

บทที่ 5

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะในการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. วิธีการดำเนินการวิจัย
3. ข้อสรุปผลการวิจัย
4. ข้อจำกัดของการวิจัย
5. ข้อเสนอแนะ

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 เพื่อวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด

1.2 เพื่อตรวจสอบการใช้กรอบเชิงทฤษฎีของ Lakatos (1976) สำหรับการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ อำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 9 คน เคยผ่านการเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่ใช้ปัญหาปลายเปิด (Open Ended Problems) ในการจัดการเรียนการสอนมา 1 ปี เพื่อให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับวิธีการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาปลายเปิด ได้มาด้วยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน ความชอบเข้าร่วมทำงานเป็นกลุ่มกับเพื่อน การปรับตัวเข้ากับเพื่อนและกล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น สนใจเข้าร่วมการวิจัย

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นปัญหาปลายเปิด ที่ร่วมกันสร้างขึ้นมาโดยความร่วมมือกันของครูผู้สอน ผู้วิจัย ผู้ประสานงานโรงเรียน และผู้เชี่ยวชาญประจำศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่ใช้ในการวิจัย ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีคำตอบหลากหลาย มีแนวทางในการหาคำตอบหลายวิธี

สามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้ และช่วยพัฒนาสติปัญญาทางด้านคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ, 2546)

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้ปัญหาปลายเปิดจำนวน 3 ปัญหา ที่สร้างขึ้นตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ช่วงชั้นที่ 1 ปัญหาปลายเปิด 1 ปัญหาแรกเป็นเรื่อง การวัด และ 2 ปัญหาที่เหลือเป็นเรื่อง การคูณ แล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต การบันทึกวีดิทัศน์ การบันทึกเสียง การสัมภาษณ์และชิ้นงานของนักเรียนหลังจากเสร็จกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วนำมาข้อมูลภาพและเสียงมาถอดเป็นโปรโตคอล เพื่อวิเคราะห์หาพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยอาศัยการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และการบรรยายเชิงวิพากษ์ (Analytics description) ที่ใช้นิยามศัพท์คำว่า “Episode” หมายถึง กลุ่มพฤติกรรมในการแก้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียน และคำว่า “Item” หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียน ได้แก่ การพูด อภิปราย ให้เหตุผลโต้แย้ง การหยิบ การจับ การขีดเขียน การเคลื่อนไหวร่างกาย สีหน้าและท่าทาง เป็นต้น ในแต่ละกิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิด แล้วนำเอาโปรโตคอลที่เป็นข้อมูลหลัก ภาพถ่ายและชิ้นงานของนักเรียนมาวิเคราะห์หาพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด และพิจารณาตามพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาในการแก้ปัญหาปลายเปิด

3. ข้อสรุปผลการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์หาพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด พบว่าพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด 6 วิธีการ ได้แก่

วิธีการที่ 1 การยอมรับ ในการแก้ปัญหาเริ่มต้นหลังจากที่อ่านคำสั่งนักเรียนแต่ละคนจะหยุดคิดก่อน แล้วจึงพูดเสนอข้อคาดการณ์ของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่ม การพูดของนักเรียนจะใช้ภาษาเฉพาะกลุ่มหรือภาษาท้องถิ่นที่ทุกคนเข้าใจร่วมกัน นักเรียนเริ่มพูดเสนอข้อคาดการณ์และการแสดงความคิดเห็นของตัวเองออกมา หลังจากที่ได้อ่านคำสั่งของปัญหาปลายเปิดหรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา จะให้การสนับสนุนเมื่อยอมรับข้อคาดการณ์นั้น แต่ถ้าไม่ยอมรับก็จะถูกโต้แย้ง ด้วยการคัดค้านให้หาเหตุผลมายืนยัน แล้วลงความเห็นสรุปร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการหรือผลลัพธ์ของปัญหา

วิธีการที่ 2 การไม่ยอมรับความแปลกใหม่ นักเรียนจะพูดแสดงความไม่เห็นด้วยหรือปฏิเสธข้อคาดการณ์ที่ถูกเสนอขึ้นมาก่อน และจะรอรับฟังเหตุผลสนับสนุน ถ้าผู้เสนอมีเหตุผลที่

ทำให้ข้อคาดการณ์นั้นเป็นจริงแล้วจะได้การยอมรับ แต่ถ้าพิสูจน์แล้วไม่เป็นจริง ข้อคาดการณ์ที่นักเรียนคนนั้นเสนอขึ้นมาก็จะไม่ถูกยอมรับ คัดค้าน ปฏิเสธและปล่อยให้ข้อคาดการณ์นั้นตกไป

วิธีการที่ 3 การไม่ยอมรับข้อโต้แย้ง นักเรียนพูดแสดงความคิดเห็นด้วยการเพิ่มเงื่อนไขและเหตุผลเข้ามาตรวจสอบข้อคาดการณ์ มีการทดลองพิสูจน์ข้อคาดการณ์ที่เสนอมานำไปใช้แก้ปัญหา และไม่ว่าผู้ที่เสนอข้อคาดการณ์จะให้เหตุผลสนับสนุน ข้อคาดการณ์นั้นก็จะไม่ได้รับการยอมรับและถูกคัดค้านไม่เอาไปใช้ในการพิจารณาเป็นวิธีการหรือผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาปลายเปิด

วิธีการที่ 4 การปรับเปลี่ยนความแปลกใหม่ นักเรียนจะพูดอภิปรายแลกเปลี่ยนหรือโต้แย้งความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างข้อคาดการณ์หรือยกตัวอย่างขึ้นมาใหม่ ที่จะไปทดลองพิสูจน์การแก้ปัญหาปลายเปิด แล้วพยายามค้นหาเหตุผลหรือวิธีการมาสนับสนุนให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ นักเรียนร่วมมือกันพยายามปรับเปลี่ยนวิธีการตามข้อคาดการณ์ในการหาคำตอบให้แปลกใหม่กว่าเดิม แล้วลงความเห็นสรุปร่วมกันว่าสามารถใช้เป็นวิธีการหรือผลลัพธ์ของปัญหาปลายเปิดได้หรือไม่

วิธีการที่ 5 การรวบรวมข้อโต้แย้ง นักเรียนพูดอภิปรายถึงรายละเอียดของข้อเสนอในการแก้ปัญหาปลายเปิดหรือข้อคาดการณ์ตั้งแต่เริ่มแรก ที่ใช้ค้นหาวิธีการหรือผลลัพธ์ของปัญหาปลายเปิด แล้วรวบรวมวิธีการแต่ละวิธีมาใช้ทดลองหรือพิสูจน์ในการแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนช่วยกันพยายามปรับเปลี่ยนให้สามารถใช้แก้ปัญหาได้ และสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมาพิจารณาการปรับเปลี่ยนข้อคาดการณ์ให้มีขั้นตอน มีการย้อนกลับไปพิจารณาแต่ละข้อที่ได้ทำมาแล้ว เมื่อใช้แก้ปัญหาได้ก็จะเริ่มค้นหาวิธีการใหม่ต่อไป

วิธีการที่ 6 การพิสูจน์ด้วยการโต้แย้ง นักเรียนพูดถึงข้อคาดการณ์ที่น่าจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาก่อน พร้อมกับแสดงเหตุผลและอธิบายถึงวิธีแก้ปัญหตามข้อคาดการณ์ ถ้าไม่มีการคัดค้านหรือโต้แย้งแสดงว่าทุกคนยอมรับ แต่ถ้าเกิดการโต้แย้งหรือคัดค้านขึ้นมาต้องมีการอ้างถึงหลักพิจารณาลักษณะข้อคาดการณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาปลายเปิด นักเรียนที่สร้างข้อคาดการณ์นั้นต้องอธิบายหรือยกตัวอย่างมาพิสูจน์ให้คนอื่นเห็นด้วย หรือเข้าใจตามเหตุผล การอ้างเหตุผลยืนยันข้อที่ถูกโต้แย้ง จนกระทั่งทุกคนลงความเห็นร่วมกันหรือสรุปร่วมกันว่าเป็นวิธีการหรือผลลัพธ์ของปัญหาปลายเปิด

3.2 การตรวจสอบการใช้กรอบเชิงทฤษฎีของ Lakatos (1976) สำหรับการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด

จากการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ในจำนวน 3 กิจกรรม ที่มีสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดหรือกิจกรรมย่อย 5 สถานการณ์ปัญหา พบวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้ง 6 วิธีการ ได้แก่ การยอมรับ การไม่ยอมรับความแปลกใหม่ การไม่ยอมรับข้อโต้แย้ง การปรับเปลี่ยนความแปลกใหม่ การรวบรวมข้อโต้แย้ง การพิสูจน์ด้วยการโต้แย้ง อยู่ในกิจกรรมการ์ดเกมและกิจกรรม

จุดบรรจบ แต่ในกิจกรรมความยาวรอบรูป พบว่าทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพียง 4 วิธีการคือ การยอมรับ การไม่ยอมรับความแปลกใหม่ การไม่ยอมรับข้อโต้แย้ง และการพิสูจน์ด้วยการโต้แย้ง และทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด นอกเหนือจากกรอบเชิงทฤษฎีของ Lakatos (1976) ยังพบว่าในทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในวิธีการปรับเปลี่ยนความแปลกใหม่นักเรียนจะมีการเจรจาไกล่เกลี่ย (Negotiations) กันให้มีความคิดที่สอดคล้องกันการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิด และร่วมมือกันในการช่วยเหลือแก้ปัญหาปลายเปิดให้สำเร็จ

สรุปผลการวิจัย นักเรียนแสดงทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาปลายเปิด โดยเริ่มคิดแก้ปัญหาจากการเสนอข้อคาดการณ์ของตนเอง ที่คิดว่าจะนำไปใช้แก้ปัญหาได้แล้ว นำเสนอต่อกลุ่มจนสมาชิกในกลุ่มเห็นพ้องต้องกัน สรุปเป็นข้อตกลงในการแก้ปัญหา แต่ถ้าสมาชิกคนใดมีข้อโต้แย้งหรือข้อคัดค้าน กลุ่มก็เปิดโอกาสให้แสดงเหตุผลโต้แย้งจนได้รับการยอมรับหรือประเด็นที่โต้แย้งตกไป และมีการนำข้อคาดการณ์เดิมมาปรับปรุงหรือสร้างขึ้นมาใช้ในการแก้ปัญหาปลายเปิดใหม่อีกครั้ง ปัญหาปลายเปิดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนมี ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้มี การยอมรับ การปรับเปลี่ยนความแปลกใหม่ การรวบรวมข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ด้วยการโต้แย้ง โดยพยายามหาเหตุผลหรือสร้างข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาด้วยตนเอง แสดงให้เห็นถึงการพูดของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกรอบทฤษฎีหรือเครื่องมือที่มีความละเอียดในการเข้าไปใกล้ถึงความเข้าใจหรือการเรียนรู้การแก้ปัญหานักเรียน ในบริบทพื้นฐานที่นักเรียนมีความคุ้นเคยในการแก้ปัญหาปลายเปิดเป็นประจำ แนวคิดการพิสูจน์แบบให้เหตุผลโต้แย้งของ Lakatos (1976) ทั้ง 6 รูปแบบคือ การยอมรับ การไม่ยอมรับความแปลกใหม่ การไม่ยอมรับข้อโต้แย้ง การปรับเปลี่ยนความแปลกใหม่ การรวบรวมข้อโต้แย้ง และการพิสูจน์ด้วยการโต้แย้ง เป็นเครื่องมือหรือวิธีการที่มีความละเอียดในการวิเคราะห์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างหนึ่งที่ปรากฏผลดังนี้

1) การยอมรับ นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมการยอมรับข้อคาดการณ์หรือข้อโต้แย้งของเพื่อน ด้วยการแสดงแนวคิดในสถานการณ์การแก้ปัญหา เมื่อทำการอ่านโจทย์ปัญหาปลายเปิดเพื่อทำความเข้าใจกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาปลายเปิด จากนั้นก็จะเริ่มพูดเสนอข้อคาดการณ์และแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา ในการเสนอข้อคาดการณ์ครั้งแรกของนักเรียนตามวิธีการนี้อาจจะมีทั้งข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีหลักการมีเหตุมีผลรองรับกับข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่มีเหตุผลรองรับ โดยนักเรียนจะพยายามแสดงข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ของตนเองออกมาให้มากที่สุด แต่ก็มึนักเรียนที่นึกคิดแบบเสียบ ๆ แล้วถึงเสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนในกลุ่ม จนได้รับการสนับสนุนและเพื่อนมีความเห็นสอดคล้องด้วย ไม่มีข้อโต้แย้งหรือการคัดค้านเกี่ยวกับวิธีการหรือผลลัพธ์ของปัญหาที่ได้เสนอมาน

2) การไม่ยอมรับความแปลกใหม่ พฤติกรรมของนักเรียนในการไม่ยอมรับความแปลกใหม่ นักเรียนที่เสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ครั้งแรกต่อเพื่อนในกลุ่ม แต่เมื่อเพื่อนหรือสมาชิกคนใด ๆ คนหนึ่งในกลุ่มไม่ยอมรับข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์นี้และไม่เห็นด้วยทุกครั้งที่มีการให้เหตุผลมาสนับสนุน มายืนยันความเป็นจริง แล้วให้ใช้วิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดวิธีการใหม่หรือทดลองแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี แต่นักเรียนผู้ที่เสนอข้อคาดการณ์ในครั้งแรกก็ยังคงยืนยันที่จะใช้วิธีการเดิม ยึดติดกับวิธีการคิดแก้ปัญหาปลายเปิดวิธีการเดิมของตนเอง แล้วจะแสดงพฤติกรรมการไม่ยอมรับความแปลกใหม่ด้วยการพูดแสดงความไม่เห็นด้วย คัดค้านหรือปฏิเสธข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกเสนอขึ้นมาให้พิจารณาเลือกเป็นวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดหรือผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดนั้น แล้วจะรอรับฟังเหตุผลสนับสนุนว่าเป็นจริงหรือไม่ แต่ถ้าพิสูจน์แล้วไม่เป็นจริง ข้อคาดการณ์ที่เสนอขึ้นมาก็จะไม่ถูกยอมรับ คัดค้าน ปฏิเสธและปล่อยให้ข้อคาดการณ์นั้นตกไป

3) การไม่ยอมรับข้อโต้แย้ง ในวิธีการนี้ เมื่อนักเรียนเสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อนที่อยู่ในกลุ่มของนักเรียนจะแสดงพฤติกรรมการไม่ยอมรับข้อโต้แย้งด้วยการพูดแสดงข้อคาดการณ์ด้วยการเพิ่มเงื่อนไข ที่เป็นไปได้ทั้งสองกรณีคือ

กรณีแรก เมื่อผู้เสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงข้อคาดการณ์ของตนเองออกมา ต่อจากนั้นเพื่อนสมาชิกในกลุ่มค้นหาเหตุผลหรืออ้างเหตุผลมาคัดค้าน แล้วผู้ที่เสนอข้อคาดการณ์ไม่เห็นด้วยกับวิธีการหรือข้อเสนอในการแก้ปัญหาปลายเปิด

กรณีที่สอง เมื่อผู้เสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงข้อคาดการณ์ของตนเองออกมา ต่อจากนั้นเพื่อนสมาชิกในกลุ่มค้นหาเหตุผลหรืออ้างเหตุผลมาคัดค้าน แล้วผู้เสนอค้นหาเหตุผลมาสนับสนุน ยืนยันข้อคาดการณ์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดของตนเอง แต่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มไม่เห็นด้วย คัดค้านกับเหตุผลสนับสนุนเข้ามাত্রตรวจสอบข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์นั้น

ต่อจากนั้น นักเรียนจะพยายามเลือกข้อคาดการณ์ใดข้อคาดการณ์หนึ่งมาทดลอง พิสูจน์ข้อคาดการณ์ที่เสนอมาในการนำไปใช้แก้ปัญหาปลายเปิด อาจจะเฉพาะผู้ที่เสนอข้อคาดการณ์แรกนั้นขึ้นมา ช่วยกันทำเป็นกลุ่มหรืออาจจะแยกทำใครทำมัน เมื่อทดลองแล้วว่าข้อคาดการณ์ข้อคาดการณ์ใช้แก้ปัญหาไม่ได้ ก็จะไม่ได้รับการยอมรับและถูกคัดค้านไม่เอาไปใช้ในการพิจารณาเป็นวิธีการหรือผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาปลายเปิด

4) การปรับเปลี่ยนความแปลกใหม่ เมื่อนักเรียนเริ่มเสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดขึ้นมาครั้งแรกหรือหลายครั้ง แล้วเพื่อนสมาชิกในกลุ่มมีการเสนอคัดค้าน ไม่เห็นด้วยกับข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดนั้น นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมการปรับเปลี่ยนความแปลกใหม่ด้วย

กรณีแรก เมื่อผู้เสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงข้อคาดการณ์ของตนเองออกมา ต่อจากนั้นเพื่อนสมาชิกในกลุ่มค้นหาเหตุผล ยกตัวอย่างหรืออ้างเหตุผลมาคัดค้านด้วย

วิธีการที่แปลกไม่เหมือนรูปแบบการคิดแก้ปัญหาแบบเดิม แล้วผู้ที่เสนอข้อคาดการณ์นั้นเห็นด้วยกับวิธีการหรือข้อเสนอในการแก้ปัญหาปลายเปิด

กรณีที่สอง เมื่อผู้เสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงข้อคาดการณ์ของตนเองออกมา ต่อจากนั้นเพื่อนสมาชิกในกลุ่มค้นหาเหตุผล ยกตัวอย่างหรืออ้างเหตุผลมาคัดค้าน แล้วผู้เสนอค้นหาเหตุผลมาสนับสนุน ยืนยันข้อคาดการณ์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดของตนเอง แต่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มไม่เห็นด้วย คัดค้านกับเหตุผลสนับสนุนเข้ามาตรวจสอบข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้เสนอจึงค้นหาเหตุผล ยกตัวอย่างหรืออ้างเหตุผลมาคัดค้านด้วยวิธีการที่แปลกไม่เหมือนรูปแบบการคิดแก้ปัญหาแบบเดิม

กรณีที่สาม เมื่อผู้เสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงข้อคาดการณ์ของตนเองออกมา ต่อจากนั้นเพื่อนสมาชิกในกลุ่มค้นหาเหตุผล ยกตัวอย่างหรืออ้างเหตุผลมาสนับสนุน ช่วยเหลือกันข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดจนสำเร็จ ด้วยค้นหาเหตุผล ยกตัวอย่างหรืออ้างเหตุผลมาคัดค้านด้วยวิธีการที่แปลกไม่เหมือนรูปแบบการคิดแก้ปัญหาแบบเดิม

จะเห็นได้ว่าการพูดอภิปรายแลกเปลี่ยนหรือโต้แย้ง สร้างข้อคาดการณ์และยกตัวอย่างขึ้นมาใหม่ที่น่าไปทดลองพิสูจน์การแก้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียน ที่มีทั้งความเห็นสอดคล้องกันเห็นด้วยกับข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกเสนอขึ้นมาหรือวิธีการแก้ปัญหา แต่ทั้งหมดที่นักเรียนลงมือทำก็เพราะมีความต้องการที่จะร่วมมือกันพยายามปรับเปลี่ยนวิธีการตามข้อคาดการณ์ในการหาคำตอบให้แปลกใหม่กว่าเดิมแล้วพยายามค้นหาเหตุผลหรือวิธีการมาสนับสนุนให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ จนลงความเห็นสรุปร่วมกันว่าสามารถใช้เป็นวิธีการหรือผลลัพธ์ของปัญหาปลายเปิดให้ได้

5) การรวบรวมข้อโต้แย้ง ในวิธีการนี้นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมการรวบรวมข้อโต้แย้งจากการเสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดขึ้นมา ตั้งแต่เริ่มทำการแก้ปัญหา อาจจะโดนคัดค้าน ไม่เห็นด้วยหรือแม้กระทั่งโดนการยกตัวอย่างมาค้านกับตัวอย่างเดิม จนทำให้ข้อคาดการณ์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดนั้นตกไป และรวมถึงข้อเสนอ ความคิดที่เป็นผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดทุกข้อเสนอ นักเรียนจะพยายามช่วยกันระลึกถึงแล้วนำกลับมาทดลองใช้แก้ปัญหาปลายเปิด โดยการพูดอภิปรายถึงรายละเอียดของข้อคาดการณ์ที่ถูกเสนอขึ้นมาในการแก้ปัญหาปลายเปิดตั้งแต่เริ่มแรก แล้วรวบรวมวิธีการแต่ละวิธีมาใช้ทดลองหรือพิสูจน์เป็นการแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนช่วยกันพยายามปรับเปลี่ยนข้อคาดการณ์ให้สามารถใช้แก้ปัญหาได้ด้วยสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมาอย่างมีขั้นตอน ความช่วยเหลือกันตรงตำแหน่งนี้นักเรียนจะพยายามแทรกตัวเองเข้าไปช่วยในการแก้ปัญหาปลายเปิดด้วยคนที่บางทีเพื่อนอาจจะทำเสร็จแล้วตนเองก็ยังไปขีดเขียน เข้ามือवादไปवादมา แล้วก็พยักหน้ายอมรับหรือยิ้ม เพราะจะได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาหรือตนเองก็คิดแบบนี้ และนอกจากนี้ยังย้อนกลับไปทบทวนถึงเงื่อนไขหรือ

ลักษณะร่วม (สัมพันธ์ จากถิ่นขจรไกล, 2549) เมื่อได้มีส่วนในลักษณะร่วม ก็มีการย้อนกลับไปพิจารณาแต่ละข้อที่ได้ทำมาแล้วพิสูจน์ว่าใช้แก้ปัญหา เมื่อใช้แก้ปัญหาได้ก็จะเริ่มค้นหาวิธีการใหม่

6) การพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลโต้แย้ง เมื่อนักเรียนเสนอข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดขึ้นมา แล้วไม่ได้รับการยอมรับ ไม่เห็นด้วยกับข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ของตน หรือแม้กระทั่งโดนการยกตัวอย่างมาค้านกับตัวอย่างเดิม จนทำให้ข้อคาดการณ์หรือวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดนั้นตกไป นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลโต้แย้ง โดยการพูดถึงข้อคาดการณ์ที่น่าจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาก่อน พร้อมกับแสดงเหตุผลและอธิบายถึงวิธีแก้ปัญหาตามข้อคาดการณ์ และเมื่อมีการคัดค้านหรือโต้แย้ง นักเรียนจะอธิบายและอ้างถึงวิธีการของตนเองเพื่อพิสูจน์ให้ข้อคาดการณ์นั้นเป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้แก้ปัญหาได้ ด้วยการอ้างถึงหลักการหรือเหตุผลที่พิจารณาลักษณะข้อคาดการณ์หรือยกตัวอย่างมาพิสูจน์ให้คนอื่นเห็นด้วยตามเหตุผล ที่ถูกโต้แย้ง จนกระทั่งทุกคนลงความเห็นร่วมกันว่าเป็นวิธีการหรือผลลัพธ์ของปัญหาปลายเปิด

4. ข้อจำกัดของการวิจัย

4.1 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ เป็นครูที่เข้าร่วมกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครู ด้วยกระบวนการศึกษาชั้นเรียน และสำหรับครูผู้สอนที่รับผิดชอบในการสอนคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย เป็นครูที่เข้าร่วมโครงการวิจัยฯ ครั้งแรก ยังขาดความเข้าใจ และการให้ความสำคัญกับการแสดงบทบาทของครูที่จะเป็นผู้ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนแก้ปัญหาปลายเปิดด้วยตนเอง ที่ไม่ได้เป็นการเข้าไปรบกวนและแทรกแซงการแก้ปัญหาของนักเรียน

4.2 กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนที่โรงเรียนต้องเข้าร่วมกับหน่วยงานต้นสังกัดของโรงเรียนทำให้นักเรียนขาดความต่อเนื่องในการแก้ปัญหาปลายเปิด

5. ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่องวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดที่อาศัยบริบทของชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 บทบาทของครูเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการวิจัยวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด การเข้าไปรบกวนและแทรกแซงการคิดของนักเรียนเป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ เพราะการที่ครูไม่เข้าใจบทบาทของตนเองในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนเป็นฐาน ถ้าครูเข้าใจและตระหนักในบทบาทของตนเองจะเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการแสดงวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกมา ให้ตรงตำแหน่ง การพิจารณาช่วงเวลาที่จะเข้าไปรบกวนหรือปิดกั้นการแสดงวาทกรรมของนักเรียน บางครั้งบทบาทที่ครูแสดงอาจจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสแสดงวาทกรรมเลย

5.2 จากการวิจัยในครั้งนี้ ผลที่ได้รับน่าจะเป็นแนวทางให้สำคัญในการส่งเสริมชั้นเรียนคณิตศาสตร์ไทย ให้นักเรียนมีวาทกรรมทางคณิตศาสตร์หรือใช้มุมมองหนึ่งในการปรับปรุงชั้นเรียนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาปลายเปิดได้ตามศักยภาพของนักเรียนเอง

5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับบทบาทของครูที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด