



ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY BY USING SSCS MODEL
WITH QUESTIONING PROMPTS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND
REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นางสาวพิณวรรณ แซ่มชื่น ชมดง *

Pichawan Shamsheun Chomdong

ผศ.ดร.จินดิษฐ์ ละออปักษิน **

Asst. Prof. Jinnadit Laorpaksin, Ed.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบปกติ และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ก่อนและหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร จำนวน 65 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 28 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบปกติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: pichawan.ch@gmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: jinnadit.l@chula.ac.th

ISSN1905-4491

Abstract

The purpose of this study were to 1) compare the mathematical problem solving and reasoning abilities of students being taught by organizing mathematics learning activities using SSCS model with questioning prompts and those being taught by using a conventional approach and 2) compare the mathematical problem solving and reasoning abilities of students who being taught by organizing mathematics learning activities using SSCS model with questioning prompts between before and after learning. The subjects were 65 tenth grade students of Thakhanthowitthayakhan School in the second semester of the academic year 2016. There were 37 students in the experimental group and 28 students in the control group. The experimental group was taught by organizing mathematics learning activities using SSCS model with questioning prompts and the control group was taught by conventional learning activities. The research instruments consisted of pre - and post - tests for mathematical problem solving ability, and pre - and post - tests for mathematical reasoning ability. The experimental materials were lesson plans using SSCS model with questioning prompts and conventional lesson plans. The data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, and t-test. The results of the study revealed that both mathematical problem solving and reasoning abilities of students in the experimental group after learning were statistically higher than those before learning and the students in the control group at a .05 level of significance.

คำสำคัญ: รูปแบบ SSCS / การกระตุ้นโดยใช้คำถาม / ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ / ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

KEYWORDS: SSCS MODEL / QUESTIONING PROMPTS / MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY / MATHEMATICAL REASONING ABILITY

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมนุษย์ ทั้งในการใช้ชีวิตจริงและการพัฒนาการศึกษาให้กับคนในสังคม คณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในทุกยุคทุกสมัยอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันคณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญมากขึ้นทั้งในมุมมองของการเป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ช่วยคาดการณ์หรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น ช่วยในการคิดค้นสิ่งใหม่ สร้างสรรค์งานหรือนวัตกรรม และเป็นพื้นฐานของการพัฒนาศาสตร์สาขาอื่น ในฐานะเป็นเครื่องมือด้านการคิด ด้านการทำงาน และด้านการสร้างองค์ความรู้ นอกจากนั้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายอย่างยังเป็นส่วนหนึ่งของทักษะชีวิตอีกด้วย (อัมพร ม้าคนอง, 2557) ด้วยเหตุนี้ทำให้วิชาคณิตศาสตร์ถูกกำหนดให้เป็นหนึ่งในแปดของสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดกรอบสาระมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สถานศึกษานำไปจัดการศึกษาให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาและความต้องการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาการคิดและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งใช้เป็นพื้นฐานและเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับสูงขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก)

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญอย่างมาก แต่จากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทั้งระดับชาติหรือนานาชาติของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา จะพบว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ทางคณิตศาสตร์นั้น ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน O-NET ในปีการศึกษา 2558 ที่พบว่า ในวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศร้อยละ 32.40 และ 26.59 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559ก, 2559ข) และมีความสอดคล้องกับผลการประเมินจากโครงการประเมินระดับนานาชาติ TIMSS 2011 ในวิชาคณิตศาสตร์ ครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็นด้านความรู้ ด้านการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา และด้านการให้เหตุผล รวมทั้งกระบวนการคิดที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้ เนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 427 ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน อีกทั้งยังมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อเทียบจากการประเมิน TIMSS 2007 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ในขณะเดียวกันยังพบว่าผลจากการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA ซึ่งเป็นการวัดความสามารถและทักษะในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ในชีวิตจริงหรือทักษะชีวิตของนักเรียนอายุ 15 ปีทั่วโลก โดยผลจากการประเมิน PISA 2012 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและกระทรวงศึกษาธิการ, 2557) จากข้อมูลผลการประเมินทั้งในระดับชาติและนานาชาติข้างต้นทำให้เห็นได้ว่า ปัญหาของผลการเรียนการสอน รวมทั้งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานนั้น ควรได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน เนื่องจากปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหรือความชำนาญในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดไว้ 5 ทักษะ คือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข) ซึ่งการแก้ปัญหาถือเป็นหลักสำคัญของคณิตศาสตร์ ดังที่นักการศึกษา Krulik (1980) ได้กล่าวไว้ว่า “การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์” โดยการแก้ปัญหามathematics จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข) การแก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะและกระบวนการ ซึ่งต้องใช้ความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจและหาคำตอบของปัญหา รวมทั้งใช้วิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผน โดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบการแก้ปัญหาเป็นการรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร และการตัดสินใจ เข้าไว้ด้วยกัน (อัมพร ม้าคนอง, 2553) กล่าวได้ว่าการแก้ปัญหาคือสิ่งที่ต้องมาจากความเป็นเหตุเป็นผล ดังนั้นควรมีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลควบคู่ไปกับทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนานตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

2555ข) จะเห็นได้ว่าการให้เหตุผลถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” (National Council of Teacher of Mathematics, 1989) ดังนั้น ทั้งการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลจึงเป็นกระบวนการสำคัญที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ ผูกพันและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข)

แม้ว่าการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์และการนำไปใช้ในชีวิตจริงแต่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเท่าที่ควร เห็นได้จากผลการประเมินที่กล่าวมา และเนื่องจากวิธีการสอนของครูมีผลต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้มีนักการศึกษาเสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า ควรพัฒนาผ่านบริบททางคณิตศาสตร์ เช่น ในขณะที่เรียนเนื้อหา มโนทัศน์ การแก้ปัญหา หรือทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการสอนการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไมผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้นถูกต้องหรือผิดเพราะเหตุใด (พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง, 2547) และเนื่องจากการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถพัฒนาได้โดยการสอนผ่านการแก้ปัญหา การสอนให้แก้ปัญหา หรือการสอนกระบวนการแก้ปัญหา (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนแก้ปัญหาที่ได้รับการยอมรับรูปแบบหนึ่ง พัฒนาขึ้นโดย Pizzini, Shepardson and Abell (1989) ซึ่งพัฒนามาจากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการสอน IDEAL (Identify, Define, Explore, Act, and Look model) และกระบวนการ CPS (Creative Problem Solving process) ขั้นตอนการสอนแก้ปัญหาตามรูปแบบ SSCS ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 Search (S) หมายถึง ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา ในขั้นตอนแรกนี้นักเรียนต้องทำการจำแนกและระบุปัญหา หาข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้หรือจำเป็นต้องใช้เพิ่มเติมรวมทั้งระบุแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 Solve (S) หมายถึง ขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนต้องนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนแรกมาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ขั้นที่ 3 Create (C) หมายถึง ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา และทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ ในขั้นนี้นักเรียนต้องนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากสองขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุปหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา มีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำไปสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย และขั้นที่ 4 Share (S) หมายถึง ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป ในขั้นสุดท้ายนี้นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและของผู้อื่น โดยมีการแสดงความคิดเห็นทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นช่วยกันพิจารณากระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง ว่ามีการดำเนินการแก้ปัญหาผิดพลาดในจุดใด หรือเกิดจากการวางแผนแก้ปัญหาที่ผิดพลาด โดยรูปแบบการสอนนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎี มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีการประเมินการทำงานของตนเอง และมีความสามารถในการให้เหตุผลทั้งเพื่อการแก้ปัญหาและการอธิบายการทำงานของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายหลักในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

เนื่องจากลักษณะและธรรมชาติของคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม ใช้ภาษาสัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย (อัมพร ม้าคนอง, 2557) จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเบื่อหน่ายและมีพฤติกรรมการเรียน

คณิตศาสตร์ที่ไม่กระตือรือร้น ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนทั่วไปไม่ประสบผลสำเร็จ เห็นได้จากการทดสอบต่าง ๆ ที่ผ่านมา การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนรวมทั้งพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาสามารถทำได้หลากหลายวิธี ซึ่งวิธีหนึ่งที่สำคัญ คือ การใช้คำถามที่เหมาะสมของครู ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน (พร้อมพรรณ อุตมสิน และ อัมพร ม้าคนอง, 2547) นอกจากนี้ นักการศึกษา Chin and Osborn (2008) ให้ความเห็นที่สอดคล้องกันว่า การตั้งคำถามถูกจัดให้เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน ตั้งแต่การสร้างแรงจูงใจไปจนถึงการทำให้เกิดการอภิปรายอย่างมีประสิทธิภาพในห้องเรียนและเป็นไปเพื่อกำกับการสร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้การใช้คำถามเปิดของครูในห้องเรียน จะช่วยดึงดูดความสนใจ และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างหลากหลาย ช่วยให้คิดได้อย่างรอบคอบ และมีความระมัดระวังมากขึ้น (สิริพร ทิพย์คง, 2544) ซึ่งการใช้คำถามถือเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสะท้อนความคิดในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการแก้ปัญหา (Davis and Linn, 2000) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมทั้งการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ควรมีการใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนได้อย่างมีความหมายและมีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วขึ้น และยังมีส่วนช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีเหตุผลอีกด้วย

การกระตุ้นโดยใช้คำถาม (Questioning prompts) เป็นเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพของการเสริมต่อการเรียนรู้ในกระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียนในหลากหลายสาขาวิชา การกระตุ้นนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายด้วยตนเอง การตั้งคำถามด้วยตัวเอง การตรวจสอบด้วยตนเอง และการสะท้อนความคิดด้วยตัวเอง ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับความคิดของตนเอง สร้างข้อสรุป และที่สำคัญคือการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง การกระตุ้นโดยใช้คำถามแบ่งออกเป็น 3 ประเภท และมีเป้าหมายของการทำงานที่แตกต่างกันออกไป (Lee and Chen, 2015) คือ 1) การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาโดยรวมทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหา และช่วยกำกับความสนใจในลักษณะที่สำคัญของปัญหานั้น 2) การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับการทำงานอย่างละเอียด อาจเป็นการระบุหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการและอธิบายในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาได้ 3) การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตรวจสอบและสะท้อนความคิดในระหว่างการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจ และได้คำตอบที่ครอบคลุมทุกเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS มาใช้ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนคือ Search (S) Solve (S) Create (C) และ Share (S) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น ครูจะใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีความเหมาะสมตามบริบทและสถานการณ์ในห้องเรียน เพื่อช่วยเหลือนักเรียนในขณะที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดในทันที ทำให้สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา ค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา จำแนกและระบุปัญหา

ของสถานการณ์ปัญหา และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้ 2) ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) ครูให้นักเรียนคิดและวางแผนการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งสามารถหาเหตุผลมาอธิบายกระบวนการทำงานของตนเองได้ และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้ 3) ขั้นของการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create : C) ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ในสองขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุป แนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา ประเมินและตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการทำงานของตนเอง แล้วสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ทำได้ง่าย และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้ 4) ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share: S) ครูให้นักเรียนทบทวนการทำงานของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเกี่ยวกับกลยุทธ์ วิธีการแก้ปัญหา คำตอบ ความรู้ใหม่ที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหาทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้องในชั้นเรียน และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม เพราะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา มีลักษณะของปัญหาที่หลากหลาย และมีความเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้ยังเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ก่อนและหลังเรียน
3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ก่อนและหลังเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล และปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย

1.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 15 แผน

1.1.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที คะแนนเต็ม 48 คะแนน ค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.76 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.36 – 0.56 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.25 – 0.33

1.1.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที คะแนนเต็ม 48 คะแนน ค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.80 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.46 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.27 – 0.42

1.1.4 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที คะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.62 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.37 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.31 – 0.35

1.1.5 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที คะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.62 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.37 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.27 – 0.35

1.2 เตรียมเอกสาร สื่อ และอุปกรณ์ รวมทั้งทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลถึงผู้อำนวยการโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร อำเภอท่าคันโท จังหวัดกาฬสินธุ์

2. ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนทั้ง 6 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) แล้วเลือกนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ใกล้เคียงกันได้แก่ ห้อง ม. 4/2 จำนวน 37 คน และห้อง ม. 4/3 จำนวน 28 คน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 76.14 และ 75.54 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.55 และ 6.68 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง ใช้เวลาฉบับละ 60 นาที แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยให้นักเรียนห้อง ม. 4/2 และชั้น ม. 4/3 ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 12.65 และ 12.86 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน ตามลำดับ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 3.190 และ 2.745 ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F – test) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้อง

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2.2.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยให้นักเรียนห้อง ม. 4/2 และชั้น ม. 4/3 ทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 2.22 และ 1.61 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ตามลำดับ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 1.475 และ 1.133 ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F – test) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

2.3 ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้น ม. 4/2 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และนักเรียนชั้น ม. 4/3 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบปกติ

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และตามรูปแบบปกติที่เตรียมไว้ กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 2 คาบต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยสอนตามตารางเรียนปกติของโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยเริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 3 พฤศจิกายน 2559 ถึงวันที่ 27 ธันวาคม 2559

2.5 เมื่อดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้จนครบทั้ง 15 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง ใช้เวลาฉบับละ 60 นาที แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t – test for dependent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนหลังเรียน			t
			เต็ม	$\bar{X}$	SD	
การแก้ปัญหา	กลุ่มทดลอง	37	48	28.32	8.42	2.19*
	กลุ่มควบคุม	28		24.11	6.56	
การให้เหตุผล	กลุ่มทดลอง	37	20	7.19	3.25	3.90*
	กลุ่มควบคุม	28		4.50	2.30	

*p < .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for dependent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	นักเรียนกลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t
การแก้ปัญหา	คะแนนก่อนเรียน	37	48	12.65	3.19	11.31*
	คะแนนหลังเรียน	37		28.32	8.42	
การให้เหตุผล	คะแนนก่อนเรียน	37	20	2.22	1.48	9.30*
	คะแนนหลังเรียน	37		7.19	3.26	

*p < .05

จากผลการวิจัยข้างต้น สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ผลวิจัยออกมาเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากประเด็นสำคัญ ดังต่อไปนี้

- 1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ กล่าวคือ

ในขั้นที่ 1 ขั้น Search ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ปัญหา ค้นหาประเด็นของปัญหา จำแนกและระบุปัญหาของสถานการณ์ปัญหา และผู้วิจัยช่วยเหลือในการดำเนินการในขั้นนี้โดยใช้คำถามกระตุ้นที่เหมาะสมในทันที ทำให้นักเรียนสามารถจำแนกและระบุสิ่งที่จำเป็นในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่เป็นองค์ประกอบแรกที่สำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2553) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาต้องเน้นที่การคิดวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหา ความเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้จะทำให้ผู้เรียนเห็นแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหา สามารถแก้ปัญหาและขยายความคำตอบได้ ซึ่งจะทำให้เกิดประสบการณ์ที่มีค่าในการแก้ปัญหา และสามารถนำประสบการณ์เหล่านี้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ซับซ้อนมากขึ้นได้

ในขั้นที่ 2 ขั้น Solve ผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกเกี่ยวกับการคิดวางแผนการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนวาดรูปภาพแทนสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งระบุสิ่งที่ได้มาจากการจำแนกข้อมูลในขั้นที่ 1 และใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหาคำตอบผ่านรูปแบบการตอบคำถาม แล้วให้นักเรียนนำไปสร้างเป็นสมการทางพีชคณิต จากนั้นให้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแปลงข้อมูลและการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สองและสามของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการคิดวางแผนการแก้ปัญหาถือเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหา เนื่องจากการเลือกใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในเวลาอันรวดเร็ว (อัมพร ม้าคนอง, 2553) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Englard (2010) ที่ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการใช้แบบจำลองในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ พบว่าช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และนักเรียนอื่น ๆ

ในขั้นที่ 3 ขั้น Create ผู้วิจัยให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง รวมทั้งนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นก่อนหน้ามาสร้างเป็นแนวคิดหรือข้อสรุปของตนเอง เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในขั้นต่อไป ทำให้นักเรียนได้มีการทบทวนการทำงานของตนเอง นำไปสู่การสรุปคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสม หากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ozsoy and Ataman (2009) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางปัญญาโดยผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหา โดยครูอาจมีการใช้คำถามเมื่อจำเป็นในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติและงานวิจัยของมณฑนา พรหมรักษ์ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหา โดยมีการกำกับและควบคุมตัวเอง ตระหนักรู้ถึงขั้นตอน ทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการตรวจสอบกระบวนการคิดที่นำมาใช้ในระหว่างแก้ปัญหาและตรวจสอบผลที่เกิดจากการคิดของตนเองอย่างมีเป้าหมายและทิศทาง ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในขั้นที่ 4 ขั้น Share ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะนำแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหามาแลกเปลี่ยนกันในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีผู้วิจัยช่วยเหลือโดยใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด ทบทวนการทำงานของตนเอง และเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายจากเพื่อนในห้องเรียน ซึ่งจะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์

ปัญหาที่จะเจอในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสัวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ (2549) ที่กล่าวไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปัญหาเดียวกัน อาจมีวิธีการแก้ปัญหามากหลายวิธี และมนุษย์ไม่เคยหยุดที่จะคิดวิธีการแก้ปัญหโดยพยายามให้ได้วิธีที่ดีที่สุด นั่นคือวิธีที่สั้นและง่าย นอกจากนั้นการดำเนินการในสองขั้นตอนนี้ ยังเป็นการทำให้นักเรียนได้ช่วยกันตรวจสอบความสอดคล้องของเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สี่ของความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Taylor (1994) ที่ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจและการใช้วิธีการสังเคราะห์ความคิดในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบมีการช่วยเหลือกันเชิงสังคม กลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และกลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ พบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองมีความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นัฏกัญญา เจริญเกียรติบรร (2547) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยให้นักเรียนได้มีทำงานและช่วยเหลือกันในกลุ่ม พบว่าสามารถช่วยพัฒนาความสามารถความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีการสอนผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

ในการทดลองผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีความหลากหลายในรูปแบบของสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสามเหลี่ยมมุมฉากและมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการแก้ปัญหสถานการณ์ปัญหา สามารถมองภาพแล้ววาดภาพแทนสถานการณ์ปัญหาได้ นำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับพร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง (2547) ที่กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหที่แท้จริงควรมุ่งเน้นการแก้ปัญหที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะแตกต่างจากปัญหาที่เป็นตัวอย่างในห้องเรียน ผลสำเร็จของการแก้ปัญหส่วนหนึ่งจึงขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wiest (1997) ที่ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของปัญหาที่มีเนื้อหาแปลกใหม่หรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคย และปัญหาในชีวิตจริง ในนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหต่ำ พบว่ามโนคติเกี่ยวกับเรื่องราวที่อยู่ในปัญหามีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน

2. จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ผลวิจัยออกมาเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากประเด็นสำคัญ ดังต่อไปนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีการให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ในการทดลองผู้วิจัยได้แนะแนวทางให้นักเรียนดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาตามขั้นที่ 1 ขั้น Search และขั้นที่ 2 ขั้น Solve โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อระบุเกี่ยวกับสิ่งที่จำเป็นในการนำไปใช้งาน วาดรูปแทนสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลนำไปสร้างเป็นสมการพีชคณิต แล้วจึงดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในการดำเนินการข้างต้นหาก

นักเรียนไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยจะไม่บอกวิธีการหรือคำตอบโดยตรง แต่จะใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในการช่วยให้เด็กนักเรียนได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการในแต่ละขั้น ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการให้เหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่เลือกมาใช้ โดยในช่วงแรกของการทดลองการให้เหตุผลประกอบของนักเรียนจะเป็นเหตุผลที่ไม่มีหลักการทางคณิตศาสตร์มากนัก มักเป็นเหตุผลจากความรู้สึกของนักเรียนที่คิดว่าน่าจะใช้ได้ ซึ่งในช่วงหลังของการทดลองนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยอ้างเหตุผลจากนิยามและความรู้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ได้เรียนมาก่อนหน้าในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee and Chen (2015) ที่พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยาาร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นมีประสิทธิภาพมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนทั่วไป และงานวิจัยของ สาวิตรี มุลสุวรรณ (2557) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนพิจารณา จำแนกความสัมพันธ์ของข้อมูล จัดข้อมูลอยู่ในรูปแบบภาพเพื่อใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล และสร้างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น นอกจากนั้นในขั้นที่ 3 ขั้น Create และขั้นที่ 4 ขั้น Share ผู้วิจัยให้นักเรียนทบทวนการทำงานของตนเอง เกี่ยวกับแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้ แล้วให้นำมาพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้องเรียน ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกในการคิดและการอธิบายเหตุผลของตัวเองประกอบการนำเสนอ โดยในช่วงแรกของการทดลองนักเรียนจะไม่คุ้นชินกับการดำเนินการในขั้นนี้ จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เป็นผู้ฟังมากกว่าเป็นผู้นำเสนอความคิด หลังจากที่ถูกผู้วิจัยได้ใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถาม กระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นของตนเอง พร้อมทั้งเสริมแรงให้กำลังใจ ทำให้นักเรียนกล้านำเสนอความคิดมากขึ้น จึงทำให้มีการให้เหตุผลประกอบที่หลากหลายและยังสามารถทำให้นักเรียนได้เห็นถึงข้อผิดพลาดบางอย่างที่เกิดขึ้นในกระบวนการแก้สถานการณ์ปัญหาของตนเองอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ NCTM (1991) ที่เสนอว่า การฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ ในขณะที่เรียนเนื้อหาหรือทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หากเป็นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าสนใจในคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้อง ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้เด็กนักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองและจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องด้วยตนเอง

2.2 การใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามในการช่วยเหลือนักเรียนในระหว่างการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนได้อธิบายในสิ่งที่คิด ซึ่งช่วยพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในการทดลองหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในขั้นต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้มีการใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบ คือ ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ จึงไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหา และไม่สามารถสร้างสมการทางพีชคณิต ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการของการแก้ปัญหาได้ โดยการถามคำถามกระตุ้นเชิงรายละเอียด เพื่อให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่อย่างละเอียดมากขึ้น และคำถามกระตุ้นเชิงสะท้อน เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบและสะท้อนความคิดในขั้นตอนของการแก้ปัญหา ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ดีขึ้น สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในการทำงานทั้งแบบไม่เป็นทางการและเป็นทางการได้ดีขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาที่มีความสมเหตุสมผลและมีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ Davis and Linn (2000) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามถือเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสะท้อนในขั้นตอนต่าง ๆ ของ

กระบวนการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับ NCTM (2010) ที่เสนอว่า การใช้คำถามที่เหมาะสมในการให้นักเรียน ได้คิดวิเคราะห์เกี่ยวกับแนวคิดการแก้ปัญหา รับรู้จุดแข็งและข้อบกพร่องของแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเอง และใช้การให้เหตุผลอย่างเป็นทางการในการสร้างข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ เป็นการช่วยพัฒนาระดับของการ ให้เหตุผลของนักเรียนอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชาณิกา เพชรสังข์ (2556) ที่ได้ ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิด ซึ่งมีการให้นักเรียนได้มีโอกาสในการอธิบายหรือชี้แจงเหตุผลของตนเอง พบว่าสามารถพัฒนาความสามารถใน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้ คำถาม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา ซึ่งหากสถานการณ์ปัญหามีความน่าสนใจ มีวิธีการ แก้ปัญหาที่หลากหลาย สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือมีความซับซ้อนในกระบวนการคิดหาคำตอบ จะทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและเกิดการแบ่งปันเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย ช่วยให้เกิดประโยชน์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้น

2. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้ คำถาม มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้น โดยที่การดำเนินการในขั้นก่อนหน้าจะมีผลต่อ การดำเนินการในขั้นถัดไป ดังนั้นครูควรมีเวลาให้นักเรียนได้คิดและดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ อย่างเพียงพอ และในการสอนในครั้งแรก ๆ ควรให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับรูปแบบการสอนนี้ก่อน โดยสังเกตได้ จากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นระยะ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการสอนในขั้นตอนถัดไป

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีใบกิจกรรม จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการทำงานของนักเรียนและ ช่วยประหยัดเวลาในการทำงานของนักเรียนมากขึ้น อีกทั้งครูยังสามารถตรวจสอบการทำงานของนักเรียนได้ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดของนักเรียนได้อย่างทันที่ และนำไปปรับปรุง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีขั้นตอนในการให้นักเรียนสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาหรือความรู้ใหม่ที่ได้ จากการแก้สถานการณ์ปัญหา และหากนำไปใช้ร่วมกับเนื้อหาที่มีความหลากหลายของแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีการคิดที่หลากหลาย จึงเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดย ใช้คำถามสามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และความสามารถ ในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้หรือไม่

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- นัฏกัญญา เจริญเกียรติบรร (2547). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง. (2547). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- พีชาณิกา เพชรสังข์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- มันทนา พรหมรักษ์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555ข). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559ก). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558. สืบค้นจาก http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2558.pdf
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559ข). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558. สืบค้นจาก http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2558.pdf
- สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุวัฒนา เอี่ยมอพรพรรณ. (2549). วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.

กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Chin, C. & Osborne. J. (2008). Students' questions: A potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44, 1-39.

Davis, E. A. & Linn, M. C. (2000). Scaffolding students' knowledge integration: prompts for reflection in KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 819-837.

England, L. (2010). Raise the bar on problem solving. *Teaching children mathematics*, 17(3), 156-163.

Krulik, S. (1980). *Problem Solving in School Mathematics: Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

Lee, C. & Chen, M. (2015). Effects of Polya Questioning Instruction for Geometry Reasoning in Junior High School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1547-1561.

National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.

National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.

National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (2010). *Focus in High School Mathematics: Reasoning and Sense Making (Second)*. U.S.A: The National Council of Teacher of Mathematics.

Ozsoy, G. & Ataman, A. (2009). The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 67-82

Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K.. (1989). A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Education. *Science Education*, 73(5), 523-534.

Taylor, J. (1994). Socially Assisted Learning and Mathematical Problem Solving. *Dissertation Abstracts International*. 55(2): 633-B

Wiest, L. R. (1997). *The Role of Fantasy and Real-World Problem Contexts in Fourth Grade and Six-Grade Students' Mathematical Problem Solving* Dissertation Abstracts International-A. 57(1): 5091.