

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อ ความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*

จิราภา ปั่นทอง¹ พาวา พงษ์พันธุ์² อาพันธ์ชนิต เอนจิต³

(วันที่รับบทความ: 19 มีนาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ: 10 มิถุนายน 2563; วันที่ตอบรับบทความ: 29 มิถุนายน 2563)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดหลังการทดลองครั้งเดียว โดยตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .83 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .92 วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test for one sample.

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้, การเรียนรู้แบบค้นพบ, คำถามระดับสูง, ความสามารถในการให้เหตุผล, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์, เส้นขนาน

*บทความวิจัยหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2562

¹นักศึกษามหาบัณฑิตการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, E-mail: jirapapanthong.15314@gmail.com

²อาจารย์, โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

³รองศาสตราจารย์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



The Effects of Discovery Learning Management with Higher - Ordered Questions on Mathematical Reasoning Ability and Learning Achievement of Mathayomsuksa 2 Students *

Jirapa Ponthong¹ Pawa Pongpan² Apunchanit jenjit³

(Received: March 19, 2020; Revised: June 10, 2020; Accepted: June 29, 2020)

Abstract

The purposes of this research were to compare the students mathematical reasoning ability and learning mathematics learning achievement on parallel of mathayomsuksa 2 students after using discovery learning management with higher-ordered questions with 70 percent achievement criterion. The design of research was one – group posttest – only design. The samples for this research consisted of 45 Mathayomsuksa 2 students in the second semester of the 2018 academic year at Phothisamphanphitthayakhan school. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments used in the study were; 6 lesson plans, mathematical reasoning ability test with reliability of .83 and mathematics learning achievement test with reliability of .92. The data were analyzed by using t-test for one sample and content analysis.

The finding was as follows:

1. The mathematical reasoning ability of the sample group after obtaining discovery learning management with higher-ordered questions was higher than 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.
2. The mathematics achievement of the sample group after obtaining discovery learning management with higher-ordered questions was higher than 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

Keywords: Learning, Discovery learning, Higher-ordered questions, Mathematical reasoning ability, Mathematics learning achievement, Parallel

* Research Article from Thesis for the Master of Education Degree, Mathematics Teaching Program, Burapha University, 2019

¹ Student in Master of Education Degree, Mathematics Teaching, Faculty of Education, Burapha University, E-mail: jirapaponthong.15314@gmail.com

² Lecturer, Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University

³ Associate Professor, Faculty of Education, Burapha University

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการคิด การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา จึงเป็นวิชาที่เสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 1-2) จากความสำคัญของคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญ

ในปัจจุบันพบว่ายังมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่ออย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2555ก: 1) โดยพิจารณาได้จากการศึกษาแนวโน้มการจัด การศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย เทียบกับนานาชาติ (Trends in International Association and Science Study; TIMSS) ในปี 2560 ซึ่งการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ทำการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2560: 25) จากผลการประเมินของ โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยคะแนนเฉลี่ยทางด้านคณิตศาสตร์ตั้งแต่ปี 2000 มีแนวโน้มลดลง และใน PISA 2015 นักเรียน ไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน OECD (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก: 7) อีกทั้งจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET) พบว่า นักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2558 ถึงปีการศึกษา 2560 พบว่านักเรียนทั่วประเทศมี คะแนนเฉลี่ยเพียง 32.40, 29.31 และ 26.30 คะแนนตามลำดับ โดยคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 (สถาบัน ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเรื่องเรขาคณิตเป็นเรื่อง ยาก เนื่องจากมีทฤษฎีมากมาย โดยเฉพาะในเรื่อง เส้นขนาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบว่า เส้นตรงเป็นโคขนานกัน สามารถหาขนาดของมุมได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ไม่สามารถแยกแยะโจทย์ได้ว่าข้อความใดเป็นเหตุหรือข้อความใดเป็นผล หรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ก็ไม่สามารถให้เหตุผลในการพิสูจน์ สรุปผล หรือข้ออ้างอิงจากการดูรูป (วิไลวรรณ สมชื่อ, สัมภาษณ์: 3 กุมภาพันธ์ 2562) ซึ่งผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาทางด้านการให้เหตุผลและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาผลประเมินในระดับนานาชาติ ระดับชาติ ระดับสถานศึกษา และจากการสัมภาษณ์ ครูผู้สอนข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงสาเหตุอาจมาจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มักเริ่มที่ครูสอนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม แล้วให้ตัวอย่างที่ครูทำให้อู ตัวอย่างที่ครูสอนและนักเรียนช่วยกันทำ ตัวอย่างที่นักเรียน

ทำเองตามด้วยการสรุปบทเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และจบลงที่การให้การบ้าน ซึ่งการทำขั้นตอนเหล่านี้ใช้เวลาไม่น้อย ทำให้จัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพิ่มอีกคงเป็นไปได้ยาก (อัมพร ม้าคนอง, 2553: 197) สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอนที่ยังคงสอนเพื่อให้ความรู้แก่นักเรียน นักเรียนเรียนจากผู้สอน ทำโจทย์ตามตัวอย่าง และหาคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (สสวท., 2558: 45) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรต้องมีการพัฒนาปรับปรุงเนื่องจากครูส่วนใหญ่ยังชินกับการสอนแบบเดิมหรือการบรรยายและบอกเล่า ซึ่งเป็นการจำกัดความคิดของนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้า แสวงหาคำตอบ ข้อสรุป แนวคิด ด้วยตนเอง โดยการสังเกต การสืบค้นและฝึกทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญด้วยตนเอง (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554: 320 - 323) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ จะช่วยเพิ่มพูนสติปัญญาของนักเรียน เพราะนักเรียนจะต้องหาทางแก้ปัญหาและค้นพบสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้มีความหมายและสอนให้นักเรียนคิดเป็น ช่วยในเรื่องความจำได้ดีกว่าการเรียนแบบอื่น ๆ ช่วยในการเชื่อมโยงความรู้ หรือนำความรู้ไปประยุกต์หรือใช้ใหม่ได้ดี การที่ผู้สอนใช้วิธีการเรียนรู้แบบค้นพบโดยใช้ตัวอย่างจนนักเรียนค้นพบความสัมพันธ์จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการคาดเดาบนพื้นฐานของเหตุผลเพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบ โดยใช้คำถามและตัวอย่างที่เหมาะสมช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดกับคำถาม เพื่อให้นักเรียนสามารถคาดการณ์ และเดาคำตอบได้ง่าย นอกจากนี้การใช้คำถามในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอนยังเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากคำถามจะช่วยกระตุ้นความคิดของผู้เรียนให้เกิดการคิด วิเคราะห์ หาเหตุผล เปรียบเทียบข้อเท็จจริงสิ่งต่าง ๆ (สิริพร ทิพย์คง, 2543: 15)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

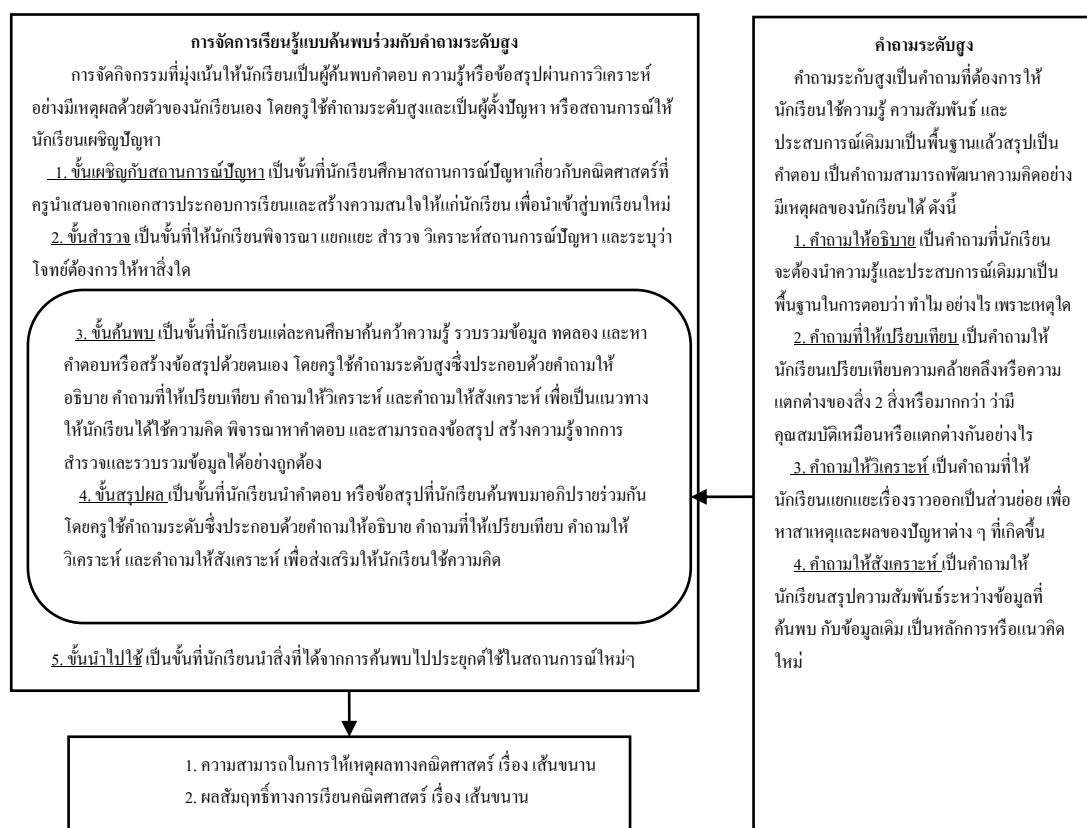
1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่องเส้นขนาน มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ นำแนวคิด Bruner (1960), Lardizabal, et al, (1970) วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) พจนา ทรัพย์สमान (2550) และสุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2557) และได้ปรับจนได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ เนื้อหา และนักการศึกษามาพัฒนาการให้เหตุผล ซึ่งประกอบด้วย 1)ขั้นเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา 2)ขั้นสำรวจ 3)ขั้นค้นพบ 4)ขั้นสรุปผล 5)ขั้นนำไปใช้ โดยผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ในขั้นที่ 3 ขั้นค้นพบ และขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผล



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้วิธีแบบกลุ่มเดียว วัดผลจากการทดลองครั้งเดียว (One – group posttest – only design)

ประชากร/ตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 10 ห้อง จำนวน 420 คน ซึ่งทางโรงเรียนจัดนักเรียนแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการเลือกตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่องเส้นขนาน

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา ได้แก่

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1)ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน

2)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการทำวิจัยจำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการจัดกิจกรรมการสอน 10 คาบ และเป็นการทดสอบ 2 คาบ คือทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถทางการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน 1 คาบ และทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนเรื่อง เส้นขนาน 1 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน มีผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยมีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ ซึ่งมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .08 - 1.00 มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .58 - .71 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .42 - .79 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .83

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมด้าน ความรู้ - ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ชุด เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .08 - 1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .43 - .80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 - .87 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .92

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง เส้นขนาน เป็นระยะเวลา 12 คาบ

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน มาทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน กับกลุ่มตัวอย่าง หลังได้รับการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง เส้นขนาน

3. ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน แล้วให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานตามตารางที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวมของผู้วิจัย

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 / ดี	- คำตอบถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ถูกต้องทั้งหมด
2 / พอใช้	- คำตอบถูกต้องและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล เกือบทั้งหมด
1 / ต้องปรับปรุง	- คำตอบถูกต้องแต่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบไม่สมเหตุสมผล หรือ - คำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป หรือ คำตอบผิดและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล
0/ ไม่พยายาม	- คำตอบผิดและไม่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายหรือแสดงแนวคิด ข้อสรุป ประกอบคำตอบ - ไม่มีการเขียนใด ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่องเส้นขนาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for one sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติแบบ t-test for one sample ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{X}$	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์	45	27	18.9	20.96	4.79	2.878	0.003

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานกับ เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติแบบ t-test for one sample ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{X}$	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	45	20	14	16.51	1.79	9.402	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนฝึกการแสดงเหตุผลโดยการเขียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบในเอกสารแนะแนวทาง ใบกิจกรรม โดยมีครูคอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและใช้ภาษาในการอธิบายหรือแสดงเหตุผลประกอบแนวคิด ซึ่งทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผลและคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น นอกจากนี้การวิพากษ์วิจารณ์ในชั้นเรียนทำให้นักเรียนเห็นมุมมองความคิดที่แตกต่างและหลากหลายจากเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น อันจะเป็นการปลูกฝังความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนโดยไม่รู้ตัว สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2553: 50) ที่กล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ (Mathematics context) และบริบทอื่น ๆ มากกว่าจะเป็นเพียงการสอนหรือบอกให้นักเรียนเห็นความสำคัญหรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยว ๆ แยกจากสิ่งอื่น การที่นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือนักเรียนได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ สอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 73) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ คือกระบวนการเรียนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

เมื่อพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง จะพบว่า มีขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือขั้นที่ 3 ขั้นค้นพบเป็นขั้นที่ครูใช้คำถามกระตุ้น

เพื่อให้นักเรียนอธิบาย เปรียบเทียบ วิเคราะห์และสังเคราะห์คุณลักษณะของตัวอย่าง ตัวอย่างคำถามที่ครูใช้กระตุ้นนักเรียน เช่น “ทำไม” “เพราะเหตุใด” “มีความสัมพันธ์กันอย่างไร” “สรุปแล้วคือ” เป็นต้น ซึ่งเป็นคำถามที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอธิบาย เปรียบเทียบ วิเคราะห์และสังเคราะห์ ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลเป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดโดยการนำเสนอข้อสรุปของตนเองด้วยการพูดอธิบายความรู้และเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปของตนเอง ได้แย้งข้อสรุปของเพื่อนอย่างมีเหตุผล และฝึกการคิดสังเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการคิดสังเคราะห์เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดให้เหตุผลซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความชัดเจนในการให้เหตุผลมากขึ้น ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุป หรือข้อค้นพบจากขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ซึ่งนักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อที่จะหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยการนำข้อสรุปหรือข้อค้นพบที่ได้มาเป็นเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตน เพื่อให้คำตอบสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่าขั้นนี้เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงเหตุผลของตนเองได้อย่างเต็มที่

การใช้คำถามระดับสูงร่วมกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดระดับสูงในการตอบคำถาม ซึ่งคำถามระดับสูงที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ มี 4 ประเภท คือ 1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการตอบว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด 2. คำถามที่ให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของสิ่ง 2. สิ่งหรือมากกว่า ว่ามีคุณสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร 3. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย เพื่อหาสาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และ 4. คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ค้นพบ กับข้อมูลเดิม เป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่ จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามสามารถพัฒนาการคิดของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข: 133) ระบุว่า การใช้คำถามทำให้เกิดพลังในการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการคิดระดับสูงในการตอบคำถาม เช่นเดียวกับ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553: 97) ที่กล่าวว่าคำถามมีความสำคัญมากในการพัฒนานักเรียน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงมุมการคิดมากขึ้น และเมื่อมีการอภิปรายจะนำไปสู่ความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) ที่กล่าวว่าข้อดีของการใช้คำถามที่เหมาะสมจะช่วยให้เด็กเรียนพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักคิดด้วยตนเองทำให้เป็นคนช่างคิด ช่างถาม และศรีญญา ทาคำ (2551) ที่กล่าวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะคำถามระดับสูงมีศักยภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญา ระดับสูง เพื่อค้นพบคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวพร ศรีเจริญ (2559) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกะบคำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบการย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกะบคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูง เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะในแต่ละขั้นการเรียนรู้ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ สังเกต ศึกษา เปรียบเทียบอย่างมีเหตุผล ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเกิดจากความสนใจของนักเรียนเอง ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ไม่ใช้การบีบบังคับจากครูผู้สอน ส่งผลให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างอิสระ และทำให้เข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับชีราพร ภูตระกูล (2547: 66) ที่กล่าวว่า วิธีการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการที่ค้นพบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ได้ผลดีกว่า การอธิบาย การสาธิต การแสดงกฎหรือสูตร และวิธีอื่น ๆ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การสอนแบบค้นพบสูงกว่าหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ ทั้งนี้การใช้คำถามระดับสูงร่วมในขั้นค้นพบ เป็นตัวช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิด ทำให้ผู้เรียนมีมุมมองความคิดใหม่ๆ ที่ใช้เป็นแนวทางในการลงข้อสรุป หรือข้อค้นพบที่สำคัญ ๆ ของเนื้อหานั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และการใช้คำถามระดับสูงยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายทำให้นักเรียนได้เห็นแนวคิดที่หลากหลาย สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545: 117) ระบุว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ นักเรียนลงมือกระทำด้วยตนเองโดยครูเป็นเพียงผู้คอยให้ความช่วยเหลือ และแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาความสามารถต่าง ๆ เช่น การสังเกต การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ และสรุป ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญซึ่งแนวคิดเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและขยายความรู้ได้ดียิ่งขึ้น การใช้คำถามระดับสูงในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ยังทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิดระดับสูง เพื่อหาคำตอบของคำถามอยู่เสมอไม่ว่าจะเป็นคำถามการอธิบาย คำถามเปรียบเทียบ คำถามวิเคราะห์และคำถามสังเคราะห์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับลักษณะของคำถามระดับสูง เพราะฉะนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถาม

ระดับสูง นอกจากจะเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเป็นอย่างดี ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานการอย่างรู้อยากเห็นของตนเองแล้วนั้น นักเรียนยังได้ฝึกฝนและคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามระดับสูงอยู่เสมอ สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยยุทธ บุญธรรม (2549) การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอยแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง ดังนั้นผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สภาพความพร้อมของร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญา ตลอดจนพื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละคน

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบ ความรู้หรือข้อสรุปผ่านการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งในขั้นการค้นพบ และขึ้นสรุปผล นักเรียนจะต้องเขียนข้อสรุปที่นักเรียนได้ค้นพบ ดังนั้นผู้สอนควรตรวจสอบข้อสรุป ผ่านการใช้คำถามระดับสูงเนื่องจากคำถามระดับสูงจะช่วยให้ นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และอธิบายถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงผู้สอนควรใช้คำถามระดับสูงเป็นการกระตุ้นนักเรียน หากพบว่าเมื่อใช้คำถามระดับสูงกับนักเรียนคนใดแล้วนักเรียนไม่สามารถตอบได้ผู้สอนควรใช้คำถามนำก่อนค่อยใช้คำถามระดับสูงตาม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคำถามระดับสูงไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับเทคนิคหรือรูปแบบอื่น ๆ เช่น กลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ คำถามปลายเปิด เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจด้านแนวความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชีราพร ภูตะกุล. (2547). ผลการใช้วิธีการสอนแบบค้นพบที่เน้นเทคนิคการสอนแบบร่วมมือที่ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). เทคนิคการใช้คำถาม พัฒนาการคิด. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญามหาบัณฑิต (สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พจนา ทรัพย์สมาน. (2550). การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- วิไลวรรณ สมชื่อ. (2562. 3 กุมภาพันธ์). ครูชำนาญการด้านการสอนคณิตศาสตร์ โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร. ชลบุรี: สัมภาษณ์.
- วัฒนาพร ระจับทุกซ์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ที เพอร์.
- ศรีบุญญา ทาคำถา. (2551). ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง. ปริญญามหาบัณฑิต (สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ศิวพร ศรีเจริญ. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญามหาบัณฑิต (สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.



สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2561). รายงานการทดสอบทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558-2560. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2561,

จาก <http://www.neits.or.th>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ค). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ครุคณิตศาสตร์มีอาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015*. กรุงเทพฯ: ศูนย์เหมาะสมประสิทธิภาพ. (2557). การยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ภายใต้กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาสำหรับนิสิตครูโดยการเรียนรู้แบบค้นพบ. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 6 (11), 199-211.

สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวคิด 5 ทฤษฎี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.

สิริพร ทิพย์คง. (2543). *เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่องการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์*. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Bruner, Jeromr. (1960). *The Process of Education*. Cambridge, Massachusetle : Harvard University Pree.

Lardizabal. (1969). *Methods and Principles of Teaching*. Quezon City: Phoenix Press, Moore.
