



วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 12, No. 2, 2017, pp. 338 - 352

OJED

An Online Journal
of Education

<http://www.edu.chula.ac.th/ojed>

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้น
ในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
และการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY BY USING THINKING ACTIVELY IN
A SOCIAL CONTEXT WHEEL MODEL AND OPEN-ENDED PROBLEM ON MATHEMATICAL
PROBLEM SOLVING AND CREATIVE THINKING ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS

นางสาวจุติภรณ์ เอียบสร้างกิจ *

Jutiporn Eabsrangky

อาจารย์ ดร.คันสนีย์ เนรเทียน **

Sansanee Nenthien, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 48 คน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นิสิตมหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: aon11mew05@hotmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: sansanee.n@chula.ac.th

ISSN1905-4491

Abstract

The purpose of this research were 1) to compare the mathematical problem solving and creative thinking abilities of eight grade students before and after being taught by using thinking actively in a social context wheel model and open-ended problem ; and 2) to compare the mathematical problem solving and creative thinking abilities of eight grade students between the group being taught by using thinking actively in a social context wheel model and open-ended problem and group being taught by using a conventional approach. The subjects were eight grade students in the second semester of the 2015 academic year at Setthabutbamphen school. There were 50 students in the experimental group taught by using thinking actively in a social context wheel model and open-ended problem and 48 students in the control group taught by using a conventional approach. The experimental materials constructed by the researchers were lesson plans using thinking actively in a social context wheel model and open-ended problem, conventional lesson plans, mathematical problem solving ability tests, and mathematical creative thinking ability tests. The results of the study revealed that 1) the mathematical problem solving and creative thinking abilities of experimental group were statistically higher than those of the students before learning at the .05 level of significance ; and 2) the mathematical problem solving and creative thinking abilities of after learning of experimental group were higher than those of control group at the .05 level of significance.

คำสำคัญ: วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคม/ ปัญหาปลายเปิด/ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

KEYWORDS: THINKING ACTIVELY IN A SOCIAL CONTEXT WHEEL MODEL/ OPEN-ENDED PROBLEM/ MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY/ MATHEMATICAL CREATIVE THINKING ABILITY

บทนำ

ทักษะแห่งอนาคตในศตวรรษที่ 21 เน้นการใช้ชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ไขปัญหาและการสื่อสารการร่วมงานกับผู้อื่น ซึ่ง 3 ทักษะนี้มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของประชาชนคนไทยอย่างยิ่ง สอดคล้องกับคำกล่าวของ วรากรณ์ ท้องนพคุณ (2557) ที่กล่าวว่า ทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีพของสังคมอย่างทั่วถึงและเป็นทักษะที่ช่วยผู้เรียนเตรียมความพร้อมในหลากหลายด้าน ซึ่งหนึ่งในวิชาแกนหลักที่มีความสำคัญในการสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั่นคือ วิชาคณิตศาสตร์ ได้มีการกำหนดกรอบแนวคิดโครงสร้างหลักสูตรเพื่อพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของเยาวชนไทย โดยในด้านองค์ความรู้เชิงวิชาการนั้นจะมีความเกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ (การนำไปใช้) เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบัน และความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายศาสตร์และนำไปใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง สอดคล้องกับคำกล่าวของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2554) ที่ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในแทบจะทุกด้านของชีวิต ตั้งแต่เรื่องเล็กๆ ไปจนถึงเรื่องใหญ่ในศาสตร์สาขาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือแม้กระทั่งในธุรกิจต่างๆ ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้ผู้เรียน

ทุกคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำความรู้จากการแก้ปัญหามานำไปปรับใช้ได้จริงกับชีวิตประจำวัน แต่จากรายงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557) เกี่ยวกับผลการประเมินระดับนานาชาติในโครงการ Programme for International Student Assessment (PISA) ปี 2012 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน และผลการประเมินระดับนานาชาติในโครงการ Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) ในปี ค.ศ. 2011 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน นอกจากนี้จากการประเมินระดับชาติ Ordinary National Educational Test (O-NET) จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ) (2557) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และปีที่ 6 ช่วงปีการศึกษา 2548 - 2557 พบว่าในแต่ละปีนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 จากผลการประเมินทั้งสามโครงการแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนยังไม่สามารถนำความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียนได้เท่าที่ควร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

นอกจากทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาแล้ว ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นอีกหนึ่งทักษะที่ควรได้รับการพัฒนาควบคู่ไปด้วยกัน เนื่องจากการคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดที่เปิดมุมมองความหลากหลาย ความแปลกใหม่ในการแก้ปัญห สอดคล้องกับคำกล่าวของ ไตรสิทธิ์ เบญจบุญยสิทธิ์ และคณะ (2550) ที่กล่าวว่า คนส่วนใหญ่คิดแก้ปัญหาต่างๆ โดยอ้างอิงจากความถนัดของตนเองทำให้ไม่สามารถออกไปจากรูปแบบที่ตนเองเคยมีมาได้ แต่การคิดสร้างสรรค์จะเป็นการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่มีได้อย่างตรงจุด จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไปปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับคำกล่าวของ ฆนัท ธาตุทอง (2554) ที่ว่า ผู้เรียนควรมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบัน เพราะผู้เรียนจะสามารถเผชิญกับสภาวะทางสังคมที่เคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็ง ดังนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งของผู้สอนในการส่งเสริมและผลักดันให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเปิดโอกาสผู้เรียนให้มีการแสดงความคิดเห็น มีการโต้ตอบกับเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียนและนำแนวความคิดเห็นต่างๆ ที่ได้มาสร้างแนวทางที่มีความหลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับคำกล่าวของ สุคนธ์ สินพานนท์ และคณะ (2555) ที่กล่าวว่า หลักการสำคัญในการสร้างผู้เรียนให้เป็นนักคิดอย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นผู้เรียนให้มีการแสดงออก มีการพูดคุย วางแผนและตัดสินใจหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา รูปแบบหนึ่งที่มีความสอดคล้องในการส่งเสริมให้ผู้เรียนดึงความรู้ความคิดของตนเองมาใช้ในการร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็น เพื่อสร้างแนวทางที่มีความเหมาะสมในการแก้ปัญหา คือ รูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้น

ในบริบทเชิงสังคม (Thinking Actively in a Social Context Wheel Model) หรือ รูปแบบวงล้อ TASC ซึ่งรูปแบบดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดย Faulkner (2008) ได้นำหลักการสำคัญของรูปแบบวงล้อ TASC ที่ได้พัฒนามาจาก Wallace และ Bentley (2014) มาปรับให้มีความเหมาะสมกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้ **ขั้นที่ 1 รวบรวม (Gather)** ผู้เรียนสอบถามตนเองว่าสิ่งใดที่ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับปัญหา **ขั้นที่ 2 ระบุ (Identify)** ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ปัญหาต้องการว่าคืออะไร **ขั้นที่ 3 สร้าง (Generate)** ผู้เรียนสร้างแนวทางหรือแนวความคิดของคำตอบที่มีความเป็นไปได้สำหรับปัญหา **ขั้นที่ 4 ตัดสินใจ (Decide)** ผู้เรียนตัดสินใจเลือกแนวทาง หรือวิธีการต่างๆ ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อนำไปแก้ปัญหา **ขั้นที่ 5 ปฏิบัติ (Implement)** ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้สร้างขึ้นเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหา **ขั้นที่ 6 ประเมิน (Evaluate)** ผู้เรียนเปรียบเทียบผลลัพธ์ของคำตอบที่สร้างขึ้นกับเป้าหมายของปัญหาที่ตั้งไว้ **ขั้นที่ 7 สื่อสาร (Communicate)** ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดและคำตอบของตนเองให้กับเพื่อนผู้อื่น และ **ขั้นที่ 8 เรียนรู้จากประสบการณ์ (Learn from experience)** ผู้เรียนมีการสะท้อนสิ่งที่นอกเหนือจากการเรียน จากความหมายและขั้นตอนของรูปแบบวงล้อ TASC แสดงให้เห็นลักษณะของการส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการดึงความรู้ ความคิดของตนเองออกมาใช้ในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นร่วมกันกับผู้อื่น เพื่อสร้างแนวทางที่หลากหลายและตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการนำไปสู่การแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Johnstone (2008) ที่ได้กล่าวว่า รูปแบบวงล้อ TASC สนับสนุนผู้เรียนให้มีความร่วมมือในการทำงาน ซึ่งเป็นการกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนและยังพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ในขณะเดียวกันลักษณะของปัญหาที่ส่งเสริมผู้เรียนให้ผู้เรียนมีการเปิดกว้างทางด้านความคิดและประสบการณ์ของตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ปัญหาปลายเปิด ซึ่ง Becker และ Shimada (1997) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 2 ประเภท **ประเภทที่ 1 กระบวนการเปิด (Process is open)** เป็นปัญหาที่เปิดกว้างในกระบวนการ วิธีการ แนวคิดต่างๆ ที่มีความเหมาะสมในการนำไปสู่การหาคำตอบที่มีความถูกต้อง และ **ประเภทที่ 2 ผลลัพธ์เปิด (End product is open)** เป็นปัญหาที่เปิดกว้างในคำตอบ มีคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ ซึ่งปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถคิดหาคำตอบ หากกระบวนการที่มีความหลากหลาย และมีความแปลกใหม่ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความท้าทายในการคิดหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ สอดคล้องกับ สาลินี เรืองจ้อย (2554) ที่กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการท้าทายให้มีการแสวงหาวิธีการใหม่ๆ ในการหาคำตอบได้อย่างมีความเหมาะสม และผู้เรียนสามารถสร้างปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งปัญหาที่สร้างขึ้นนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมหรือมีพื้นฐานมาจากปัญหาเดิม

จากความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental design) โดยมีรูปแบบสำหรับการทดลอง ดังตาราง

ตารางที่ 1 รูปแบบการวิจัย

กลุ่ม	การทดสอบก่อนการทดลอง	ทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	ความสามารถในการแก้ปัญหาและ	X	ความสามารถในการแก้ปัญหาและ
C	การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	~X	การคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group) C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)
X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อ TASC และปัญหาปลายเปิด
~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนใน สังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ ซึ่งมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 11 ห้องเรียน ห้องเรียนละประมาณ 50 คน และทางโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนห้องที่มีความสามารถใกล้เคียงกันเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 1 ห้องเรียน โดยมีขั้นตอนในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนทั้ง 11 ห้องเรียน มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และเลือก 2 ห้องเรียนที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้แก่ ห้อง ม. 2/3 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 50 คน และ ห้อง ม. 2/4 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 48 คน โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) เท่ากับ 28.24 และ 28.42 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 5.00 และ 6.90 ตามลำดับ

2. ผู้วิจัยนำค่ามัธยเทศ ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของนักเรียนที่เลือก ทั้ง 2 ห้อง มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F – test) ซึ่งผลการทดสอบ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างค่ามัธยเทศ ($\bar{x}$) ของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ด้วยค่าที (t – test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการทดสอบพบว่า คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้องที่ได้คัดเลือกทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และนำคะแนนของทั้ง 2 ห้อง มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F – test) ผลการทดสอบ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างค่ามัธยเทศ ($\bar{x}$) ด้วยค่าที (t – test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการทดสอบพบว่า คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากเพื่อเลือกกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม. 2/3 เป็นกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด และนักเรียนห้อง ม. 2/4 เป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการดำเนินการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด จำนวน 14 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 14 แผน ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการสอน สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 รวบรวม ขั้นที่ 2 ระบุ ขั้นที่ 3 สร้างแนวทางและตัดสินใจ ขั้นที่ 4 ดำเนินการและนำเสนอผลงาน และขั้นที่ 5 เรียนรู้จากประสบการณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย ฉบับละ 4 ข้อ ใช้เวลาในการทำฉบับละ 50 นาที โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และอัตราส่วนและร้อยละ (ฉบับก่อนเรียน) และเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ฉบับหลังเรียน) พร้อมทั้งสร้างข้อสอบในแต่ละเนื้อหาให้เหมาะสมกับจำนวนคาบที่สอน สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละฉบับจะมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ เพื่อใช้จริงจำนวน 4 ข้อ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากความสามารถในการอ่านปัญหา ความสามารถในการสำรวจปัญหา ความสามารถในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และความสามารถในการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบวัดความสามารถในการการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากความสามารถด้านความคิดคล่อง (Fluency) ความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความสามารถด้านความคิดริเริ่ม (Originality)

2. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความรู้ที่จะนำมาใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถามตามองค์ประกอบ เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

3. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ และนำผลคะแนนมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ (Difficulty : p) ซึ่งต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ (Discrimination : r) ต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบทั้งฉบับ ดังนี้ **แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.614 มีค่าความยาก (p) 0.39 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.13 – 0.56 **แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.845 มีค่าความยาก (p) 0.35 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.18 – 0.66 **แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.617 มีค่าความยาก (p) 0.38 – 0.60 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.14 – 0.44 และ**แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน** มีค่าความเที่ยง 0.790 มีค่าความยาก (p) 0.18 – 0.69 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.11 – 0.31

4. ผู้วิจัยเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดที่อยู่ในเกณฑ์การประเมิน และนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนโรงเรียนเศรษฐบุทรบำเพ็ญ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

5. หลังสอนครบตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มและนำผลคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนและหลังเรียน มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้สร้างขึ้น และนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบค่าที (Dependent Sample t – test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5.2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง กับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบค่าที (Independent Sample t – test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน) ก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

	N	($\bar{X}$)	s	T	Sig
ก่อนการทดลอง	50	12.54	4.60	12.66*	0.00
หลังการทดลอง	50	24.22	4.09		

ตารางที่ 3 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน) ก่อนและหลัง การทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง

	N	($\bar{x}$)	s	T	Sig
ก่อนการทดลอง	50	12.84	3.96	5.96*	0.00
หลังการทดลอง	50	19.04	5.27		

*p < .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน) ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	($\bar{x}$)	s	t	Sig
กลุ่มทดลอง	50	24.22	4.09	10.45*	0.00
กลุ่มควบคุม	48	15.63	4.05		

ตารางที่ 5 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน) ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	($\bar{x}$)	s	t	Sig
กลุ่มทดลอง	50	19.04	5.27	2.65*	0.00
กลุ่มควบคุม	48	16.35	4.73		

*p < .05

อภิปรายผล

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบไปในทิศทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ กล่าวคือ

ขั้นที่ 1 รวบรวม และขั้นที่ 2 ระบุนักเรียนได้รับสถานการณ์และปัญหาที่มีความสอดคล้องกับบริบทของนักเรียน มีการอ่าน และทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์ลักษณะของปัญหาปลายเปิดและข้อมูลที่สำคัญของปัญหาปลายเปิด โดยการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงแรกๆ นักเรียนส่วนใหญ่หลังจากอ่านปัญหาปลายเปิดแล้ว นักเรียนไม่เข้าใจลักษณะของปัญหา เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชินกับลักษณะปัญหาปลายเปิด ทำให้นักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของปัญหาตามที่นักเรียนเข้าใจในกระบวนการได้บางครั้งไม่สามารถระบุรายละเอียดของปัญหา หรือสิ่งที่ปัญหาต้องการได้ครบถ้วน และหลังจากที่นักเรียนเข้าใจในกระบวนการมากขึ้นและนักเรียนเริ่มคุ้นชินกับปัญหาปลายเปิด ทำให้นักเรียนสามารถอ่านทำความเข้าใจ และสามารถระบุความสัมพันธ์ของปัญหาและสิ่งที่ปัญหาต้องการได้ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งลักษณะพฤติกรรมดังกล่าวจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการอ่านปัญหาและสำรวจปัญหาดีขึ้น

ขั้นที่ 3 สร้างแนวทางและตัดสินใจ นักเรียนในกลุ่มได้ร่วมกันวางแผนเพื่อสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ได้รับ และตัดสินใจเลือกใช้แนวทางที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1, 6, และ 10 เป็นการเริ่มต้นของเนื้อหาที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการสร้างแนวทาง นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ หลังจากนั้นในแผนต่อๆ มา นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายขึ้น แต่นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถเลือกตัดสินใจใช้แนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ หรือมีการเลือกตัดสินใจที่ค่อนข้างช้า และในแผนการจัดกิจกรรมรู้ช่วงท้ายๆ นักเรียนทุกกลุ่มสามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายที่สุด และสามารถเลือกตัดสินใจแนวทางที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างฉับไว เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับลักษณะของปัญหาที่ได้รับ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถออกแบบและเลือกใช้กลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ดำเนินการ และนำเสนองาน นักเรียนในกลุ่มมีการร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าว รวมถึงประเมินคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาปลายเปิด โดยมีการสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ ซึ่งในช่วงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 – 3 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้นำแนวทางที่สร้างขึ้นมาช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหาไม่นำไปสู่คำตอบของปัญหา และมีความล่าช้าขณะลงมือดำเนินการ รวมถึงนักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น เมื่อต้องออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากกลุ่มเพื่อนที่ออกมานำเสนอ แต่หลังจากที่นักเรียนได้ฝึกฝนบ่อยขึ้น นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำแนวทางที่สร้างขึ้นมาช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาย่างฉับไว แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่กล้าออกมานำเสนองาน แต่นักเรียนกลุ่มอื่นมีการแสดงความคิดเห็น และถามข้อมูลเพิ่มเติมจากกลุ่มเพื่อนที่ออกมานำเสนอมากขึ้น

โดยข้อมูลที่นักเรียนได้สอบถาม เช่น วิธีการที่นำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา ถ้าใช้วิธีการดำเนินการเช่นนี้ แล้วคำตอบที่ได้มีเพียงคำตอบเดียวหรือไม่ คำตอบที่ได้มีความเหมาะสมแล้วหรือไม่ เป็นต้น ซึ่งคำถามหรือการ แสดงความคิดเห็นจากเพื่อนกลุ่มอื่น จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิด และสามารถตอบคำถามเพื่อนได้ อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล ของคำตอบ รวมไปถึงความสมเหตุสมผลของวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาปลายเปิดอย่างเป็นระบบ

ขั้นที่ 5 เรียนรู้จากประสบการณ์ นักเรียนในกลุ่มได้มีการแก้ไขปัญหาลายเปิดอีกปัญหาหนึ่งที่มี ความสอดคล้องกับปัญหาแรก โดยนำประสบการณ์ ความรู้ แนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงวิธีการทำงานที่ได้ จากการแก้ปัญหาลายเปิดปัญหาแรกเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาใหม่ เป็นการทำให้นักเรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับ วิธีการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น และแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนักเรียนจะได้พัฒนาทั้งความสามารถใน การอ่านปัญหา สรุปรวปัญหา การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหารวมถึงการตรวจสอบและสะท้อน ความถูกต้องของคำตอบและกระบวนการแก้ปัญหาอีก

จากข้างต้นที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ วงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาลายเปิด ได้ไปส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่มตลอดการจัดกิจกรรมผ่านการแก้ปัญหาลายเปิด นักเรียนทุกคนต้องร่วมกันคิดหาแนวทาง แก้ปัญหาให้กับกลุ่มของตนเองทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่มีความรู้ ความคิด และ ประสบการณ์ของตนเองให้กับผู้อื่นได้รับฟัง และรับฟังความคิดของเพื่อนคนอื่นๆ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธี คิด และวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาลายเปิดได้มากมาย ซึ่งส่งผลให้การแก้ปัญหานักเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ Bitter (1990) กล่าวว่า การให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อร่วมกัน พิจารณาว่าข้อมูลของปัญหาคืออะไร ปัญหาถามอะไร เป็นการฝึกนักเรียนให้รู้จักทำงานร่วมกัน มีการแสดง ความคิดเห็นซึ่งกันและกันจะส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนรรักษ์ สุวรรณสนธิ์ (2550) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหามาของ Polya ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีลักษณะมุ่งเน้น ให้นักเรียนได้ร่วมกันอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาว่าสิ่งที่ต้องค้นหาคืออะไร ส่วนที่สำคัญของปัญหา คืออะไร และวางแผนพร้อมทั้งดำเนินการแก้ปัญหารวมถึงตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนโดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหามาของ Polya มีความสามารถในการ แก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วณิชนา เจริญดี (2555) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ลักษณะ กิจกรรมจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างแนวทางที่มีความหลากหลายเพื่อแก้ไขปัญหาลายเปิดที่ได้รับ และ เลือกใช้วิธีที่ผู้เรียนคิดว่ามีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปสู่คำตอบของปัญหาที่ดีที่สุด ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่านักเรียน ที่ไม่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการแบบเปิด

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดมีการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการคิดค้นหาข้อมูลหรือวิธีการต่างๆ ที่มีความหลากหลาย และมีความแตกต่างไปจากเดิม เช่น ใน **ขั้นที่ 1 รวบรวม** หลังจากที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนประกอบกับการใช้คำถามของผู้สอน ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันค้นหาข้อมูลต่างๆ ที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ได้รับ เพื่อนำมาใช้ประกอบการตอบคำถามที่ผู้สอนมอบให้ โดยในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการเสนอความคิด หรือเสนอข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้น้อยทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่ผู้สอนมอบให้ได้ แต่หลังจากที่นักเรียนได้มีการฝึกฝนให้ร่วมกันเสนอความคิดเห็นต่าง ๆ ทำให้นักเรียนหลายกลุ่มเริ่มมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และนักเรียนหลายกลุ่มได้ช่วยกันเสนอข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ทำให้มีข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น และบางข้อมูลที่ได้เสนอนั้นมีความแปลกใหม่ ซึ่งสร้างความสนใจให้กับเพื่อนในห้อง ทำให้เพื่อนๆ มองเห็นแนวทางสำหรับนำมาในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ๆ และสามารถเสนอข้อมูลได้หลากหลายประเภทที่สามารถนำมาใช้ตอบคำถามที่ผู้สอนมอบให้ได้อย่างหลากหลายคำตอบ ใน **ขั้นที่ 3 สร้างแนวทาง และตัดสินใจ** นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ได้รับ ซึ่งในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถสร้างแนวทางเพื่อนำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาได้ หรือแนวทางที่สร้างขึ้นมีเพียงแนวทางเดียวและยังไม่เหมาะสมสำหรับปัญหานั้น เนื่องจากนักเรียนไม่มีการพูดคุยกันในกลุ่ม ไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดในการหาแนวทาง แต่ในช่วงหลังของการจัดกิจกรรมนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันระดมความคิด พูดคุยปรึกษากันในกลุ่มมากขึ้น และช่วยกันเสนอแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แนวทางเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น มีตัวเลือกสำหรับนำมาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น และนักเรียนในกลุ่มจะช่วยกันเลือกใช้แนวทางที่ง่ายที่สุด และมีความเหมาะสมสำหรับปัญหานั้นทำให้คำตอบที่ได้มีความเหมาะสมกับสิ่งที่ปัญหาต้องการ และใน **ขั้นที่ 4 ดำเนินการและนำเสนองาน** ช่วงที่นักเรียนมีการนำเสนองาน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นเสนอความคิด หรือสอบถามแนวทางในการแก้ปัญหา รวมไปถึงคำตอบของปัญหาของกลุ่มที่ออกมานำเสนอ ช่วยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมองเห็นแนวทางและลักษณะของคำตอบที่แตกต่างไปจากกลุ่มของตนเองทำให้นักเรียนได้เห็นแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหาที่หลากหลายขึ้น นักเรียนบางกลุ่มมองเห็นการประยุกต์แนวทางที่เพื่อนนำเสนอกับแนวทางของกลุ่มตนเองและนำมาปรับใช้จนกลายเป็นแนวทางที่มีความแปลกใหม่ขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง ตลอดจนสามารถสร้างคำตอบของปัญหาที่ความต่างไปจากแนวคิดเดิม หรือมีความแปลกใหม่จากสิ่งที่กลุ่มอื่นเสนอ จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าลักษณะดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนส่วนใหญ่เปิดกว้างทางความคิดในการสร้างแนวทางที่มีประสิทธิภาพเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการหา

คำตอบของปัญหาที่มีความหลากหลาย ซึ่งส่งเสริมความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น ขณะที่นักเรียนบางคนสามารถต่อยอดความคิดจนได้คำตอบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากนักเรียนคนอื่น ซึ่งเป็นคำตอบของความคิดริเริ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goddard (2008) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้รูปแบบวงล้อการเรียนรู้ TASC เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนที่มีอายุ 11 ปี โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อสร้างแนวทางที่หลากหลายก่อนตัดสินใจเลือกใช้แนวทางที่ดีที่สุด ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้ใช้รูปแบบวงล้อ TASC มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์งานที่ได้มอบหมายได้ดี มีตัวเลือกที่หลากหลายในการตัดสินใจ และรู้สึกว่าคุณเองอยู่ในสถานะเป็นผู้นำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรพรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ลักษณะกิจกรรมเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาแล้วระดมความคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากนั้นทำการเลือกวิธีการที่แปลกใหม่ เหมาะสมเป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิศมัย อาแพงพันธ์ (2551) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ ความคิด หรือประสบการณ์ที่มีมาใช้ในการประยุกต์สร้างแนวทางที่มีความหลากหลาย มีความแปลกใหม่เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดในแต่ละขั้นตอนอาจใช้เวลาค่อนข้างนาน ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยเตรียมเนื้อหาและปัญหาให้เหมาะสม เตรียมวิธีการในการดำเนินกิจกรรม เตรียมการใช้คำถามที่จะใช้ในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้กิจกรรมมีความกระชับและไม่ซับซ้อน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ผู้สอนจำเป็นต้องสังเกตลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในการทำงานร่วมกันกับเพื่อน เพื่อผู้สอนจะได้ปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนได้อย่างตรงจุด เนื่องจากลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่นักเรียนได้รับ และลักษณะการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นเป็นกิจกรรมที่นักเรียนอาจยังไม่คุ้นเคย

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิด ผู้สอนต้องให้เวลาผู้เรียนได้คิดหาแนวทางและคำตอบ และกระตุ้นผู้เรียนให้มีการพูดคุย แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนคนอื่น เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้ใช้ศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ หรือในชั้นอื่นๆ หรือในรายวิชาอื่นๆ

2.2 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวงล้อการคิดอย่างกระตือรือร้นในบริบทเชิงสังคมและปัญหาปลายเปิดที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมจะส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประสบการณ์ของตนเองกับผู้อื่น ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอของนักเรียนได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2554). *การคิดเชิงสังเคราะห์*. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซัคเซส มีเดีย.

ชนัท ธาตุทอง. (2554). *สอนคิด : การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด*. ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

พิศมัย อาแพงพันธ์. (2551). *ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ครูศาสตรมหาบัณฑิต)*, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ไตรสิทธิ์ เบญจบุญยสิทธิ์, พงศ์ศักดิ์ วิจารณ์ะเดช, และ พันธพงศ์ ตั้งธีระสุนันท์. (2550). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดย TRIZ (Theory of inventive problem solving)*. ส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) (โครงการตำรา): สมาค.

วนัญญา เจริญดี. (2555). *การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วรางคณา ทองนพคุณ. (2557). *ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความท้าทายในอนาคต*. Retrieved from <https://www.l3nr.org/posts/551516>.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2557). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินักเรียนขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2559, จาก http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2558.pdf.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) และ TIMSS*. สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2559, จาก <http://pisathailand.ipst.ac.th/>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *บทสรุปผลการวิจัย TIMSS*. สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2559, จาก http://www.ipst.ac.th/files/executive%20TIMSS%202011_PPT.pdf.

- สาลินี เรืองจ้อย. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์, และพรณี สินธพานนท์. (2555). พัฒนาทักษะการคิด—ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: 9119 เทคนิคพรินต์.
- อนุรักษ์ สุวรรณสนธิ. (2550). ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *ศึกษาศาสตร์ (ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา) มข.*, 1(1).
- อรรณณ ตันสุวรรณรัตน์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*. 5, 1, 115-128.

ภาษาอังกฤษ

- Becker, J. P. & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: a new proposal for teaching mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bitter, G. (1990). *Mathematics methods for the elementary and middle school: a comprehensive approach*. Boston: Allyn & Bacon.
- Faulkner, C. (2008). Creativity and thinking skills in mathematics: using the tasc wheel as the basis for talented pupils to create their own thinking frameworks. *Gifted Education International*. 24, 2 – 3, 288 – 296.
- Goddard, H. (2008). School in focus celebrating success. *Gifted Education International*. 24, 2 – 3, 285 – 287.
- Johnstone, F. (2008). TASC: Thinking actively in a social context in cowall, Argyll and Bute, Scotland. *Gifted Education International*, 24(2-3), 262-274.
doi:10.1177/026142940802400317
- Wallace, B., & Bentley, R. (2014). *Teaching thinking skills across the middle years: A practical approach for children aged 9-14* (1 ed.). NACE/Fulton: Taylor & Francis.