

บทความวิจัย

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับ การใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เพ็ญภา ชัยศิริถาวรกุล^{1*} และมนตรี ทองมูล²¹สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

*Email: 63010558012@msu.ac.th

รับบทความ: 20 ตุลาคม 2565 แก้ไขบทความ: 11 ธันวาคม 2565 ยอมรับตีพิมพ์: 26 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 36 คน ได้โดยการสุ่มแบบกลุ่ม โดยแต่ละห้องเรียนจัดการเรียนรู้แบบความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องฟังก์ชัน จำนวน 8 แผน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน อัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t - test for one sample ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.72/82.45 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 70/70 2) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ คำถามระดับสูง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

The Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Based on Heuristics and Higher Order Questions on Mathematics Problem Solving Ability of Matthayomsuksa 5 Students

Pennapa Chaisirithawonkun^{1,*} and Montri Thongmoon²

¹*Teaching of Science and Mathematics Program, Faculty of Education, Mahasarakham University*

²*Faculty of Science, Mahasarakham University*

**Email: 63010558012@msu.ac.th*

Received <20 October 2022>; Revised <11 December 2022>; Accepted <26 December 2022>

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop lesson plans based on heuristics and higher order questions which enhance the mathematical problem-solving ability of function based on 70/70 criteria, 2) to compare the mathematical problems-solving ability of function after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions with 70 percent criteria, and 3) to compare the mathematics learning achievement of function after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions with 70 percent criteria. The instruments used for collecting data were 1) 8 lesson plans based on heuristics and higher order questions of function, 2) 5 items of subjective test to assess mathematical problem-solving ability of function, and 3) 20 four-option items of mathematics learning achievement test. Statistics used in the research included: a percentage, a mean, a standard deviation and t - test for one sample. The research findings were as follows: 1) the lesson plans based on heuristics and higher order questions, which enhance the mathematical problem-solving ability of function were found that the efficiency were 86.72/82.45 according to the 70/70 criteria, 2) the mathematical problem-solving ability of function after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions was statistically higher than the 70-percent criterion at .05 level, and 3) the mathematics learning achievement of function after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions was statistically higher than the 70-percent criterion at .05 level.

Keywords: Learning activities based on Heuristics, higher order questions, mathematical problem-solving ability

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้สิ่งที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงในโลก เนื่องจากวัตถุที่อยู่ในกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นเพียงสัญลักษณ์ที่ใช้แทนวัตถุจริง ดังนั้นการคิดทางคณิตศาสตร์จึงถือเป็นการคิดระดับสูง (Angganapattarakajorn, 2012) ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดมุ่งหมายให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ดังนี้ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต 3) สถิติและความน่าจะเป็น และ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิต และพัฒนาคุณภาพของสังคมไทยให้ดีขึ้น ครูผู้สอนจะต้องดูความเหมาะสมและความจำเป็นในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นความพร้อมของสถานศึกษา ในด้านบุคลากร ผู้เรียน และสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร สาเหตุเกิดจากผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ขาดการไตร่ตรองที่ดีในการแก้ปัญหา มีอคติกับวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนมักจะสอนด้วยวิธีการสอนที่ไม่มีความหลากหลาย ยึดตัวเองเป็นสำคัญ ขาดเทคนิคการสอนนอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม เนื้อหาบางเรื่องยากเกินที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ผลการประเมินระดับประเทศชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี พ.ศ. 2561 คะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนอยู่ที่ 47.70 ในปี พ.ศ. 2562 ลดลงเหลือ 40.10 ปี (Academic Roi Et Wittayalai School, 2021) จากคะแนนเฉลี่ยที่ลดลงดังกล่าว อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากการขาดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากที่ได้ไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ในภาคเรียนที่ 1/2564 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้เมื่อนักเรียนเจอโจทย์หรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนไม่มีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีแก้ปัญหาได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น และยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับที่สูงขึ้นอีกด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความรู้ ความคิดของนักเรียน ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการคิด การวิเคราะห์การเชื่อมโยง การประยุกต์ใช้ความรู้ ตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ (Boonprajak, 2007) ดังนั้นการแก้ปัญหามจึงเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหามที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหามในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) ดังนั้นผู้สอนจึงต้องพยายามจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดและการแก้ปัญหามให้กับผู้เรียน โดยผู้สอนควรเลือกกิจกรรมที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหามที่ต้องการแก้ไข การฝึกทักษะนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างมากโดยฝึกให้เริ่มต้นจากสิ่งที่ย่างไปสู่สิ่งที่ยากซับซ้อนมากขึ้น ทำให้สามารถนำไปแก้ปัญหามได้

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหามของนักเรียน ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริม

ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ดี เพราะเป็นวิธีสอนที่เน้นการคิดและตัดสินใจของนักเรียน เป็นวิธีการที่ช่วยให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ และส่งเสริมให้นักเรียนรู้สาเหตุของปัญหาและการแก้ปัญหา โดยนักเรียนอาจต้องดำเนินการทั้งการแก้ปัญหาแบบเดิมที่เคยทำ การใช้กฎ หลักการ และทฤษฎี เชื่อมโยงกับการใช้วิธีการใหม่ ๆ การตั้งคำถามใหม่ จนสามารถสร้างแบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ ของนักเรียนเอง ถือว่าเป็นวิธีการสอนที่มีประโยชน์อย่างมากในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีรูปแบบการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่สร้างขึ้นสำหรับการสำรวจตรวจสอบ โดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากในแบบฝึกหัดที่ผ่านมาเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ปัญหาใหม่นี้มีความท้าทายมากขึ้นหรือไม่ ต้องใช้ความรู้เพิ่มเติมหรือไม่ 2) สำรวจตรวจสอบ (Investigate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนอาจประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เคยพบมาก่อนในการหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาใหม่ 3) สื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ 4) ประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองและรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของคำถามและคำตอบจากครูผู้สอนเพิ่มเติม และ 5) สร้างคำถาม (Create) เป็นขั้นที่มีการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติมด้วยการตั้งคำถามใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (Sheffield, 2003) โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากจุดใดก็ได้ในแบบจำลองความคิดนี้และดำเนินต่อไปยังจุดใดก็ได้เช่นกัน เพื่อตรวจสอบปัญหาทางคณิตศาสตร์

การใช้คำถามเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ซึ่งคำถามของครูควรเป็นคำถามที่มีคุณภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนต้องใช้ความสามารถด้านการคิดในระดับที่สูงกว่าความจำมาคิดแก้ปัญหาและหาคำตอบ (Brandt, 1984) นั่นคือ คำถามระดับสูง ซึ่ง Rosemary Schmalz (1973) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นคำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบ สรุป กฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผล คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบรูปแบบใหม่ ๆ รวมถึงคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน นอกจากนี้ Rosemary Schmalz กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือได้เรียนมาแล้ว และการใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนผู้เรียนค้นเคย จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนอย่างแท้จริง ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การใช้คำถามระดับสูงจึงเป็นสิ่งที่ครูควรนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอีวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอีวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) ประเภทแบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (Worakham, 2018) ซึ่งมีรูปแบบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 156 คน โดยแต่ละห้องประกอบไปด้วยนักเรียนความสามารถ
2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอีวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง ประกอบด้วย
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้น จำนวน 2 ชั่วโมง
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 2 ชั่วโมง
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6 เรื่อง ฟังก์ชันขั้นบันได จำนวน 2 ชั่วโมง
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-8 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินตรวจสอบความเหมาะสมในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Srisaard, 2013) โดยมีค่าเฉลี่ยทุกด้านเท่ากับ 4.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 นั่นคือแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ซึ่งการใช้คำถามระดับสูง หมายถึง การใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้การคิดระดับสูง เป็นการคิดเปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุผล และค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้ ประเภทที่ 1 คือ คำถามที่ให้นักเรียนดัดแปลงคำถามสถานการณ์ หรือแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น โดยใช้คำพูดของตนเองแต่ยังคงความหมายเดิม ประเภทที่ 2 คือ คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือในทางกลับกัน ประเภทที่ 3 คือ คำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้าย โดยบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์

ประเภทที่ 4 คือ คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา/ตรวจสอบว่า ประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่โดยอาศัยหลักการให้เหตุผล และประเภทที่ 5 คือ คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบวิธีการหรือข้อมูลที่น่าไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดการดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาเป็นภาษาของตนเอง สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหามีอะไรบ้าง อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และนักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาจนสามารถสรุปออกมาได้ ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาให้ชัดเจน สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือคิดคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะได้คำตอบของปัญหา สิ่งนี้นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือทักษะการคิดคำนวณ และควรเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ เป็นขั้นตอนวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย วัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยกำหนดสถานการณ์ทั้งหมด 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์วัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 4 ด้าน สอดคล้องกับเรื่องฟังก์ชัน จำนวน 5 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 1 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.506-0.631 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.306-0.425 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.982

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นคะแนนความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1 มีค่าความยากง่าย อยู่ในช่วง 0.500-0.775 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.40-0.70 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.965

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ส่วนที่ 1

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งทำการทดสอบระหว่างเรียนเมื่อจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยกำหนดการประเมินจากการทำใบกิจกรรม พฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อย เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ส่วนที่ 2

1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง จำนวน 8 แผน เวลา 8 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่าง

2. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ

3. นำผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ 70/70 โดยหาค่า E_1/E_2 โดยคำนวณหาค่า E_1 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผน และคำนวณหาค่า E_2 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอภิปรัชญาซึ่งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอภิปรัชญาซึ่งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for one sample (Worakham, 2018) ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย 5 ข้อ โดยให้คะแนนข้อละ 8 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมในการแก้ปัญหา
ทำความเข้าใจปัญหา	0	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
	1	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	2	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องครบถ้วน
วางแผนการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
	1	มีการเขียนวางแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	มีการเขียน วางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน
การดำเนินการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลยหรือมีการเขียนแสดงวิธีทำ แต่ไม่ใช่วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ
	1	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างสมบูรณ์ แต่มีการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิดพลาดจนได้คำตอบที่ผิดพลาดหรือแสดงวิธีการทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์แต่ตอบคำถามผิดพลาด
	2	มีการแสดงวิธีการทำอย่างเป็นขั้นตอน ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สื่อความหมายชัดเจน สมบูรณ์ และแสดงคำตอบที่ถูกต้อง
การตรวจสอบผล	0	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้
	1	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ที่ผิดพลาด
	2	มีการเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสมถูกต้องสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย

จากตารางที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอภิปรัชญาที่มีความสัมพันธ์ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate) ส่งเสริมการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) ส่งเสริมการวางแผนการแก้ปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นสื่อสาร (Communicate) และขั้นประเมิน (Evaluate) ส่งเสริมการตรวจสอบผล

3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอภิปรัชญาซึ่งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for one sample (Worakham, 2018)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) โดยคำนวณหา E_1 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผน และคำนวณหา E_2 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

คะแนน	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบหลังเรียน (60 คะแนน)
	ใบกิจกรรม (60 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
รวม	1852	1270	3122	1781
ค่าเฉลี่ย	51.44	35.28	86.72	49.47
S.D.	6.83	2.71	8.16	6.33
ร้อยละ	85.74	88.19	86.72	82.45
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.72/82.45				

จากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน เท่ากับ 86.72 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.45 ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.72/82.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70	$\bar{x}$	S.D.	t	p
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	36	40	28	31.03	5.95	3.053*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีค่าเท่ากับ 31.03 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ 28 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 4 ด้าน ดังภาพที่ 1

2. ต้องการล้อมรั้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อทำการเกษตร โดยด้านหนึ่งของพื้นที่ที่ต้องการล้อมรั้วอยู่ติดคลองจึงไม่ต้องมีรั้วกัน ถ้ารั้วทั้งหมดยาว 120 เมตร พื้นที่ที่มากที่สุดที่ได้จากการล้อมรั้วเป็นเท่าใด
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้: รั้วทั้งหมดยาว 120 m. ✓

สิ่งที่โจทย์ต้องการ: ต้องการล้อมรั้วให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (แต่ให้รั้ว 3 ด้าน เพราะอยู่ติดคลอง) ✓ ②

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการให้ x แทนความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ y แทนความยาวของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า $f(x)$ เป็นฟังก์ชันแสดงพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากรั้วทั้งหมดยาว 120 m. ✓

จึงได้ $2x + y = 120$ ②

$y = 120 - 2x$

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า $xy = x(120 - 2x) = 120x - 2x^2$

จึงได้ $f(x) = 120x - 2x^2$ เพื่อหา x แทนความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ✓

วิธีทำ Given: $f(x) = 120x - 2x^2$

Formula: $f(x) = a(x-h)^2 + k$

Soln: $f(x) = -2(x^2 - 60x + 900) + 1800$ ②

$f(x) = -2(x-30)^2 + 1800$ ✓

จึงได้ $a = -2$, $h = 30$ และ $k = 1800$

เนื่องจาก $a < 0$: กราฟจะหงายขึ้นคว่ำลง และมีจุดยอดที่ $(30, 1800)$

∴ พื้นที่มากที่สุดที่ได้จากการล้อมรั้วเป็น 1800 m² ✓

ตรวจสอบ แทน $a = -2$, $h = 30$, $k = 1800$ ลงในสมการ

$f(x) = a(x-h)^2 + k$	$f(x) = 120x - 2x^2$
$f(x) = -2(x-30)^2 + 1800$	แทน x ด้วย 30 ;
$1800 = -2(x^2 - 60x + 900)$	$f(30) = (120)(30) - (2)(30)^2$ ✓
$900 = x^2 - 60x + 900$	$f(30) = 3600 - 1800$
$0 = x^2 - 60x$	$f(30) = 1800$ ✓
$60x = x^2$	
∴ $x = 30$	

ภาพที่ 1 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 4 ด้าน

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตารางที่ 5 ซึ่งจะพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีค่าเท่ากับ 18.44 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คือ 14 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	36	20	14	18.44	2.81	9.481*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.72/82.45 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำใบกิจกรรมและจากแบบทดสอบย่อยท้ายแผน โดยเฉลี่ยร้อยละ 86.72 และทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยเฉลี่ย 82.45 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Nakuma and Ruannakan (2018) การเปรียบเทียบผลฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีประสิทธิภาพไปตามเกณฑ์ 75/75 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์อยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอน กระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบและวิธีการที่เหมาะสม โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีการดำเนินการโดยการศึกษาโครงสร้างหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ประกอบการเสนอเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีค่าเฉลี่ย 31.03 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 77.56 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกถึงแนวคิดในการให้เหตุผล และการแก้ปัญหา มีการอภิปรายการแสดงความคิดเห็นเป็นรายบุคคล ทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีการแลกเปลี่ยนความรู้ภายในห้องเรียน ช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนให้สนุกสนาน นอกจากนั้นครูจะใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพิ่มเติม นักเรียนพยายามค้นหาวิธีการใหม่ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม เมื่อครูพบว่าวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนนำเสนอยังไม่ครบทุกวิธีหรือยังไม่สมบูรณ์ ครูจะเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อสร้างแนวคิดที่หลากหลายให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากคำกล่าวของ Garnett and Bullock (1991) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการ

คิดแบบฮิวริสติกส์ว่าฮิวริสติกส์ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้และยังสามารถแสดงโครงเรื่องที่ศึกษาได้และช่วยให้นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ 1) ขั้นสร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นที่ครูให้ปัญหาแก่นักเรียน นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์จากการเชื่อมโยงข้อมูลในปัญหาหรือ การเชื่อมโยงข้อมูลจากความรู้เดิมที่มีกับความรู้ใหม่ที่เรียน หรือ การเชื่อมโยงปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนกับปัญหาใหม่ ว่ามีลักษณะที่เหมือนกันคล้ายคลึง หรือแตกต่างกันอย่างไรและต้องใช้ความรู้อะไรบ้างในการแก้ปัญหา 2) ขั้นสำรวจตรวจค้น เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนสำรวจตรวจค้นปัญหา ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม ในการแสดงตัวแทนความคิดของนักเรียน และใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตสร้างความสัมพันธ์ในการหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สู่แนวทางการแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ของปัญหานั้น ๆ 3) ขั้นสื่อสาร เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายว่ามีความเหมือนหรือแตกต่าง ข้อดีข้อจำกัดอย่างไร 4) ขั้นประเมิน เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนประเมินความคิดของตนเองและหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนร่วมกันประเมินผลลัพธ์ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดจากครูผู้สอนเพิ่มเติม และ 5) ขั้นสร้างคำถามบูรณาการปัญหา เป็นขั้นที่ครูสร้างคำถามใหม่หรือเพิ่มเงื่อนไขใหม่จากปัญหาเดิมแก่นักเรียน เป็นการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติม นักเรียนหาแนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nawapan (2009) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนใช้การคิดโดยเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจค้นร่วมกับการใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้การคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการคิดเปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุผล จากคำกล่าวของ Yen and Flora (1985) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์กับการเรียนรู้สรุปได้ว่าฮิวริสติกส์จะทำให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนดีขึ้น เนื่องจากฮิวริสติกส์ช่วยในการช่วยพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ด้วยของตนเอง สามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ และคำกล่าวของ Dechakup (2001) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่าคำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจจะทำ จะเชื่อหรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Meesuk (2013) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทาง

คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.72/82.45 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 70/70

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องได้ ผู้สอนควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นผู้สอนควรศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยเฉพาะขั้นสร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นที่ครูให้ปัญหาแก่นักเรียน นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ครูผู้สอนควรนำเสนอตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่หลากหลายให้มากและเพียงพอ ที่จะให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม เพื่อนำมาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในขั้นสำรวจตรวจสอบ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหา ครูผู้สอนจะต้องให้ออกสแกนนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และให้เวลาเพียงพอ เพราะขั้นตอนดังกล่าวนี้ต้องใช้เวลาเพื่อให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองที่เหมาะสมและใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตสร้างความสัมพันธ์ในการหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สู่แนวทางการแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ของปัญหานั้น ๆ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น เลขยกกำลัง ลำดับและอนุกรม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ เป็นต้น

2.2 ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร การเชื่อมโยง หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยอื่น เช่น การทดสอบกลุ่มเดียวเปรียบเทียบก่อนและหลัง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับกลุ่มปกติ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Academic Roi Et Wittayalai School. (2021). **The Report O-Net Test for Mathematics of Mathayomsuksa 6 Students** (in Thai). Roi Et: Roi Et Wittayalai School.
- Angganapattarakajorn, V. (2012). **The Mathematics School Teachers Should Know** (in Thai). Bangkok: Charansanitwong Printing.
- Boonprajak, S. (2007). Developing Mathematical Potential of Mathayomsuksa 1 Students Using Cooperative Learning (in Thai). **Doctoral Dissertation**. Bangkok: Srinakarinwirot University.
- Brandt, R. (1984). Teaching of thinking, for thinking, about thinking. **Educational Leadership**, 42(1), 3-12.
- Dechakup, P. (2001). **Student-centered learning: Concept Method and Teaching Technique 1** (in Thai). Bangkok: The Master Group Management.
- Garnett, K. F., and Bullock, J. T. (1991). Developing Problem-Solving Heuristics in the Middle School: A Qualitative Study. **Research in Middle Level Education**, 15(1), 83-103.
- Meesuk, R. (2013). The Effects of Learning Emphasized Heuristics Thinking on Mathematical Achievement, Problem Solving and Reasoning Abilities on Polynomial Fractions of Mathayomsuksa 3 Students (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.
- Nakuma, T. and Ruannakan, P. (2018). Comparisons of Learning Achievement, Analytical Thinking, and Achievement Motivation of Third Grade Students toward to Mathematics Learning Management with Parabola content between Learning Management Heuristic and Normal Method (in Thai). **Journal of Educational Measurement Mahasarakham University**, 23(2), 85-93.
- Nawapan, N. (2009). Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Emphasizing Heuristics Thinking on Mathematical Creativity and Problem Posing and Solving Ability of Seventh Grade Students (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Rosemary Schmalz, S.P. (1973). Categorization of Questions that Mathematics Teachers ask. **Mathematics Teacher**, 66(7), 619-626.
- Sheffield, L. J. (2003). Extending the challenge in Mathematics. Developing Mathematical Promise in K – 8 pupils. Retrieved 16 July 2021, from **GoToKnow**: http://www.sagepub.com/upmdata/7203_sheffield_ch1.pdf
- Srisaard, B. (2013). **Fundamental Research** (9th ed) (in Thai). Bangkok: Suweeriyasarn.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). **Mathematical thinking process skills** (3rd ed) (in Thai). Bangkok: 3Q Media.
- Worakham, P. (2018). **Education research** (9th ed) (in Thai). Mahasarakham: Taksila.
- Yen, F., and Flora, B. (1985). An intervention study in mathematical problem solving Among selected junior high school students (heuristics math tutoring self efficacy). Retrieved 16 July 2021, from **GoToKnow**: <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>