

ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ เรื่องความน่าจะเป็น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

**Relationship between Conceptual and Procedural Knowledge on Probability
of Grade 11 Student in Classroom Using Open Approach**

วัจณา วรรณโกยิตต์ (Wanjana Wannakosit)* เอื้อจิตร พัฒนจักร (Auijit Pattanajak)**

ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (Dr.Maitree Inprasitha) ***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการของนักเรียนเรื่องความน่าจะเป็นในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด ใช้ระเบียบวิจัยเชิงคุณภาพ และบรรยายเชิงการวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิด Johnson et al.(2001) กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เครื่องมือช่วยเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องบันทึกภาพนิ่ง และเครื่องบันทึกวีดิทัศน์ เครื่องมือเก็บข้อมูลคือ ผลงานของนักเรียน และแผนการเรียนรู้อันจำนวน 6 แผน ผลวิจัยพบว่า การสอนด้วยวิธีการแบบเปิดสนับสนุนการเกิดความสัมพันธ์ พบมากที่สุดในช่วง 2 การเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนนำความรู้เชิงมโนคติเพื่อหาเงื่อนไขเป็นตัวกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหาบ่งบอกว่าเป็นการใช้ความรู้เชิงวิธีการและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วาดภาพ แผนภาพ ต้นไม้ แต่เมื่อเกิดข้อผิดพลาด หรือความไม่เข้าใจ นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผลทั้งการพูดและเขียนซึ่งเป็นการใช้ความรู้เชิงมโนคติอีกครั้ง จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการที่สัมพันธ์กันนี้เป็นพื้นฐานของความเข้าใจของนักเรียน

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the relationship between conceptual and procedural knowledge on the probability of student in a classroom using Open Approach. The study employed qualitative research and analytic description according to Johnson et al. (2001). The target group were 3 groups of 3 people of 11th grad. Tools help for data research collection include the audio tape recorder, images recorder, and video recorder. The data was collected by works of students and lesson plans 6 plans. The result showed teaching by Open Approach support occurrence for a relationship. It's illustrated the most is in step 2 was students' self-learning. Student use of conceptual knowledge for find condition determine the steps to solve the problem elucidate use to procedural knowledge and used mathematical symbols, drawing, and tree diagrams. When has an error or then they present discussion and reasons both spoken and written which is conceptual knowledge. It is seen that students have conceptual and procedural knowledge related. Both this knowledge as the basis of the student's understanding.

คำสำคัญ : ความรู้เชิงมโนคติ ความรู้เชิงวิธีการ วิธีการแบบเปิด

KeyWords : Conceptual Knowledge ,Procedural Knowledge ,Open Approach

*นักศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551 : 3) กำหนดให้สนับสนุนนักเรียนทุกคนมีความรู้และทักษะพื้นฐาน นักเรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยใช้กระบวนการ 5 กระบวนการ ได้แก่กระบวนการแก้ปัญหา การพิสูจน์และให้เหตุผล กระบวนการสื่อสาร การนำเสนอ หรือการแสดงแทน การเชื่อมโยง แต่ภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนยังเป็นปัญหา โดยเฉพาะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง (ไมตรี, 2557:94) นักเรียนรวบรวมความรู้เพื่อเป็นความคิดรวบยอด นำไปอธิบาย เขียน ยกตัวอย่าง นำเสนอหรือแสดงแทน ในการหาคำตอบ ความเกี่ยวข้องกันระหว่างความคิดรวบยอดกับกระบวนการ ส่งผลให้เกิดยุทธวิธีเชิงการคิด เป็นประโยชน์ในการหาคำตอบ (บงกช นิมิตระกูล, 2556) อีกทั้งหลักสูตรแบบใหม่ยังต้องการให้นักเรียนมีการบูรณาการ ในการแก้ปัญหาต้องประกอบด้วยเนื้อหา กระบวนการหรือทักษะ และค่านิยมทั้งสามสิ่งนี้นักเรียนต้องได้รับในการเรียนรู้ (Inprasitha, 2011)

ทั้งนี้ กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ได้แบ่งออกเป็น 6 สาขา ทุกเนื้อหาล้วนมีความสำคัญแตกต่างกันออกไป ซึ่งความน่าจะเป็นเป็นเนื้อหาหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ การวางแผนการทำงานในอนาคตและเป็นหนึ่งในการทำงานมนุษย์ (ศรีเพ็ญ, 2544) ความน่าจะเป็นจึงเป็นส่วนที่สำคัญในคณิตศาสตร์ระดับขั้นพื้นฐานของการศึกษาตอนปลายและสะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์ของการจัดระบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวคิดหลักของความน่าจะเป็นคือการหาโอกาสที่เกิดขึ้นของเหตุการณ์ ถือว่าเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากมากสำหรับการเรียนการสอน เป็นผลมาจากเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นมีสิ่งที่จะต้องไม่ได้ (Shao, 2015) นักเรียนมักจะความสับสนในหัวข้อสรุปของ โจทย์ปัญหาและการตีความในคำถามเกี่ยวกับความน่าจะเป็น ครูผู้สอนควรสอนเนื้อหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นผ่านกิจกรรมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง (Tsang and Shahrill, 2015)

การจัดการเรียนการสอนครูจะต้องเป็นผู้ที่หาสถานการณ์ปัญหามาให้ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำและแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้ที่สำคัญที่สุดในชั้นเรียน ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งการเปลี่ยนจุดเน้นที่ว่านี้มีส่วนช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก การเปิดโอกาสให้นักเรียน เรียนรู้ด้วยตัวเองที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ (ไมตรี, 2546) ซึ่งวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ถูกนำมาใช้ในจุดประสงค์ของการเป็นวิธีการสอน (Teaching Approach) มีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปลายเปิด 2) ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) อภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ และ 4) ขั้นการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในชั้นเรียน ถูกนำมารวมและปรับให้เข้ากับการศึกษาขั้นเรียนและเป็นนวัตกรรมที่สามารถปรับปรุงการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น นำมาซึ่งชั้นเรียนนี้เน้นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving classroom) (Inprasitha, 2011)

กระบวนการแก้ปัญหานักเรียนจะเกิด การที่นักเรียนนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้เพื่อแก้ปัญหานั้นและได้มาของ คำตอบ และมีความรู้ที่สำคัญ คือความรู้เชิงวิธีการจะถูกสร้างขึ้นสองส่วนที่แตกต่างกัน นั่นก็คือ ส่วนที่ประกอบไปด้วย ภาษาที่เป็นทางการหรือการแสดงออกทางสัญลักษณ์เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ กับส่วนอื่นๆที่เป็นขั้นตอนวิธีการหรือ กฎสำหรับการทำปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สำเร็จ แม้นักเรียนจะมีเพียงความรู้เชิงวิธีการในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนไม่เข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้กระทำลงไป ก็ไม่เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีหนึ่งความรู้ที่นักคณิตศาสตร์ทั่วไปยอมรับว่าเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับสัญชาตญาณในการแก้ปัญหาและเป็นความรู้ที่เป็นรากฐานของความรู้เชิง

วิธีการ คือความรู้เชิงมโนคติในการที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหา นักเรียนจะหาคำตอบได้แต่อาจไม่เข้าใจให้สิ่งที่นักเรียนได้ลงมือทำไป (Hiebert and Lefevre, 1986)

จากการประเมินวิจัยทางคณิตศาสตร์พบการความเข้าใจในทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วยความรู้เชิงมโนคติ (Conceptual Knowledge) และความรู้เชิงวิธีการ (Procedural Knowledge) อีกทั้ง Johnson et al.(2001) ผู้ที่ให้ความแตกต่างระหว่าง ความรู้เชิงมโนคติอันดับแรกและความรู้เชิงวิธีการอันดับแรก ในอดีตมีงานวิจัยที่สอดคล้องในเรื่องลำดับการเกิดก่อนหรือการเกิดหลังของความรู้ทั้งสองประเภทนี้ ได้แก่ Concepts-first เด็กจะได้รับในขั้นแรกจะได้รับความรู้เชิงมโนคติ เช่น โดยการฟังจากการอธิบายด้วย คำพูด และจากนั้นโดยการปฏิบัติจะได้รับความรู้เชิงวิธีการจากการปฏิบัติ และ Procedures-first เด็กได้รับขั้นต้นได้รับความรู้เชิงวิธีการในเนื้อหาสาระที่ เฉพาะเจาะจง เช่น การเรียนรู้โดยการทดลองและข้อผิดพลาด แล้วค่อยๆสรุปเป็นความรู้เชิงมโนคติจากการเรียนรู้ด้วยกลับไปข้อผิดพลาด บนพื้นฐานของความเป็นจริงที่ว่ามีความสัมพันธ์เชิงประจักษ์สำหรับทั้งสองชนิดของทฤษฎี Johnson et al. (2001) ได้เสนอรูปแบบการทำซ้ำ (Iterative Model) อาจจะมีการเชื่อมสาเหตุสองทิศทางระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ การเพิ่มขึ้นในหนึ่งชนิดของความรู้แล้วจะเพิ่มอย่างทันทีในความรู้อื่นๆเช่นกัน

จากที่กล่าวมาทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ข้อสรุปว่า การเรียนในเรื่องความน่าจะเป็น จะมีความนามธรรม มีความซับซ้อน ถ้าไม่มีความรู้เชิงมโนคติควบคู่กับความรู้เชิงวิธีการ นักเรียนอาจไม่มีประสิทธิภาพมากพอในแก้ปัญหาได้ มีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการเรื่องความน่าจะเป็นอย่างไร ที่ได้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดำเนินวิธีการสอนแบบวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการเรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้วิธีการแบบเปิด

วิธีการวิจัย

บริบทชั้นเรียน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ซึ่งเป็นนักเรียนในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ตาม โครงการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่ในการเรียนการสอนในโรงเรียนยังสอนแบบการบรรยาย ผู้วิจัยได้นำวิธีการแบบเปิดมาเป็นแนวการสอน ซึ่งนักเรียนได้ถูกสอนเป็นระยะเวลา 1 ภาคเรียน คือภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เพื่อให้ให้นักเรียนคุ้นเคยในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองเพื่อความเข้าใจร่วมกันทั้งชั้นเรียน

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ที่กำลังศึกษาตลอดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 มีทั้งหมด 9 คน เน้นกิจกรรมเป็นกลุ่ม แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน นักเรียนแต่ละคนมีคุณลักษณะ คือกล้าแสดงออก มีความคิดที่หลากหลาย มีการให้เหตุผลขณะแก้ปัญหาที่สนับสนุนในงานวิจัยนี้ จากการที่นักเรียนรู้จักการแสดงออก การอภิปรายภายในกลุ่มทำให้ผู้วิจัยเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือการวิจัยที่ประกอบไปด้วย เครื่องมือช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือช่วยในการการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ บันทึกวีดิทัศน์โดยเริ่มตั้งแต่การนำผู้กิจกรรมของครู ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา แล้วนักเรียนทำกิจกรรม แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง การอภิปรายกันในชั้นเรียน ไปจนถึงขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดของ นักเรียนที่เกิดขึ้น เป็นสิ้นสุดการทำ กิจกรรม

1.2 เครื่องบันทึกภาพนิ่ง ใช้สำหรับบันทึกภาพผลงานจากการทำกิจกรรมของนักเรียนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ในระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมของการกระทำการแก้ไขปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบ

1.3 เครื่องบันทึกเสียง ใช้สำหรับบันทึกเสียงของนักเรียนขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมในกลุ่มย่อย เพื่อถอดคำพูดและ พฤติกรรม ออกมาในรูปแบบข้อความเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

2. เครื่องมือที่ใช้ในการการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การวางแผนการเรียนรู้หรือแผนการสอน ซึ่งเป็นกิจกรรมเสริมโดยเป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ซึ่งสถานการณ์ปลายเปิดที่นำมาใช้นี้ มีการร่วมมือกันของเหล่า เพื่อนร่วมรุ่นที่สอนในชั้นเดียวกัน ครูชำนาญการ และนำแผนที่ได้มาตรวจสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จึงมีการนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อนเป็นแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 ผลงานเขียนของนักเรียน การขีดเขียนของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มที่ได้บันทึกเกี่ยวกับความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการของนักเรียนที่ได้อธิบายในรูปของภาพวาดต่างๆ ในกลุ่มในชั้นเรียนลงบนกระดาษ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ผลงานต่างๆของนักเรียน ที่ได้จากการแก้ปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน

3.2 ข้อมูลที่ได้จากโปรโตคอลการแก้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียนซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำมาวิเคราะห์เป็นช่วงที่เกิดขึ้นของข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ ตามกรอบแนวคิดของ Johnson et al.(2001) ในรูปแบบการทำซ้ำ (Iterative Model)

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การดำเนินการในการเก็บข้อมูลวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาบริบทของโรงเรียน ชั้นเรียน และศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในการเรียนรู้ตลอดภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2558 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเรียนการสอนเอง
2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

การวิเคราะห์ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพ นำข้อมูลที่ได้จากการถอนคำพูดของนักเรียนร่วมกับอธิบายการกระทำของนักเรียนจากเครื่องบันทึกวีดิทัศน์และเครื่องบันทึกเสียง อีกทั้งยังมีผลงานของนักเรียนและบันทึกภาคสนามจากผู้ช่วยวิจัย เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของ ไมตรี (2557) มีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปลายเปิด 2. ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3. การอภิปรายร่วมกันและเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน และ 4. การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ซึ่งในแต่ละขั้นของการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด จะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการตามกรอบแนวคิดของ Johnson et al.(2001) ในรูปแบบการของการทำซ้ำ มีรูปแบบการเกิดขึ้นของความสัมพันธ์ดังนี้ 1. นักเรียนมีการใช้ความรู้เชิงมโนคติมาใช้เพื่ออธิบายเหตุผลของการนำความรู้เชิงวิธีการมาใช้เพื่อแก้ปัญหา การที่นักเรียนพูดถึงนิยาม กฎสูตร เงื่อนไข หรือการแสดง

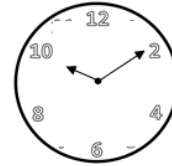
เหตุผล ซึ่งได้มาจากโพรโทคอลของนักเรียนกับการเขียนในใบงานระหว่างการแก้ปัญหา 2. การที่นักเรียนนำความรู้เชิงวิธีการมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทั้งการแสดงขั้นตอน และการแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการนักเรียนจะมีการใช้ความรู้เชิงมโนคติที่อธิบายเหตุผลของการนำวิธีการมาแก้ปัญหา การกระทำของนักเรียนทั้งหมดนี้ แสดงความสัมพันธ์แบบสองทิศทางระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ

ตัวอย่างการวิเคราะห์

ผู้วิจัยนำตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแสดงรายละเอียดดังนี้
การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การจัดหมู่

สถานการณ์ปัญหา

“เจมส์จิมมีนาฬิกาเรือนหนึ่งซึ่งบนปัดของนาฬิกามีเฉพาะตัวเลขคู่ เขาต้องการสร้างรูปหลายเหลี่ยมบนหน้าปัดนาฬิกา
อยากทราบว่าเขาจะสามารถสร้างรูปหลายเหลี่ยมได้กี่รูป โดยใช้ตัวเลขบนหน้าปัดเหล่านี้เป็นจุดยอดมุม”



คำตั้ง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาอย่างละเอียด โดยให้แสดงวิธีการหาให้ได้หลากหลายวิธีมากที่สุด พร้อมอธิบายเหตุผล

ในการเรียนการสอนในคาบนี้ดำเนินการสอนตามแนวการวิธีการสอนแบบเปิดที่เป็นเงื่อนไขในการได้มาซึ่งการอภิปรายและให้เหตุผล การคิดที่หลากหลายของนักเรียน ซึ่งจุดประสงค์ในคาบนี้คือนักเรียนนำวิธีการที่หลากหลายมาช่วยแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องและสามารถอธิบายสิ่งที่นักเรียน กิจกรรมเรื่องการจัดหมู่เพื่อแสดงความสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ครูนำเข้าสู่สถานการณ์ปลายเปิดการสร้างรูปหลายเหลี่ยมจากจุดบนหน้าปัดที่กำหนดให้ และถามเข้าใจจากนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจสถานการณ์นี้ซึ่งจะแสดงไว้ดังนี้

Item9	ปัญหาครู	(เปิดสไลด์สถานการณ์ปัญหา) นาฬิกาพิสวง ยังไงนะ ดูจากสถานการณ์ปัญหานั้นคะ ลองอ่านสิ
Item10	นักเรียน	“เจมส์จิมมีนาฬิกาเรือนหนึ่งซึ่งบนปัดของนาฬิกามีเฉพาะตัวเลขคู่ เขาต้องการสร้างรูปหลายเหลี่ยมบนหน้าปัดนาฬิกา อยากทราบว่าเขาจะสามารถสร้างรูปหลายเหลี่ยมได้กี่รูป โดยใช้ตัวเลขบนหน้าปัดเหล่านี้เป็นจุดยอดมุม”
Item11	ครู	อะลองอ่านคำสั่งคูสิ

Item12	นักเรียน	ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาอย่างละเอียด โดยให้แสดงวิธีการหาให้ได้หลากหลายวิธีมากที่สุด พร้อมอธิบายเหตุผล
Item13	ครู	อะเข้าใจว่ายังไง กุศธิดา
Item14	นักเรียน	ก็ให้สร้างรูปหลายเหลี่ยม ว่ามันสร้างได้กี่รูป จากนาฬิกาที่มีเลขคู่ จากจุดยอดมุม
Item15	ครู	อะมาเอาไปงานนะคะ มี 2 แผ่น อย่าลืมปากกานะคะ เอาริวิธีที่หลากหลายที่สุดนะคะ

จาก Item 9 – Item 15 หลังจากที่ครูให้อ่านคำสั่งและให้นักเรียนลองอธิบายว่านักเรียนคิดว่าสถานการณ์นี้ต้องการให้ทำอะไร ซึ่งสถานการณ์นี้เป็นปัญหาทั่วไปที่สามารถนำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นมาช่วยหาได้จึงต้องมีการถามความเข้าใจของนักเรียน จากที่ครูถามว่า “อะเข้าใจว่ายังไง..” ซึ่งนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเป้าหมายก็บอกว่า “ก็ให้สร้างรูปหลายเหลี่ยม ว่ามันสร้างได้กี่รูป จากนาฬิกาที่มีเลขคู่ จากจุดยอดมุม” ซึ่งนักเรียนทุกคนก็เห็นด้วย ว่าสถานการณ์นี้ต้องการเช่นนั้นจริง ซึ่งในขั้นการเรียนการสอนนี้นักเรียนยังไม่เกิดความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการเพราะเป็นเพียงการนำเสนอสถานการณ์ของครู นักเรียนยังไม่มีการแก้ปัญหาจึงไม่สามารถวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ได้



ภาพที่ 1 แสดงการนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาเรื่อง นาฬิกาพิศวง

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

หลังจากที่นักเรียนได้ใบกิจกรรมก็เริ่มต้นแก้ปัญหาซึ่งในแต่ละกลุ่มจะเริ่มต้นในการอ่านสถานการณ์ปัญหา และช่วยกันหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบซึ่งในขั้นนี้จะพบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ ซึ่งมีการเกิดขึ้นของทั้งสองความรู้นี้ตามกรอบของ Johnson et al.(2001) ดังโพรโทคอลดังนี้

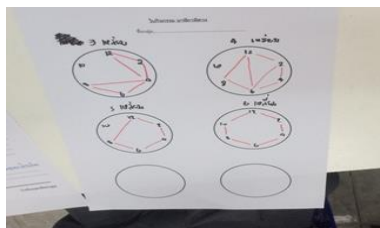
Item11	นิ	ถ้าเราวาดรูปในวงกลมไปเลยละ แบบว่า ตึก ตึก ตึก (ทำจุดบนรูปวงกลม)
--------	----	---



ภาพที่ 2 แสดงการวาดรูปเหลี่ยมในวงกลม

Item12	พล	มาเดี๋ยวเขาเขียนอันนี้ก่อนแล้วกัน (เขียนวิธีที่1การเลือก)
Item13	นิ	มันจะเป็นแบบนี้เลือก สามเหลี่ยม สร้างรูป 3เหลี่ยม
Item14	พล	ถ้ารูป3 เหลี่ยมมันก็จะจะมี 3 เส้นเชื่อมไง 3เส้นเชื่อม
Item15	ก่อ	3เส้นเชื่อม มันจะเป็นอย่างนี้
Item16	พล	ผมนี้กดสตั๊นเลยครับ
Item17	ก่อ	ก็ยุ่งงๆอยู่เพราะความจริงมันคิดตรงๆก็ได้ ลองๆ มันเลือกจุด 3 จุด แล้วก็สร้างเส้นเชื่อมเฉยๆ
Item18	นิ	ทำไงวะ
Item19	พล	อะเดี๋ยวจะลองวาด สามเหลี่ยม แต่มันเยอะอะ มันได้หลายแบบมากๆ
Item20	นิ	ไหนลอง สี่ เหลี่ยมสิ
Item21	ก่อ	สี่เหลี่ยม.. (วาดรูปในวงกลม)
Item22	พล	ลอง 5 สิ
Item23	นิ	นับได้ไหมอะ ถ้าวาดแบบนี้
Item24	ก่อ	อันนี้ลองทำเฉยๆอะ แต่ว่าทำไม่ได้
Item25	พล	ใช้ไหม เพราะว่ามันเยอะวะ
Item26	ก่อ	มันเยอะเกินไป

จาก Item11- Item26 แสดงการพูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มย่อยของนักเรียนกลุ่มของพล นิ และก่อ ซึ่งเมื่อครูนำเสนอปัญหาหลายเปิดไปแล้ว นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อคุ้นใจและหาวิธีการเพื่อได้คำตอบ เป็นการที่นักเรียนรู้ว่าควรจะนำวิธีการใดมาหาคำตอบเงื่อนไขจากสถานการณ์ปัญหาเป็นเงื่อนไขบังคับให้เลือกใช้วิธีการ คือการวาดรูปในวงกลม จาก Item 11 ที่ว่า “ ถ้าเราวาดรูปในวงกลมไปเลยละ แบบว่า ตึก ตึก ตึก (ทำจุดบนรูปวงกลม)” ซึ่งจากคำพูดและการกระทำของนิที่ได้แสดงให้เห็นคือการเริ่มเลือกจุดที่ต้องการในการสร้าง 3 เหลี่ยม เป็นการแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบที่ จุดในวงกลมเป็นสื่อกลางยังการใช้ความรู้เชิงมโนคติที่นิได้อธิบายเพิ่มว่า “ถ้ารูปสาม เหลี่ยมมันก็จะจะมี 3 เส้นเชื่อมไง 3เส้นเชื่อม” นิรู้ว่าการสร้างรูปสามเหลี่ยมจะต้องมี 3เส้นเชื่อมและมีจุด 3 จุด จึงจะสร้างเส้นเชื่อมได้ และกลุ่มของพลก็ได้ทำรูปแบบของนิใน สี่ เหลี่ยม และ ห้าเหลี่ยมต่อไป แต่เมื่อทำไปแล้วมันทำให้สับสนเพราะจุดมีทั้งหมด 6 จุด สามารถสร้างได้หลายแบบ นักเรียนกลุ่มนี้จึงหยุดการกระทำโดยวิธีการนี้ เห็นได้จากการที่ พลบอกว่า “จะลองวาด 3 เหลี่ยม แต่มันเยอะอะ มันได้หลายแบบมากๆ สับสนๆ” และก่อลองวาด 4 เหลี่ยมแล้วยังบอกอีกว่า “มันเยอะเกินไป ” เป็นการใช้ความรู้เชิงวิธีการอีกครั้งในการดำเนินการหาคำตอบที่มีตัวแสดงแทนเป็นรูปหลายๆในวงกลมเป็นสื่อกลางของการเกิดความสับสนนี้



ภาพที่ 3 แสดงการวาดรูปเหลี่ยมต่างๆในวงกลมของนักเรียนกลุ่มของนักเรียน

นักเรียนยังคงหาวิธีที่แตกต่างออกไปในการหาคำตอบซึ่งเมื่อนักเรียนได้คำตอบหาคำตอบจากวิธีการก่อนหน้านี้มาแล้วซึ่งในช่วงการหาคำตอบนั้นไม่เกิดความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการเป็นเพียงการคำนวณที่ได้ให้นักเรียนคนเดียวได้คำนวณ



ภาพที่ 4 แสดงการคำนวณหาคำตอบของนักเรียนกลุ่มของนักเรียน

แต่เมื่อคำนวณเรียบร้อยมีนักเรียนในกลุ่มได้คิดอีกวิธีและได้นำเสนอวิธีที่ตนเองคิดเสนอในกลุ่มย่อยของตนเอง

Item95	ก่อน	แผนภาพต้นไม้ก็ทำได้นะเนี่ย
Item96	นิ	อีกวิธีหนึ่ง แบบแผนภาพต้นไม้
Item97	พล	หาชังไงอะ
Item98	ก่อน	ดูตัวอย่าง หกเหลี่ยม สมมุติเลือกจุดแรกคือจุดที่ 2 ถ้าเกิด หกเหลี่ยมก็จะมี 6 จุดเนาะ อีกจุดหนึ่งก็ จะเป็น 4 อีกจุดหนึ่งก็จะเป็น 6 ก็ได้ ยังไงก็ได้
Item99	พล	บอกชังไงก็ได้ ให้ได้ 6 จุด

จากItem 95 – Item 99 แสดงการที่นักเรียนได้คิดวิธีการได้มาซึ่งคำตอบอีกวิธี จากที่ ก่อนบอกว่า “แผนภาพต้นไม้ก็ทำได้นะเนี่ย” และก่อนได้อธิบายวิธีคิดของเขาให้เพื่อนในกลุ่มได้ฟัง ซึ่งก่อนเริ่มต้นด้วยการนำความรู้เชิงวิธีการมาอธิบายขั้นตอนในการหาจากที่ว่า “ตัวอย่าง หกเหลี่ยม สมมุติเลือกจุดแรกคือจุดที่ 2” เป็นการพูดแสดงขั้นตอนว่าจะจุดแรกที่จะเลือกคือ จุดหมายเลข 2 ที่อยู่บนหน้าปัดนาฬิกา และได้อธิบายเพิ่มว่า “ถ้าเกิด หกเหลี่ยมก็จะมี 6 จุดเนาะ” ซึ่งก็ได้พูดขั้นต่อไปอีกว่า ในการเลือกจุดต่อไปจะเป็นจุดใดก็ได้เพื่อให้ได้รูปหกเหลี่ยม จากคำพูดที่บอกว่า “จะเป็น 4 อีกจุดหนึ่งก็จะเป็น 6 ก็ได้ ยังไงก็ได้” แสดงขั้นตอนในการหาอีกครั้งที่มี จุดหมายเลขบนหน้าปัดนาฬิกาสื่อกลางของการใช้ความรู้เชิงวิธีการ

Item100	ก่อน	สมมุติ ห้าเหลี่ยมนะ สมมุติให้ 2 เริ่มก่อน
Item101	พล	ก็ต้องลากให้ได้ ห้าจุด
Item102	ก่อน	เอา 5 จุดใหม่ 5 จุดนี้จะเป็น 4 6 8 12
Item103	พล	แต่ก็ยากที่ตรงคว้ามั่นซ้าอะไรใหม่ ถ้าเราเริ่มจุดที่ 4 แล้ววนไป 6 8 12 2 มันก็เป็นรูปเดิมเนาะ
Item104	นิ	ถ้าซ้าอะไรเราก็ค่อยมาลบออก แล้วก็มาดูว่าเลขนี้ซ้าเรากี่มาดีออกๆ

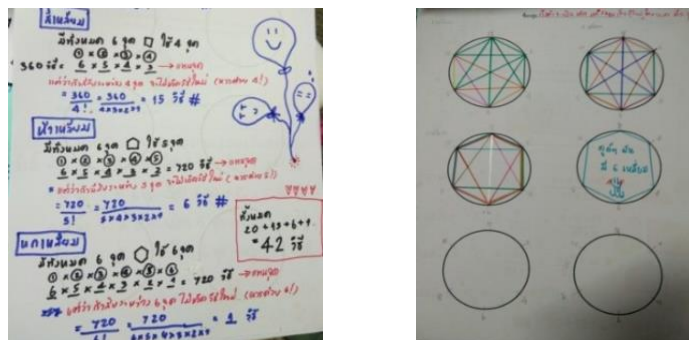
ใน Item 100 – Item 104 นักเรียนได้เริ่มกระทำในรูปอื่นนอกจากรูปหกเหลี่ยม ซึ่งได้ใช้ความรู้เชิงวิธีกา เห็นจากข้อบอกว่า “สมมุติ ห้า เหลี่ยมมนะ สมมุติให้ 2 เริ่มก่อน” ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดที่กระทำและเริ่มจากจุดหมายเลข 2 บนหน้าปัดนาฬิกา ก่อน และหลังจากนั้น เพื่อนในกลุ่มมีการใช้ความรู้เชิงมโนคติที่นักเรียนรู้ว่าในการสร้างห้าเหลี่ยมก็ต้องสร้างการเลือกจุด 5 จุด ถ้าเราเริ่มจากจุดใหม่แต่ได้ใช้จุดเดิมในการสร้างรูปห้าเหลี่ยมนักเรียนก็รู้ว่ารูปนั้นยังเป็นรูปเดิมอยู่ เห็นจาก “ถ้าเราเริ่มจุดที่ 4 แล้ววน ไป 6 8 12 2 มันก็เป็นรูปเดิมนะ” และขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนได้กระทำคือการลบจุดที่ซ้ำออก ความรู้เชิงวิธีกาที่นักเรียนนำมาใช้แสดงกระบวนการหาคำตอบและมีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้อง จากที่ นิกกล่าวว่า “ถ้าห้าอะไรเราก็ค่อยมาลบออก..”

3. ขั้นตอนปรายร่วมกันและเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน

เมื่อครูได้โน้มน้าให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาแล้ว ซึ่งหลังจากที่ครูเดินสังเกตแนวคิดของเด็กนักเรียนแต่ละกลุ่ม ครูได้รู้แนวคิดของแต่ละกลุ่ม ครูได้ให้แต่ละกลุ่มออกมาแนะนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองซึ่งครูเรียงตามกลุ่มเป้าที่ได้คัดเลือกและจัดกลุ่มตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนวิเคราะห์ดังนี้ ในขั้นตอนอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนของกลุ่มพลได้นำเสนอวิธีที่ง่ายที่สุดในการหาจำนวนวิธีทั้งหมดในการวาดรูปหลายเหลี่ยมบนหน้าปัดนาฬิกาที่มีตัวเลขแค่เลขคู่

- | | | |
|----------|-----|---|
| Item 112 | พล | ถ้าเราคิดเป็นแบบจำนวนที่ n มันจะเป็น n ในรูปแบบนี้ะครับ ถ้าเป็น n ของรูปสามเหลี่ยม จากจุดทั้งหมดมี 6 จุด เราต้องการ 3 จุด ก็คือ $n-3$ ไปแทนค่าในตัวนี้ ก็จะได้ 20 วิธี ก็จะได้เท่ากับกับวิธีแต่ในกลุ่มคิด เหมือนกับว่าเราจะวาดรูปไม่ซ้ำ หรือหายไปเขาเลยได้แค่ 10 แล้วก็ทำในกรณีอย่างนี้ไปทุก เหลี่ยม สามเหลี่ยมสี่เหลี่ยมห้าเหลี่ยมหกเหลี่ยม ก็จะได้เป็น 20 15 6 แล้วก็ 1 พอรวมกันก็จะได้ 42 วิธีครับ |
| Item 113 | ครู | มีใครทำวิธีนี้บ้างเอ่ย (นักเรียนยกมือ) โอ้ว ทุกกลุ่มเลย |

จาก Item 112 – Item 113 เป็นการอธิบายวิธีการที่นักเรียนกลุ่มของพลได้อภิปรายและสรุปออกมาซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกต่อการหาคำตอบมากที่สุดซึ่งจากคำอธิบายใน Item 112 มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีกาตามกรอบของ Johnson et al.(2001) ในรูปแบบการทำซ้ำซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ นักเรียนได้นำความรู้ของการจัดหมู่มาช่วยในการแก้สถานการณ์ปัญหา นักเรียนใช้ความรู้ที่เรียนมา



ภาพที่ 5 แสดงใบงานของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนที่ 5 เรื่องวงล้อพิศวง

4. ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ครูได้นำนักเรียนมาสู่ขั้นสรุปของบทเรียน เป็นการที่ครูนำแนวคิดที่นักเรียนได้นำเสนอและอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนมาสรุปรวมและอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งครูได้นำแนวคิดของนักเรียนที่นักเรียนบอกว่าง่ายที่สุดขยายเพื่อความเข้าใจอีกครั้ง และจะเป็นประโยชน์ในเนื้อหาความน่าจะเป็นต่อไป

Item120	ครู	การวาดรูปหลายเหลี่ยมในวงกลมที่มีจุดยอด 6 จุด ใช้วิธีไหนง่ายที่สุด
Item121	นักเรียน	ซี เอ็น อาร์
Item122	ครู	หลักๆเลยที่เราใช้(ครูนำงานที่นักเรียนเขียนสูตรมาให้ให้นักเรียนดู) จำนวนวิธีจัดหมู่ของสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง โดยเลือกคราวละ r สิ่ง ซึ่ง r ของเราจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง n เป็น 0 ก็ได้หรือเป็น n ก็ได้ จะเท่ากับ $n!$ ส่วนด้วย $(n-r)!r!$ ฐึ้นใหม่มาจากไหนบ้างเนี่ย $n!$ ครูเอามาจากไหนเอ๊ย
Item123	พล	จำนวนสิ่งของ
Item124	ครู	อ่า จำนวนสิ่งของการเรียงสับเปลี่ยนใช้ใหม่ แล้ว $(n-r)!$ ละ
Item125	พล	ตัวที่ซ้ำ

Item120 - Item125 เป็นการที่ครูนำเข้าสู่บทสรุปของบทเรียน และได้เน้นในเรื่องบทนิยามของการจัดหมู่ ซึ่งเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม จะเห็นได้จากที่ครูอธิบายบทนิยามว่า “สิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง โดยเลือกคราวละ r สิ่ง ซึ่ง r ของเราจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง n เป็น 0 ก็ได้หรือเป็น n ก็ได้ จะเท่ากับ $n!$ ส่วนด้วย $(n-r)!r!$ ” เป็นเพียงการที่ครูพูดถึงนิยามอีกครั้ง และ นักเรียนได้ทำความเข้าใจร่วมกันในตัวแสดงแทนต่างๆของบทนิยามเรื่องการจัดหมู่ จากการวิเคราะห์ในขั้นเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการตามกรอบรูปแบบการทำซ้ำของ Johnson et al. (2001) จึงไม่ปรากฏในขั้นการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด



ภาพที่ 6 แสดงการอธิบายเพิ่มเติมของครูจากแนวคิดนักเรียนในทฤษฎีเรื่องการจัดหมู่

ผลการวิจัย

ขั้น 1 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในการเรียนการสอนในขั้นที่ 1 ไม่ปรากฏความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการเพราะการเรียนในขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดครูเป็นผู้นำเข้าสู่ปัญหา นักเรียนเพียงแต่ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาก่อนมีการแก้ไขปัญหาในขั้นการเรียนการสอนต่อไป

ขั้น 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน พบความสัมพันธ์ที่นักเรียนนำมาแก้ไขสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่มีเงื่อนไขต่างๆที่กำหนดให้ ปรากฏทั้งสองทิศทางของการนำความรู้มาใช้ ซึ่งรูปแบบสองทิศทางนี้วิเคราะห์ตาม

รูปแบบการทำซ้ำ ตามแนวคิด Johnson et al.(2001) คือการที่นักเรียนนำความรู้เชิงมโนคติมาใช้และได้มาซึ่งความรู้เชิงวิธีการ ซึ่งในทิศทางนี้นักเรียนเลือกวิธีการที่เหมาะสม นำความรู้ที่นักเรียนมีมาก่อนหน้านี้มาช่วยในการเลือกการดำเนินการที่จะไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งการเลือกวิธีการหรือนำความรู้เดิมมาช่วยแก้ปัญหาเป็นการนำไปสู่การใช้ความรู้ต่อไป และการที่นักเรียนนำความรู้เชิงวิธีการมาใช้และมีการอธิบาย ได้เถียง โต้แย้ง อภิปรายภายในกลุ่มย่อยของตนเอง ที่นำมาซึ่งความรู้เชิงมโนคติ เพราะความรู้เชิงวิธีการจะมีการแสดงแทนที่เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การวาดภาพที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความน่าจะเป็นมาใช้ในการหาคำตอบเป็นสิ่งที่แสดงสื่อกลาง ไปยังการใช้ความรู้เชิงมโนคติที่จะอธิบายถึงเหตุผลที่นำการแสดงแทนเหล่านี้มาใช้หาคำตอบ

ขั้น 3 ขั้นอธิบายร่วมกันและเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน พบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการจากการวิเคราะห์ให้นักเรียนส่วนมากจะเริ่มดำเนินการอธิบายแนวคิดของกลุ่มตนเองด้วยการนำความรู้เชิงวิธีการบอกถึงขั้นตอนของแต่ละการแก้ปัญหาของกลุ่มซึ่งนักเรียนบอกขั้นตอน การดำเนินการ และมีการสร้างประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนจะอธิบายเหตุผลถึงสัญลักษณ์ การวาดภาพในวงกลม หรือการวาดแผนภาพต้นไม้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นกรณีที่นักเรียนนำความรู้เชิงมโนคติมาใช้ในการอธิบายเหตุผลเหล่านี้ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การวาดภาพ หรือแม้กระทั่งการกระทำการขีดเขียนในการใบงานที่มีการอธิบายเหตุผลเป็นตัวแทนที่แสดงให้เห็นแนวคิดของกลุ่มตนเอง และมีการใช้รูปแบบนี้ในการ นำเสนอแนวคิดอื่นๆจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ หรือจากเงื่อนไขที่ได้มาจากปัญหาจากที่ครูนำเสนอ

ขั้น 4 ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ในการวิเคราะห์พบว่าไม่มีความสัมพันธ์แบบสอดคล้องตามรูปแบบการทำซ้ำ ตามแนวคิดของ Johnson et al. (2001) เพราะครูไม่ได้ตั้งคำถามให้นักเรียนได้ช่วยกันตอบ เพียงแค่ครูนำแนวคิดมาสรุปบทเรียนและเสริมสิ่งที่นักเรียนยังขาดหายของเนื้อหาความน่าจะเป็นหลังจากนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดและผลงานของกลุ่มตนเองแล้ว

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยนำมาอภิปรายผลตามการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ ไมตรี (2557) มีรายละเอียดดังนี้

ขั้น 1 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ ด้วยสาเหตุที่ว่าขั้นการเรียนการสอนนี้ครูเป็นผู้นำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาด้วยตัวเอง นักเรียนเป็นเพียงผู้ทำความเข้าใจว่าสถานการณ์ปัญหามีเงื่อนไข หรือต้องการหาคำตอบอย่างไร นักเรียนยังไม่ได้ร่วมอภิปรายกันภายในกลุ่มจึงไม่มีการอธิบายเหตุผลหรือแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ

ขั้น 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องความน่าจะเป็น นักเรียนนำความรู้เชิงมโนคติมาใช้ในการค้นหาเงื่อนไขเพื่อเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม และได้มาซึ่งความรู้เชิงวิธีการ สอดคล้องกับ บงกช (2556) บอกว่าการแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนที่มีความรู้เชิงมโนคติสนับสนุนเรียกว่าความสัมพันธ์ของความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ แต่เมื่อนักเรียนเกิดข้อผิดพลาด หรือไม่เข้าใจกันภายในกลุ่ม นักเรียนมีการอธิบาย ได้เถียง โต้แย้ง นำมาซึ่งความรู้เชิงมโนคติ และนักเรียนนำความรู้เชิงวิธีการมาใช้อีกครั้งเพื่อให้ได้คำตอบ และการพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการคือการที่นักเรียนได้ใช้ความรู้ทั้งสองนี้บ่อยครั้ง สอดคล้องกับ Johnson (1998) ว่า ความรู้เชิงวิธีการและความรู้เชิงมโนคติจะพัฒนาซ้ำๆ การเพิ่มขึ้นเล็กน้อยของความรู้หนึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอีกความรู้หนึ่ง

ขั้น 3 ขั้นอธิบายร่วมกันและเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน พบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการที่นักเรียนนำความรู้เชิงวิธีการมาอธิบายก่อนที่จะใช้ความรู้เชิงมโนคติพูดเหตุผลในการใช้วิธีการเหล่านั้นซึ่งในความรู้เชิงวิธีการจะมีการแสดงแทนตัวปัญหา ซึ่งการแสดงแทนนี้เป็นสื่อกลางของความรู้เชิงวิธีการไปยังความรู้เชิงมโนคติ จากที่ Greer (1992 cited in Chinnappan, M., 2005) กล่าวถึงการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นหลักฐานที่สื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและการดำเนินการที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการแสดงแทนนั้นคือหลักฐานที่บ่งบอกถึงการคิดและความเข้าใจของนักเรียน

ขั้น 4 ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ ด้วยสาเหตุที่ว่า การเรียนการสอนในขั้นนี้ครูเป็นผู้ดำเนินการในชั้นเรียนที่นำแนวคิดที่นักเรียนได้นำเสนอในชั้นเรียนมาสรุปและอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจร่วมกัน

ข้อเสนอแนะ

ผลวิจัยที่ได้ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการแบบสองทิศทางที่นักเรียนสามารถหาวิธีการที่เหมาะสมมาแก้ปัญหาและสามารถบอกเหตุผลของวิธีการนั้นได้ ซึ่งครูควรที่จะเริ่มต้นการสอนด้วยความรู้เชิงมโนคติเป็นลำดับแรกและมีการจัดแผนการเรียนการสอนที่เป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ครูทั่วไปสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดแผนการเรียนการสอน และควรมีการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนเพื่อเพิ่มการอภิปรายที่มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2552.
- บงกช นิมิตระกุล. การใช้ทฤษฎีคิดเชิงความสัมพันธ์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2556.
- ศรีเพ็ญ ทรัพย์มันชัย. สถิติเพื่อการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2544.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์และคณะ. การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์; 2546.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน . ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2557.
- Hiebert and Lefevre, editoes. Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics. London: Lawrence Erlbaum Associates Inc;1986.
- Inprasitha, M. Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia, One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing a Learning Unit; 2011 Vol. 34 No. 1. p. 47 – 66.



- Chinnappan, M., & Lawson, M. J. A framework for analysis of teachers' geometric content knowledge and geometric knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*; 2005. 8(3). p. 197-221.
- Rittle-Johnson, Bethany, Robert S. Siegler, and Martha Wagner Alibali. Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*; 2001. 93. p. 346-362.
- Rittle-Johnson, B., and Siegler, R. S. The relation between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: A review; 1998.
- Schneider, M., & Stern, E. Conceptual and procedural knowledge of a mathematics problem: Their measurement and their causal interrelations. In *Proceedings of the 27th annual conference of the cognitive science society*; 2005. p. 1955.
- Tsang & Shahrill. Integrating the real-world problem-solving and innovation dimension in the teaching of Probability. 7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education 11-15 May 2015, Cebu City, Philippines; 2015.