

ผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
Effects of Instructional Inquiry Model (5Es) and High-Order Questions on Mathematical Reasoning Ability and Mathematical Concepts of Function of Matthayomsuksa Four Students

ดิชพล เนตรนิมิตร*

gunkoong69_hostclub@hotmail.com

เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร**

พรรณทิพา พรหมรักษ์***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการใช้รูปแบบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 44 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้เวลาในการทำวิจัยจำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที จำแนกเป็นดำเนินการสอน 14 คาบ และเป็นการทดสอบ 2 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถาม ระดับสูงจำนวน 7 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.791 และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มีค่าความเชื่อมั่น 0.842 วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ t-test แบบ one sample ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

*นิสิตระดับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

**รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

***อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ : รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) การใช้คำถามระดับสูง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to compare the student's mathematical reasoning ability and mathematical concepts of function of Mathayomsuksa four after using the instructional inquiry model (5Es) together with high-order questions with a 70 percent criterion. The design of research was one-group posttest-only design. The participants of this study were 44 Mathayomsuksa four students in the second semester of the 2014 academic year at Datdarunee School, Chacheongsoa. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 16 periods, which each period is 50 minutes, 14 periods for teaching and 2 periods for posttest. The instruments used in study were, 7 lesson plans, mathematical reasoning ability test with reliability of 0.79 and mathematical concepts of function test with reliability of 0.84. The data were analyzed by using t-test for one sample and content analysis. The findings were as follows:

1. The mathematical reasoning ability of function of the sample group after obtaining instructional inquiry model (5Es) together with high-order questions was statistically higher than 70 percent criterion at the .05 level of significance.

2. The mathematical concepts of function of the sample group after obtaining Instructional inquiry model (5Es) together with high-order questions was statistically higher than 70 percent criterion at the .05 level of significance.

Keywords : Instructional Inquiry Model (5Es), High-order questions, mathematical reasoning ability, mathematical concepts

บทนำ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Conceptual Knowledge) และ 2) ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (Procedural knowledge) ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concepts) เป็นความรู้ที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา เพราะความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งของที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์นอกจากนี้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้นักเรียนเกิดควบคู่ไปกับความรู้ เพราะความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นของคู่กัน เมื่อมีความรู้แล้วจำเป็นต้องมีทักษะจึงจะสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ซึ่งการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่ครูจะต้องพัฒนาและเสริมสร้างให้เกิดกับนักเรียน เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555ก)

อีกทั้งการสอนที่เสริมสร้างทักษะการให้เหตุผลจะช่วยเปิดให้นักเรียนได้พัฒนาการได้มาซึ่งมโนทัศน์อีกด้วย (อัมพร ม้าคนอง, 2546)

ปัจจุบันพบว่ามึนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่ออย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2555ก) ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนสอบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ หรือ Professional and Academic Aptitude Test 1 (PAT1) ซึ่งเป็นข้อสอบที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลพบว่านักเรียนยังมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำโดยมีคะแนนเฉลี่ย 39.64 เต็ม 300 (ชินภัทร ภูมิรัตน์, 2556) อีกทั้งนักเรียนยังขาดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและขาดความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (สสวท., 2555ข) และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดัดดรุณี อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของฟังก์ชัน เพราะเนื้อหาสาระส่วนใหญ่เป็นนิยามและทฤษฎีบท ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ยากและเกิดความสับสนได้ง่าย (จิรพร จูมานันต์. สัมภาษณ์, 31 มีนาคม 2557)

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำการศึกษารูปแบบการสอนที่จะช่วยพัฒนาและส่งเสริมการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผลจนสามารถสร้างมโนทัศน์

ได้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดเพื่อค้นหาคำตอบและช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation) ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นตอนที่ 5 การประเมิน (Evaluation) (Bybee et al., 2006) นอกจากนี้การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เขากำลังศึกษา เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาโมทัศน์ได้ (นาตยา ปิลันธนานนท์, 2542) ซึ่งคำถามระดับสูง (High-order question) คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้การประยุกต์ การประเมิน หรือใช้ความคิดในระดับสูงในการตอบ โดยที่คำถามระดับสูงจะช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของทักษะความคิดและการให้เหตุผล (รัญจวน คำชิรพิทักษ์, 2538; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545) จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง โดยมีคำถามระดับสูงสอดแทรกลงไปในแต่ละขั้นตอนต่างๆ ของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) เพื่อใช้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามกระทรวงศึกษาธิการ (2552)

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามกระทรวงศึกษาธิการ (2552)

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาย วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนดัดดรุณี อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 180 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คนซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดัดดรุณี เรื่องฟังก์ชัน จำนวน 14 คาบ ซึ่งมีเนื้อหาความหมายของฟังก์ชัน

ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งและฟังก์ชันทั่วถึง, ฟังก์ชันเพิ่มและฟังก์ชันลด, ฟังก์ชันพหุนาม, การดำเนินการของฟังก์ชัน, ฟังก์ชันประกอบและฟังก์ชันผกผัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้เวลาในการทำวิจัยจำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการสอน 14 คาบ และเป็นการทดสอบ 2 คาบ คือทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คาบ และ ทดสอบหลังเรียนวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน 1 คาบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 เรื่องฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 7 แผน ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) สร้าง 3) เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คนประเมิน พบว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 - 1.00 4) ปรับปรุง 5) ทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 6) ปรับปรุง และ 7) นำไปใช้

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) สร้าง 3) เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คนประเมิน พบว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 - 1.00 4) ปรับปรุง 5) ทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 6) วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.41 - 0.59, ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.48 - 0.82 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.791 และ 7) นำไปใช้

3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) สร้าง 3) เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คนประเมิน 4) ปรับปรุง 5) ทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 6) วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.34 - 0.64, ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.64 - 0.95 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.842 และ 7) นำไปใช้

หมายเหตุ การหาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบคำนวณได้จากสูตรของ ดี อาร์ ไวทนี และ ดี แอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney & D.L. Sabers อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณได้จากสูตรของของ ครอนบราค (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเรื่องฟังก์ชัน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันและปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 14 คาบ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

4. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยดังตาราง

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 3 ดีมาก	- คำตอบถูกต้องและมีการอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบคำตอบโดยใช้ หลักการ สมบัติ นิยาม กฎ ทฤษฎีบทประกอบการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ชัดเจน
ระดับ 2 ดี	- คำตอบถูกต้องและมีการอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบคำตอบโดยใช้ นิยาม กฎ หรือทฤษฎีบทประกอบการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล แต่ไม่ชัดเจน
ระดับ 1 พอใช้	- คำตอบถูกต้องแต่มีการอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบคำตอบโดยใช้ นิยาม กฎ หรือทฤษฎีบทประกอบการให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือ คำตอบผิดและอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบคำตอบได้สมเหตุสมผล
ระดับ 0 ต้องปรับปรุง	- คำตอบผิดหรือไม่มีการเขียนอธิบายหรือแสดงแนวคิดประกอบคำตอบ หรือ ไม่มีการเขียนใดๆ

เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ที่ใช้ในการตรวจแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ดังนี้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ระดับ	การอธิบายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
2 ถูกต้องอย่างสมบูรณ์	คำตอบถูกต้องโดยมีการอธิบายความรู้ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงโครงสร้าง บทนิยาม ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
1 ถูกต้องบางส่วน	คำตอบถูกต้องโดยมีการอธิบายความรู้ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงโครงสร้าง บทนิยาม ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้อย่างถูกต้อง บางส่วน หรือพยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน
0 ไม่ถูกต้อง	คำตอบถูกต้องโดยมีการอธิบายความรู้ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่มีการอ้างอิงโครงสร้าง บทนิยาม ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล หรือ คำตอบถูกต้องโดยมีการอธิบายความรู้ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่มีการอ้างอิงโครงสร้าง บทนิยาม ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนอย่างไม่เป็นเหตุเป็นผล หรือ คำตอบผิด หรือไม่มีการเขียนตอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ one sample

2. เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ one sample

ผลการวิจัย

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอนดังนี้
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	s	μ	t	p
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	44	21	16.80	4.19	14.70	3.317*	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	s	μ	t	p
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	44	14	10.91	2.28	9.80	3.226*	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่องผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ที่เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดเพื่อค้นหาคำตอบและช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation) ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นตอนที่ 5 การประเมิน (Evaluation) ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า จะเป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคน/กลุ่ม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวม ข้อมูล โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะมีการสนทนา ปรีกษา และแสดงเหตุผลของตนเอง เพื่อให้เพื่อนนักเรียนในกลุ่มได้รับทราบหรือแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน จนได้ข้อสรุปเป็นของแต่ละกลุ่มขึ้นมา ส่วนในขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล หาข้อสรุป แล้วอธิบายข้อค้นพบที่ได้จากการสำรวจและค้นคว้าพร้อมแสดงเหตุผลประกอบการอธิบาย โดยครูช่วยสรุปความรู้ที่นักเรียนได้มาอีกครั้ง ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้นำเสนอข้อสรุปของแต่ละกลุ่มพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบด้วย พร้อมทั้งผู้วิจัยได้เปิดโอกาสและสนับสนุนให้แต่ละกลุ่มสนทนา แลกเปลี่ยน และให้เหตุผลประกอบกันอย่างเต็ม

ที่ นอกจากนี้ในขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ เพื่อขยายความรู้ให้กว้างขึ้น หรือมีความรู้ที่ลึกซึ้งขึ้นโดยมีครูเป็นผู้จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ใหม่ให้กับนักเรียน ซึ่งเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงเหตุผลของตนได้อย่างเต็มที่ โดยเป็นการนำความรู้ที่ได้มาเป็นเหตุผลประกอบคำตอบ เพื่อให้คำตอบนั้นสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่มีส่วนให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบ ในขั้นที่ 5 การประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับการตรวจสอบความรู้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใด โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะใช้คำถามเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด และให้แสดงเหตุผลประกอบด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) สามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลกับนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฌ็องกฤตา ปัตตลาไพ (2553) เรื่องผลของการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนร้อยละที่มีต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนคือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นคว้า ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังจากใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนร้อยละ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำคำถามระดับสูงมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) โดยมีการสอดแทรกคำถามระดับสูงตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 ซึ่งดังกล่าวของอัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวไว้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรใช้ในห้องเรียน เนื่องจากคำถามระดับสูงจะช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของทักษะความคิด

และการให้เหตุผลของนักเรียน (รัฐจวน คำวชิรพิทักษ์, 2538; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) โดยคำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยใช้ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนได้คิดเปรียบเทียบความคล้ายคลึง ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์ 2) คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ให้นักเรียนยกตัวอย่างของสิ่งที่กำหนดให้ 3) คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายโดยใช้ความรู้พื้นฐานที่มีตอบคำถามว่า ทำไม เพราะอะไรจึงเป็นเช่นนั้น และ 4) คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยๆ ขึ้นเป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่ ซึ่งคำถามระดับสูงทั้ง 4 ประเภทสามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้ ซึ่งคำถามระดับสูงทั้ง 4 ประเภทสามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ ฉิมพลี (2550) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิไลที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดในระดับสูง (Higher-order Thinking) และเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล (Reasoning) (Krulik and Rudnick, 1993)

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อิงแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อิงแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ซึ่งประกอบไปด้วย

ด้วยขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ และขั้นตอนที่ 5 การประเมิน ซึ่งขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคน/กลุ่ม จะต้องค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการสังเกต เปรียบเทียบ ความเหมือนและความต่างของตัวอย่างในใบกิจกรรม และหาคำตอบหรือสร้างข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดหรือองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง ยกตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 1.1 ความหมายของฟังก์ชัน ครูยกตัวอย่างความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชัน และไม่เป็นฟังก์ชัน โดยสังเกตลักษณะของความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันว่ามีลักษณะใดที่เหมือนกัน ความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นฟังก์ชันว่ามีลักษณะใดบ้างที่เหมือนกัน และเปรียบเทียบความแตกต่างของความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันและไม่เป็นฟังก์ชัน และร่วมกันสรุปออกมาเป็นความรู้ ข้อค้นพบหรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง ส่วนขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้เปรียบเทียบความรู้หรือมโนทัศน์ที่กลุ่มตนเองค้นพบในขั้นตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างจากกลุ่มอื่น และเพื่อไม่ให้สิ่งที่นักเรียนค้นพบมานั้นเกิดความคลาดเคลื่อนครูจึงต้องช่วยนักเรียนสรุปมโนทัศน์ที่ได้มาอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ในขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้นำมโนทัศน์หรือข้อค้นพบที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่หลากหลายได้ จากการทำแบบฝึกหัด และขั้นตอนที่ 5 การประเมิน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้รับการตรวจสอบความรู้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด โดยครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบ จะเห็นว่าคำถามระดับสูงสามารถส่งเสริมและพัฒนา มโนทัศน์ของนักเรียนได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ มงคล ประเสริฐสังข์ (2551) เรื่องการศึกษาโครงสร้างทางความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพาราโบลา โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อิง 5Es การศึกษาครั้งนี้

พบว่ากลุ่มเป้าหมายสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องพาราโบล่าได้สมบูรณ์ครบถ้วน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำคำถามระดับสูงเข้ามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 ด้วย เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีการพัฒนาโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังคำกล่าวของนาตยา ปิลันธนานนท์ (2542) ที่กล่าวว่า การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เขากำลังศึกษาเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาโน้ตทัศน์ได้ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Rosemary, (1973) ที่กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูง สรุปได้ว่าการใช้คำถามระดับสูงเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติ อีกทั้งคำถามระดับสูงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ โดยคำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นแบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่ 1) คำถามให้เปรียบเทียบเป็นคำถามที่ช่วยให้นักเรียนสังเกต เปรียบเทียบความเหมือน ความต่างของสิ่งที่ครูกำหนดให้ การใช้คำถามประเภทนี้จะทำให้นักเรียนเกิดการสังเกตและเปรียบเทียบลักษณะเหมือนและต่างกัน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการพัฒนาโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามคำกล่าวของ วิไลวรรณ ตรีศรีชนะนะมา (2537) ที่กล่าวว่า หากต้องการให้นักเรียนมีมโนทัศน์ ครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดการฝึกทักษะสังเกต พิจารณา เปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 2) คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อย ๆ ขึ้นเป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่จากการสังเกตและเปรียบเทียบ จนได้ลักษณะที่มีร่วมกัน 3) คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายความรู้ที่ได้โดยมีการตอบคำถามว่า ทำไม เพราะอะไรจึงเป็นเช่นนั้น 4) คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ผู้วิจัย

ใช้ประเมินว่านักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นมากเพียงใด ตามแนวคิดของ อัมพร ม้าคนอง (2546) ที่กล่าวว่า การประเมินผลมโนทัศน์อาจใช้คำถามเพื่อตัวอย่างของมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ ได้แก่ การจำแนกที่เป็นตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่มโนทัศน์ และเหตุผลที่ใช้จำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์จะเห็นว่าคำถามระดับสูงสามารถส่งเสริมและพัฒนา มโนทัศน์ของนักเรียนได้และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัมพร ม้าคนอง (2552) เรื่องการพัฒนาโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงนั้น เพื่อให้เกิดความน่าสนใจและดึงดูดใจของนักเรียน ผู้สอนควรยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ ทันเหตุการณ์ และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ยิ่งหากเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันทีใกล้ตัวของนักเรียนได้ยิ่งดี

2. ควรใช้คำถามระดับสูงในชั้นเรียนอย่างหลากหลายประเภท หากเป็นไปได้ควรใช้กับนักเรียนทุกคน โดยผลัดเปลี่ยนกันไปตามวันเวลาและโอกาส หากพบว่าเมื่อใช้คำถามระดับสูงกับนักเรียนคนใดแล้วนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ไม่ควรเปลี่ยนคน แต่ควรใช้คำถามนำก่อนแล้วค่อยเพิ่มเป็นคำถามระดับสูง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดที่สูงขึ้น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5

ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นหากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ อาจได้ข้อความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นผู้สอนควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนและองค์ความรู้ที่นักเรียนได้ทุกครั้งโดยใช้คำถามหรือให้นักเรียนยกตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อเป็นการประเมิน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถาม

ระดับสูง ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา หรือการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความน่าจะเป็น สถิติหรือเซต เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิรพร จุมานันต์. (31 มีนาคม 2557). สัมภาษณ์โดย ดิษพล เนตรนิมิตร. โรงเรียนดัดดรุณีอำเภอมะนัง จังหวัดยะลา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- ชินภัทร ภูมิรัตน์. (2556). กพฐ. ชี้ สอบ GAT-PAT ไม่ได้วัดคุณภาพเด็ก. สืบค้นจาก <http://www.l3nr.org/posts/514806>
- ณัฐกฤตา ปัตตลาโพ. (2553). ผลของการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนร้อยละที่มีต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- นาคยา ปิรันธนานนท์. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ค.
- เบญจมาศ ฉิมพลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลีที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แฮร์สออปเคอร์มีส์.
- มงคล ประเสริฐสังข์. (2551). การศึกษาโครงสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พาราโบลา โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ 5Es. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- รัฐจวน คำวชิรพิทักษ์. (2538). จิตวิทยาการสื่อสารในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.

- วิไลวรรณ ตรีศรีชนะมา. (2537). แนวคิดบางประการที่เกี่ยวกับแนวคิดรวบยอด. *สารพัฒนาหลักสูตร*. 113 (เม.ษ.-มิ.ย.): 49-51.
- เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จริยสุนิทวงศ์การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ข). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2552). *รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมโนทัศน์และคำถามระดับสูง*. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bybee, W. R., Taylor, A. J., Gardner, A., Scotter, V. P., Powell, C. J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional model origins and effectiveness*. Retrieved from http://bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf
- George, T. L., & Hans, O. A. (1970). Determining the level of inquiry in teacher's questions. *Dissertation Abstracts International*. 31(2), 395-400.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Massachusetts : Allyn and Bacon.
- Rosemary Schmalz, S. P. (1973). Categorization of questions that mathematics teachers ask. *The Mathematics Teacher*. 66 (7) November.