลักการมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนสูงที่สุด เนื่องจากนักเรียนมีพื้นฐานในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว ซึ่งนักเรียนจะสามารถใช้หลักการแก้สมการได้อย่างถูกต้องชัดเจนและในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเพิ่มขึ้นมากที่สุด เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในขั้นตอนสร้างความขัดแย้งทางปัญญานักเรียนได้สร้างความคิดใหม่ (Constructivism of the new ideas) จากการอธิบายร่วมกันและสาธิตทำให้นักเรียนสามารถกำหนดแนวคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นได้ซึ่งนักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีกระบวนการในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์มากยิ่งขึ้นส่งผลให้ได้คำตอบในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแต่ละด้านสูงขึ้น เนื่องจากการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน สอดคล้องวิเคราะห์ความสำคัญขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา สอดคล้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ขั้นที่ 3 ขั้นไตร่ตรอง สอดคล้องวิเคราะห์หลักการ ในขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลโครงสร้างใหม่ทางปัญญา สอดคล้องกับวิเคราะห์หลักการและในขั้นที่ 5 ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ สอดคล้องกับวิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ กล่าวคือผู้เรียนได้รับความรู้จากใบกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นที่มีสถานการณ์ที่หลากหลายและมีความเชื่อมโยงกันเพื่อให้เกี่ยวพันกันโดยมีตัวเชื่อมในการยึดถือผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจมาพัฒนา ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jaksumark (2009) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยที่นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา ได้ลงมือปฏิบัติได้รับประสบการณ์ตรงและได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันเป็นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียน ทั้งยังได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ๆและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Polmook (2007) ได้ทำงานวิจัยเรื่องผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่าการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ตามรูปแบบของ Underhill สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในการเรียนการสอนเรื่องสมบัติธาตุตามตารางธาตุได้สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่าความสามารถ

ในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยประยุกต์การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ได้ออกแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 สร้างความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นที่ 3 ขั้นไตร่ตรอง ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปและพัฒนาผลที่ได้จากการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรมที่ 5 เป็นขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ ซึ่งจะฝึกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นที่มีสถานการณ์ที่หลากหลายและมีความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ทบทวนความคิดความเข้าใจโดยการเปรียบเทียบความคิดระหว่างความคิดเดิมและความคิดใหม่ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการคิดวิเคราะห์ตามขั้นตอนที่กำหนด นักเรียนสามารถสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา กระบวนการเรียนการสอนจะเริ่มต้นปัญหาที่เกิดความขัดแย้งทางปัญญามีอยู่เดิมไม่สามารถจัดการแก้ปัญหาได้ลงตัวพอดีเหมือนปัญหาที่เคยแ่มาแล้วต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติม ที่เรียกว่า “การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาใหม่” โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ซักค่าน จนกระทั่งหาเหตุผล หรือหลักฐานในเชิงประจักษ์มาจัดความขัดแย้งทางปัญญาภายในตนเองและระหว่างบุคคลได้ Saduakkan (as cited in Chaijaroen, 2008, pp. 101-119) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Arsanachai (2013) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องรูปสามเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องทศนิยมชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงกว่าการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุดอันเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการสร้างความพึงพอใจจากเอกสารต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและตอบสนองความต้องการส่วนบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับ Kritayakornupong (2008, p. 23) ได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบต่อกิจกรรมที่กระทำที่ปรากฏออกมาทางพฤติกรรมและองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่างๆ ของบุคคลซึ่งการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นักเรียนต้องร่วมกันทำกิจกรรมนั้นทำให้นักเรียนกระตือรือร้น มีความสนใจที่จะทำกิจกรรม ทั้งนี้ยังมีกิจกรรมช่วยกระตุ้นความสนใจอีกด้วยจากกิจกรรม ABC คือ อะไรนักเรียน ได้ฝึกการช่วยกันคิดและสร้างองค์ความรู้จากการเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้วเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่มาใช้แก้ปัญหาด้วยตนเองและเรียนรู้จากกลุ่มทำให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการอภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหาให้เหตุผล รวมทั้งสรุปหลักการและมโนคติขอเนื้อหาสาระที่เรียนได้อย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบต่างๆรวมได้ เช่น แผนผังความคิด สถานการณ์จำลอง เป็นต้น ซึ่งนำมาใช้ในขั้นปรับโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ทำให้เกิดความหลากหลายในกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถทำให้นักเรียนได้ใช้แหล่งเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภายในห้องเรียนเช่นใบความรู้หนังสือเรียน หรือสื่อการเรียนรู้ต่างๆ และแหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียนเช่น ห้องสมุด หรือแหล่งข้อมูลจากระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะการทํารววจยในครั้งต่อไป

2.1 ควรดําเนินการพัฒนากิจการจํากัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยมีการเปรียบเทียบบัการจํากัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ เพื่อทําให้ทราบว่าการจํากัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความเข้าใจและการคิดวิเคราะห์อย่างมีได้ดีกว่าหรือไม่

2.2 ควรดําเนินการพัฒนากิจการจํากัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ เพื่อทําให้ทราบว่าการจํากัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในจํากัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ

References

- Arsanachai, J. (2013). *The development of mathematics learning activities based on constructivist instructional model emphasizing analytical thinking skills on triangles for Prathomsuksa 5* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Chaijaroen, S. (2008). *Educational technology: Theory to practice*. Khon Kaen: Klungna Press. (in Thai)
- Jaksumark, J. (2009). *The development of learning activities based on constructivist theory on teaching area for grade 5 students* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Kritayakornupong, W. (2008). *Instructional activities on congruence by using geometric transformation and dynamic geometry software for Mathayomsuksa II students* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Leelajaruskul, C. (1999). *Curriculum and instruction in mathematics for secondary school*. Bangkok: Patumwan Demonstration School, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Makanong, A. (2010). *Mathematical skills and processes: developing for development*. Bangkok: Faculty of Education Chulalongkorn University. (in Thai)
- Ministry of Education. (2008). *The basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Namsai, U. (2010). *The results of organization of mathematics learning activities based on constructivisi theory entitled addition, subtraction, multiplication and division of cardinal numbers for Prathomsueksa 5* (Master thesis). Maha Sarakham: Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- Panichpalinchai, T. (n.d.). *Research methodology*. Phitsanulok: Faculty of Education Naresuan University. (in Thai)
- Phengsawat, W. (2003). *Classroom research*. Bangkok: Suweeriyasan. (in Thai)

- Plangprasopchok, S. (2002). *Mathematics exercise as a homework*. *Math Journal*, 39(446-447), 24-30. (in Thai)
- Polmook, P. (2007). *The effects of underhill's constructivist learning model of mathayomsuksa 4 students' analytical ability in chemistry* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Saiyod, L., & Saiyod, A. (1996). *Education research technique*. Bangkok: Suweeriyasan. (in Thai)
- Srisa-ard, B. (2002). *The basic research process* (7th ed.). Bangkok: Suweeriyasan. (in Thai)
- Sutthirat, C. (2010). *Questioning techniques for developing thinking*. Nonthaburi: Sahamitr Printing & Publishing. (in Thai)
- Tobin, K., & McRobbie, C. J. (1997). Belief's about the Nature of Science and the Enacted Science Curriculum. *Science and Education*, 6(4), 355 – 371.
- Whitney, D. R., & D. L. Sabers. (1970). *Improving Essay Examination III. Use of Item Analysis, Technical Bulletin 11, Mimeographed*. Iowa City: University Evaluation and Examination Service.