



Research Article

THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES USING INQUIRY AND REFLECTION WITH
THE GEOGEBRA ON MATHEMATICAL CONCEPTUAL KNOWLEDGE GRAPH OF
QUADRATIC FUNCTION OF NINTH GRADE STUDENTS

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม
GeoGebra ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Received: March 31, 2023

Revised: June 15, 2023

Accepted: July 4, 2023

Julaluck Sompakdee^{1*} Chanisvara Lertamompong² and Songchai Ugsonkid³

จุฬาลักษณ์ สมภักดี^{1*} ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์² และทรงชัย อักษรคิด³

^{1,2,3}Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the students' mathematical concepts on the graph of a quadratic function of ninth grade students after learning using inquiry and reflection with GeoGebra with 70 percent criteria and 2) to study guidelines for learning activities using inquiry and reflection with GeoGebra to promote mathematical concepts. The samples for this research consisted of 36 ninth grade students from a large school in Nonthaburi province selected through Cluster Random sampling. The research instruments used in the study consisted of 7 lesson plans for learning activities using inquiry and reflection with GeoGebra on graphs of quadratic functions and a test of mathematical concepts. The statistics for data analysis were mean, percentage, standard deviation, and t-test for one sample. The research results revealed that 1) the mathematical concept on the graph of a quadratic function of ninth grade students after learning using inquiry and reflection with GeoGebra was significantly higher than the 70 percent criteria with statistically significant at .05 level, and 2) the guidelines for learning activities by inquiry and reflection with GeoGebra on the graph of a quadratic function included using observational questions, practicing group activities, and reflecting with GeoGebra, which emphasized conceptualization and promoted students to reflect on their own ideas and connect information from their prior knowledge to create new concepts.

Keywords: Inquiry and Reflective Learning, GeoGebra, Mathematical Concepts, Graphs of Quadratic Functions

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 36 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 7 แผน และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t ผลการวิจัย พบว่า 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ได้แก่ ใช้คำถามกระตุ้นการสังเกต ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มและสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ และส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนความคิดของตนเองเชื่อมโยงข้อมูลจากความรู้พื้นฐานเดิมเพื่อสร้างมโนทัศน์ใหม่

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิด มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โปรแกรม GeoGebra กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

บทนำ (Introduction)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน และรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (Ministry of Education, 2008) ในการจัดการเรียนการสอนควรปลูกฝังให้นักเรียนในเรื่องของความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล เป็นคนช่างสังเกต ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักมองและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น โดยจุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบ คือการเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด นำไปวิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2013)

จากจุดเน้นของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ มีวิจารณญาณ และมีการคิดที่เป็นระบบ สามารถสร้างองค์ความรู้เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจหรือแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2013) จึงอาจกล่าวได้ว่าคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาการคิดของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ มีทักษะและมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การใช้แก้ปัญหาต่างๆ และดำรงชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้เป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือ การใช้วิธีการ เครื่องมือ แนวคิด และหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ร่วมกับการมีกระบวนการทางสติปัญญาที่มีประสิทธิภาพของนักเรียน ซึ่งจะต้องมีความรู้หรือมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นต้องมีก่อนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Kinard & Kozulin, 2008) ผู้สอนจึงต้องตระหนักถึงวิธีหรือแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีทักษะการคิด การคำนวณ การให้เหตุผล

การแก้ปัญหาและกระบวนการที่จำเป็น เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต เมื่อพิจารณาธรรมชาติและโครงสร้างของคณิตศาสตร์พบว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ทั้งสองประเภท มีความสำคัญต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งาน (Makanong, 2014) แต่ในปัจจุบันการเรียนการสอนของครูส่วนใหญ่สอนความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ครูสอนได้ง่ายและนักเรียนเรียนรู้ได้เร็วเพราะจำขั้นตอนการทำงานตามตัวอย่างที่ครูให้และฝึกทำจนสามารถทำได้ด้วยตนเอง ต่างจากความรู้เชิงมโนทัศน์ที่นักเรียนต้องเข้าใจความหมาย ที่มาของความรู้ นั้น และบางครั้งต้องใช้ความคิดขั้นสูง สอดคล้องกับคำกล่าว Sripahon (1993) ที่ว่า การให้นักเรียนได้พัฒนาโนทัศน์เป็นเรื่องสำคัญ ถ้าผู้สอนสอนแต่ข้อเท็จจริงโดยให้ข้อมูลต่างๆ แล้วให้นักเรียนจดจำรายละเอียดทำให้เกิดความยุ่งยากในการเข้าใจและเป็นการเรียนที่ไม่มีที่สิ้นสุด แต่ถ้าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะมโนทัศน์ก็จะทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้รับเบื้องต้นหรือมโนทัศน์นั้นๆ ไปสู่ความรู้ใหม่ได้เรื่อยๆ เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานในการเรียนรู้ในระดับสูงต่อไป ดังนั้น ผู้สอนควรสอนทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนกระบวนการควบคู่กันไป เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้นมีที่มาหรือความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร โมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ได้ถูกต้อง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) ถึงแม้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งเน้นการพัฒนานักเรียนทั้งด้านความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่จากผลการประเมินต่างๆ พบว่า ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนร่วมกับนานาชาติในโครงการ PISA ปี ค.ศ. 2018 โดยทำการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติที่มีคะแนนเฉลี่ย 489 คะแนน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2019) จากผลการประเมินระดับนานาชาติแสดงให้เห็นว่าภาพรวมของนักเรียนไทยยังคงมีปัญหาด้านการคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปใช้ โดยปัญหาที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประการหนึ่ง คือ นักเรียนขาดมโนทัศน์ที่ดีทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เดิมไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาหรือมโนทัศน์ใหม่ ล้วนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งสิ้น และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี พบว่า ในเรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการอธิบายลักษณะและการเขียนกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสรุปเนื้อหาเป็นความรู้ของตนเองได้ และยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์อยู่มาก ทำให้นักเรียนนำไปใช้ในการหาคำตอบได้ไม่ดีเท่าที่ควร

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เป็นวิธีการที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา การแสวงหาความรู้ โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้และวิธีการในการดำเนินการต่างๆ ด้วยตนเอง เพื่อสร้างความรู้ใหม่ แก้ปัญหาหรืออธิบายเหตุผลเกี่ยวกับข้อความที่ได้จากสถานการณ์ต่างๆ ที่นักเรียนสนใจ โดยอาศัยการเชื่อมโยงความรู้เดิมและประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้จนเกิดเป็นความรู้ใหม่ อีกทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และหาคำตอบสำหรับปัญหาของตนได้ (Pedaste et al., 2015) ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบการสะท้อนคิด คือรูปแบบการเรียนรู้ที่มีส่วนช่วยในการเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน การสะท้อนคิดมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนเพราะมุ่งที่จะหาข้อสรุป โดยวัตถุประสงค์ของการสะท้อนคิดเพื่อที่จะมองเห็นปัญหาและเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นเปรียบเสมือนการมองปัญหาเป็นการต่อจิ๊กซอว์ให้เชื่อมและเข้าไปด้วยกันโดยผู้สะท้อนคิดเข้าใจปัญหาที่ตนเองเผชิญอยู่ และสามารถมองเห็นแนวทางที่จะแก้ไขปัญหานั้นๆ ได้ กล่าวคือ ผู้เรียนเป็นผู้ประเมิน ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เพื่อให้ทราบถึงผลการเรียนรู้หรือการทำงานของตนจึงส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Lougham,

1996) นอกจากวิธีการจัดการเรียนรู้แล้ว สื่อการเรียนการสอนก็มีความสำคัญต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน กล่าวคือเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจบทเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ส่งเสริมประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมให้กับนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) ทั้งนี้ โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต GeoGebra เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อปฏิสัมพันธ์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ผ่านการสร้างและสำรวจ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนกราฟและอธิบายลักษณะของกราฟได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ และสามารถสร้างข้อความคาดการณ์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว สอดคล้องกับ Yongtangrue (2016) ได้กล่าวว่า โปรแกรม GeoGebra มีจุดเด่นที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากโปรแกรม GeoGebra มีคุณสมบัติเด่นที่สามารถเคลื่อนไหว หรือเปลี่ยนค่าต่างๆ ของฟังก์ชัน ทำให้นักเรียนสามารถสังเกตเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างสมการและกราฟได้อย่างชัดเจน ซึ่งทำให้โปรแกรม GeoGebra เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมเห็นชัดเป็นรูปธรรมมากขึ้น ดังเช่น งานวิจัยของ Kaewthip (2018) ได้พัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความรู้เชิงมโนทัศน์อยู่ในระดับมากที่สุดและความรู้เชิงขั้นตอนอยู่ในระดับมากที่สุดควบคู่กัน เมื่อนักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์ดีแล้วนักเรียนจะมีความรู้เชิงขั้นตอนที่ดีด้วยการแสดงออกจากการอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานใช้แก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ต้องสมบูรณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับผู้สอนโดยใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการวางแผนและจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 36 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาเรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เวลาทั้งหมด 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 4 สัปดาห์

ตัวแปรในการวิจัย

ตัวจัดกระทำ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 7 แผน ระยะเวลา 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนทีละขั้นตอนและต่อเนื่องบนความรู้ความคิดพื้นฐานเดิมและลงมือแสวงหาความรู้ใหม่ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกตและสะท้อนการคิด ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและกำหนดมโนทัศน์ ขั้นที่ 3 ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นการประเมินตนเอง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมี $\bar{X} = 4.72$ และ $SD = 0.46$

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 แบบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน และตอนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 30 คะแนน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมและนำไปใช้ได้

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 แผน ระยะเวลา 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) เมื่อดำเนินการตามที่กำหนดไว้แล้วในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 7 แผน จำนวน 12 คาบเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสองหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t – Test
- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยหารูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการปฏิบัติที่ดีจากการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมของผู้วิจัย และการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสะท้อนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิจัย (Results)

- ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดัง Table 1

Table 1

The results compared the average score of mathematical concepts with the 70%

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD	t	Sig. (1-tailed)
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	36	30	22.19 (73.98%)	2.72	2.63*	.01

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จาก Table 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง มีค่าเท่ากับ 22.19 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.98 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์กับเนื้อหา เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ได้ผลการวิเคราะห์แสดง ดัง Table 2

Table 2

The results of the conceptual test are classified by content. Subject: Graph of quadratic function

ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์จำแนกตามเนื้อหา เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

มโนทัศน์ของเนื้อหา	จำนวนข้อสอบ	
	แบบปรนัย (ร้อยละ)	แบบอัตนัย (ร้อยละ)
1) ฟังก์ชันกำลังสอง	2 ข้อ (77.78)	-
2) กราฟของฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2$ เมื่อ $a \neq 0$	2 ข้อ (77.78)	-
3) กราฟของฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + k$ เมื่อ $a, k \neq 0$	4 ข้อ (77.08)	-
4) กราฟของฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดด้วยสมการ $y = a(x - h)^2$ เมื่อ $a, h \neq 0$	3 ข้อ (75.93)	-
5) กราฟของฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดด้วยสมการ $y = a(x - h)^2 + k$ เมื่อ a, h และ $k \neq 0$	6 ข้อ (75.46)	1 ข้อ (79.44)
6) กราฟของฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ $c \neq 0$	3 ข้อ (63.89)	1 ข้อ (66.11)
รวม	20 ข้อ	2 ข้อ

จาก Table 2 พบว่า ร้อยละของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ส่วนใหญ่สูงกว่าร้อยละ 70 เมื่อพิจารณา มโนทัศน์ของเนื้อหาแต่ละข้อ พบว่า มโนทัศน์ของเนื้อหาฟังก์ชันกำลังสองและกราฟของฟังก์ชันกำลัง

สองที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2$ นักเรียนได้คะแนนสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 77.78 และเนื้อหากราฟของฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ $c \neq 0$ นักเรียนยังได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70

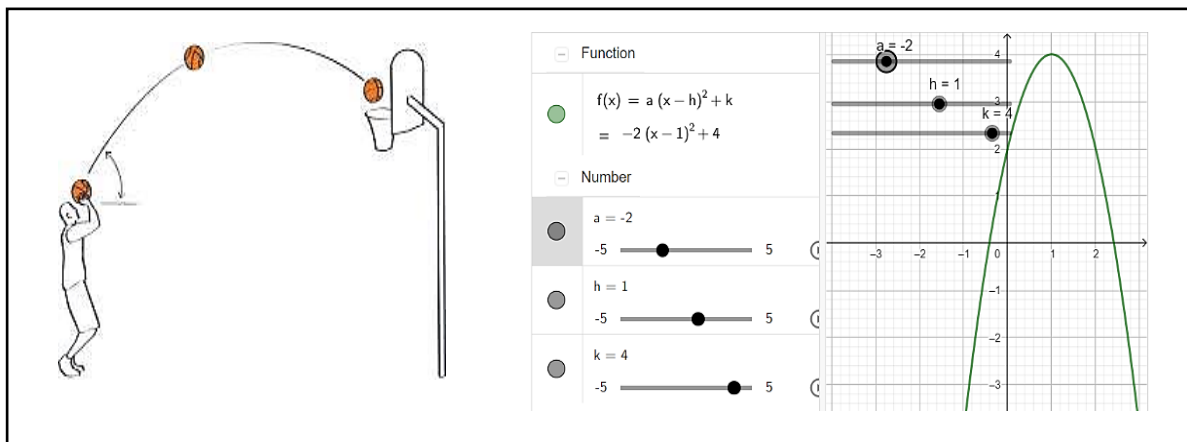
2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียด ดังนี้

1) ครูใช้คำถามกระตุ้นการสังเกตและสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในขั้นนำ ครูกระตุ้นผู้เรียนด้วยการทำกิจกรรม นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านโปรแกรม GeoGebra โดยให้นักเรียนสังเกตผลที่ได้และสะท้อนความคิดจากการทำกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะพบว่านักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมทั้งถูกต้องและไม่ถูกต้อง ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนยังไม่กล้าสะท้อนความคิดของตนเองและไม่กล้าเขียนแสดงสิ่งที่ตนเองสังเกตได้เพราะกลัวไม่ถูกต้อง ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด อาจใช้คำถาม "Thinking Time" เช่น จากกราฟของฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = a(x - h)^2 + k$ เมื่อค่า a มากกว่า 0 หรือน้อยกว่า 0 กราฟจะมีลักษณะอย่างไร เพื่อให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามและแสดงความคิดของตนเองมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและสามารถแก้ปัญหาให้นักเรียนได้ตรงจุดมากขึ้นด้วย ดัง Figure 1

Figure 1

Examples of activities using media through the GeoGebra program and using the "Thinking Time"

ตัวอย่างกิจกรรมโดยใช้สื่อผ่านโปรแกรม GeoGebra และใช้คำถาม "Thinking Time"



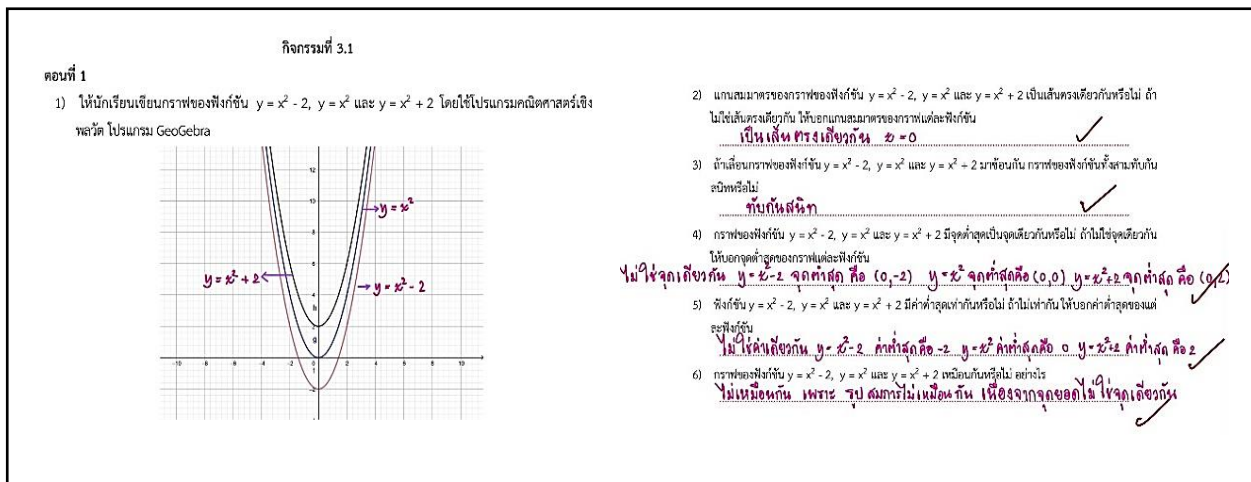
จาก Figure 1 เป็นกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสังเกตลักษณะทั่วไปของกราฟของฟังก์ชัน $y = a(x - h)^2 + k$ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra พร้อมตอบคำถามในใบกิจกรรม "Thinking Time"

2) ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยที่เน้นการสร้างมีโนทัศน์ นักเรียนมีโอกาสร่วมทำกิจกรรมที่ครอบคลุมอย่างทั่วถึง ผ่านการอธิบายเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสำรวจ หรือการลงมือปฏิบัติ เช่น ครูให้นักเรียนเขียนกราฟของสมการฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดให้ ผ่านโปรแกรม GeoGebra จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนความรู้ ความเข้าใจ และตอบคำถามจากกิจกรรมนั้น ซึ่งพบว่า ในช่วงแรกนักเรียนไม่กล้าเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม ครูต้องคอยให้คำแนะนำชี้จุดสำคัญให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของมีโนทัศน์ย่อยในแต่ละส่วน โดยใช้ความรู้จากขั้นก่อนหน้ามาเชื่อมความสัมพันธ์กับกิจกรรมและสร้างมีโนทัศน์ใหม่อย่างเป็นระบบ รวมถึงสรุปมีโนทัศน์ที่เป็นมีโนทัศน์หลักในเนื้อหาที่เรียนได้อย่างถูกต้อง ดังเช่น Figure 2

Figure 2

Examples of activities using media through the GeoGebra program

ตัวอย่างการทำกิจกรรมโดยใช้สื่อผ่านโปรแกรม GeoGebra



จาก Figure 2 นักเรียนเขียนกราฟของฟังก์ชัน $y = x^2 - 2$, $y = x^2$ และ $y = x^2 + 2$ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra พร้อมตอบคำถามในใบกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอนและตอบคำถามได้ถูกต้อง

การอภิปรายผล (Discussions)

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยบนทัศนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาระบบการคิดของนักเรียนที่ละขั้นตอนและต่อเนื่อง โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกระบวนการ ครูสนับสนุนและส่งเสริมการคิดและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม ดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนบนความรู้ ความคิดพื้นฐานเดิมและลงมือแสวงหาความรู้ใหม่ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจในทัศนคติทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกตและสะท้อนการคิด นักเรียนได้เตรียมความพร้อมเพื่อการเรียนรู้ทัศนคติใหม่ ครูตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนทั้งด้านความรู้และความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ทัศนคติใหม่ โดยผ่านการทำกิจกรรมและการใช้คำถาม ซึ่งครูมีบทบาทเป็นผู้ตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนสังเกตใบงาน หรือสื่อการเรียนการสอนผ่านโปรแกรม GeoGebra เช่น ให้นักเรียนเขียนกราฟของฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรม GeoGebra พร้อมตอบคำถามในใบกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการศึกษา สืบสอบ และนักเรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับกิจกรรมออกมา ทำให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม และครูได้ตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนด้วย สอดคล้องกับ Mekanong (2003) ที่กล่าวว่า ควรจัดสื่อการเรียนรู้น่าสนใจและมีประสิทธิภาพที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนเดิม จะช่วยให้เรียนรู้ทัศนคติใหม่ ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและกำหนดทัศนคติ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เชื่อมทัศนคติเดิมมาสู่ทัศนคติใหม่ เช่น ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปลักษณะทั่วไปของกราฟของฟังก์ชันกำลังสองประกอบการใช้โปรแกรม GeoGebra จากกิจกรรมที่ทำในขั้น

แรก จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นในใบงานหรือใบกิจกรรม (ลองทำดู) โดยใช้โน้ตชนเดิมที่นักเรียนมีอยู่ และคอยให้คำแนะนำชี้จุดสำคัญให้นักเรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของโน้ตชนย่อยในแต่ละส่วน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ค้นพบโน้ตชนหรือความคิดหลักและเชื่อมความสัมพันธ์ของโน้ตชนที่ได้ รวมถึงสรุปโน้ตชนที่เป็นโน้ตชนหลักในเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Hiebert (1990) ที่เสนอว่า การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ กฎ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์และการตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผล การกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ช่วยสนับสนุนความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ มีการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับข้อมูลใหม่ หรือเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งจะให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนได้ฝึกใช้มโนทัศน์หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถนำมโนทัศน์นั้นไปแก้ปัญหาเองได้ อาจเพราะเป็นการทำงานอย่างต่อเนื่องในทันที ทำให้นักเรียนใช้มโนทัศน์ที่เรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ในบางโจทย์ปัญหาที่มีความรู้ขึ้นมาประยุกต์ด้วย เช่น ในการสรุปลักษณะทั่วไปของกราฟฟังก์ชันกำลังสองในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$ ต้องจัดให้อยู่ในรูป $y = a(x - h)^2 + k$ อาจต้องใช้ความรู้เดิมเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม ครูต้องคอยตรวจสอบความเข้าใจ และคอยชี้แนะให้นักเรียนค่อย ๆ ใช้ความรู้มาแก้ปัญหาเองให้สำเร็จด้วยตนเองได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการประเมินตนเอง นักเรียนสะท้อนมโนทัศน์และการเรียนรู้ของตนเอง โดยประเมินตนเองและประเมินแบบกลุ่ม นักเรียนได้ประเมินตนเองในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่มและความพึงพอใจในการทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อน ตรวจสอบองค์ความรู้ของกลุ่มตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Srisaart (2011) ได้กล่าวว่า การประเมินตนเองเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้าง และเป็นข้อมูลประกอบการเรียนรู้เพิ่มเติม ทำการสะท้อนคิดการเรียนรู้ (Reflection) ในประเด็นสำคัญ เช่น ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทักษะที่ได้รับจากกิจกรรม แนวทางการนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ เป็นต้น อีกทั้งผู้วิจัยประเมินนักเรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย เช่น ประเมินจากการตรวจใบงาน แบบฝึกหัด และประเมินจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรม เพื่อสะท้อนความสามารถของนักเรียนตามสภาพจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของตนเอง สิ่งที่ต้องปรับปรุงหรือแก้ไขในการเรียนครั้งต่อไป ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการพัฒนาตนเอง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suangsomboon (2019) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่าก่อนเรียน และงานวิจัยของ Sangthong (2021) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการใช้โปรแกรม GeoGebra ส่งเสริมความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ได้เป็นอย่างดี

2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งการวิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่า

1) การใช้คำถามกระตุ้นการสังเกตและสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเป็นส่วนเริ่มต้นในการสร้างมโนทัศน์ และการทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านโปรแกรม GeoGebra ในขั้นสอนเป็นส่วนเดิมเติมให้นักเรียนมี มโนทัศน์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Kittivarakun (2018) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ซึ่งเป็นโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ด้วยการสังเกตจากตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง โดย

มีครูคอยให้ความช่วยเหลือผ่านการใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียน และมีการอธิบายถึงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการเขียนข้อความเชิงบทนิยามและข้อความคาดการณ์ที่ถูกต้องจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ ผ่านการสำรวจ สิ่งที่เหมาะสมและสิ่งที่แตกต่างกันในหลาย ๆ ตัวอย่าง ได้อย่างรวดเร็วและได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนสอดคล้องกับ Seebudsri (2020) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการสะท้อนคิดส่งผลด้านพัฒนาการความสามารถของนักเรียน เนื่องจากลักษณะของกิจกรรมการสะท้อนคิดเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานและเกิดการสะท้อนคิดเกี่ยวกับงานที่ทำ ประกอบกับการเขียนสะท้อนคิดและการพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่มทำให้นักเรียนแต่ละคนมองเห็นภาพการทำงาน เข้าใจในทุก ๆ ขั้นตอนของงานที่ทำอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2) การลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยที่เน้นให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันสร้างมโนทัศน์ ส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสร่วมทำกิจกรรมที่ครอบคลุมได้อย่างทั่วถึง ผ่านการอธิบายเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสำรวจ หรือการลงมือปฏิบัติ สอดคล้องกับ Ornstein and Lasley (2000) กล่าวว่า การสอนที่ใช้การแบ่งกลุ่มย่อยทำให้กิจกรรมมีความท้าทาย น่าสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีความก้าวหน้าตามศักยภาพของตนและส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน นักเรียนร่วมกันสะท้อนความรู้ ความเข้าใจ และตอบคำถามจากกิจกรรมนั้น อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถดูแลให้คำปรึกษาได้ดียิ่งขึ้น ครูจะคอยให้คำแนะนำชี้จุดสำคัญให้นักเรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อยในแต่ละส่วน เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบมโนทัศน์หรือความคิดหลัก และเชื่อมความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่ได้ รวมถึงสรุปมโนทัศน์ที่เป็นมโนทัศน์หลักในเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Puchasupawong (2018) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสร้าง มโนทัศน์จะต้องมีการจัดลำดับตามขั้นตอน มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันของเนื้อหา มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูและนักเรียนโดยวางแผนแนวทางให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดไปสู่การสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง การจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยการตั้งคำถามที่แสดงถึงความเชื่อมโยงและก่อให้เกิดการคิดของผู้เรียนไปในแนวทางที่ถูกต้อง สามารถพัฒนาไปเป็นความเข้าใจที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง มีเวลาให้คิดค้น ไตร่ตรอง วิเคราะห์ในการสร้างแนวคิดใหม่ในวิถีทางที่ตนเข้าใจ ยิ่งไปกว่านั้นครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นสะท้อนความคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยกว่าคำตอบในขั้นสุดท้าย หากผู้เรียนได้รับการฝึกฝนการใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและการเรียนในระดับที่สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบและการสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ผู้สอนควรมีการเตรียมพร้อมในการสนับสนุนนักเรียนให้เกิดการสะท้อนคิด การแก้ปัญหา เช่น การเตรียมคำถามย่อยที่ใช้ในการพูดคุยเพื่อเอื้อให้นักเรียนเกิดการคิดหรืออธิบายความคิดของตนเอง รวมถึงการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ในแต่ละชั้นควรมีเวลาเพียงพอที่จะให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการคิดไปกับกระบวนการในชั้นต่างๆ อย่างเต็มที่ อีกทั้งมีโอกาสดำเนินการกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ฝึกใช้มโนทัศน์หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ และนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่หลากหลายยิ่งขึ้น

1.2 นักเรียนควรมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ในระดับหนึ่ง เช่น มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม GeoGebra เนื่องจากนักเรียนจะต้องเป็นผู้ดำเนินการในทุกกระบวนการสืบสอบและการสะท้อนคิดด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการคิด สืบค้นความรู้ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra และนักเรียนในห้องเรียนควรมีพฤติกรรมของการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน อีกทั้งครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสะท้อนความคิดระหว่างการเรียนรู้ เพื่อประเมินนักเรียนเป็นระยะๆ และตรวจสอบความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการสืบสอบของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น เพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบสะท้อนคิดร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์อื่นๆ

2.2 ควรมีการศึกษาพัฒนาการของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว เนื่องจากการวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับเนื้อหาเพียงเรื่องเดียวในการวิเคราะห์พัฒนาการ อาจทำให้เห็นพัฒนาการไม่เด่นชัดเท่าที่ควร จึงควรมีการศึกษาพัฒนาการของนักเรียนในระยะยาว เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

References

- Hiebert, J. (1990). The role of routine procedures in the development of mathematical competence. In T.J. Cooney (Ed.), *Teaching and learning mathematics in the 1990s:1990 yearbook* (pp. 31-40). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kaewthip, A. (2018). *An action research on development of conceptual knowledge and procedural knowledge through use dynamic software GeoGebra on the theory of constructionism on conic section of 9th grade students* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University.
- Kinard, T., & Kozulin, A. (2008). *Rigorous mathematical thinking: Conceptual formation in the mathematics classroom*. Cambridge: Harvard University.
- Kittiwarakun, V. (2018). A study of mathayomsuksa III students' conceptual knowledge and proof abilities on circles via conjecturing and proving method with GeoGebra program. *Journal of Industrial Education*, 18(2), 67-74.
- Lougharn. (1996). *Developing reflective Practice: learning about teaching and learning through modeling*. London: Falmer.
- Makanong, A. (2003). *Mathematics: Teaching and learning*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Makanong, A. (2014). *Mathematics for high school teachers*. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Ministry of Education. (2008). *Basic Education Core Curriculum 2008*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.
- Ornstein, A. C., & Lasley, T. J. (2000). *Strategies for teaching* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill Companies.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14(1), 47-61.
- Punchasupawong, S. (2018). Concept attainment model in mathematics. *Veridian E-Journal*, 11(1), 2280-2291.

- Sangthong, K. (2021). *A study of mathayomsuksa V students' conceptual knowledge and procedural knowledge on vectors in 3D by using GeoGebra program* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University.
- Seebudsri, S. (2020). *The effective of reflection activities on English presentation skills of grade 8th Thai students* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University.
- Sriphahon, S. (1993). *General condition of Thai education*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University.
- Srisaart, O. (2011). Self-assessment. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, (17)2, December.
- Suangsomboon, N. (2019). Research and development of mathematic instruction process based on inquiry and metacognitive approach to enhance mathematical concept and self-efficacy of mathayomsuksa one students. *Journal of Education*, 30(3), 113-128.
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Professional science teacher: The way for effective teaching*. Bangkok: Kurusapa Printing.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). *Mathematical skills and processes* (3rd ed.). Bangkok: 3-Q Media.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). *PISA 2018 student assessment*. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/18DKqGcld1dN6IWF07TXG8YZsQOg-NlWZ/view>
- Yongtangrue, P. (2016). *The effect of learning by discovery learning concept with GeoGebra program in topic of conic section* (Master thesis). Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi.