

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

รายงานการใช้และพัฒนา ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญและผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra กับเกณฑ์
4. เพื่อศึกษาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบบลดคล้าย
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าก่อนการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป

4. ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์กับโปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบวาดฉาย หลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับดีขึ้นไป

5. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับมากขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพธิสารพิทยากร เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 รวม 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 219 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพธิสารพิทยากร เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียน 49 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 ชุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
3. แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ มีค่ายากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.44–0.69 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.44–0.88 และ ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

5. แบบประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย

6. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วย ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 20 ข้อ ค่าอำนาจจำแนก (α) อยู่ระหว่าง 2.18 – 4.92 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ได้จากการพัฒนาหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 กับนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียน 49 คน ซึ่งผู้วิจัย ใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คาบ

2. ดำเนินการทดลอง โดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 ชุด โดยใช้เวลาในการสอน 35 คาบ

3. เมื่อสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คาบ

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนและการทดสอบแล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยใช้เวลา 30 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ มีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test Dependent
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ' หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้ t-test One group
4. ประเมินความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย หลังเรียนจบชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ ใช้การคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
5. ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ใช้การคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 82.70/81.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงขึ้นอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71.92
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์กับโปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย อยู่ระดับดีมาก
5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีความพึงพอใจในระดับมาก

อภิปรายผล

จากการพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยรวม 82.70/81.78 แสดงว่าชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้เนื่องจาก ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครูคณิตศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา กับ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาในการเรียนการสอน ความสามารถของนักเรียนและศึกษาแนว การสร้างชุดการเรียนรู้การสอน จากตำราของบุญเกื้อ กวรวาเวช (2542 : 95-102) แล้วปรับปรุงให้ เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนของโรงเรียนโพธิสารพิทยากร โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 ชุด ซึ่งภายในชุดการเรียนรู้การสอนประกอบไปด้วยใบกิจกรรมที่มีทั้งหมด 4 ตอน ตอนที่ 1 เป็นการ ให้นักเรียนปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่ม ตอนที่ 2 เป็นตัวอย่างที่ครูใช้ประกอบการอธิบาย ตอนที่ 3 ฝึก ฝึกทำให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ตอนที่ 4 ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ เรียน แบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย พร้อมกับเฉลย ชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ได้ผ่าน การตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข ทั้งในด้านเนื้อหาสาระการใช้ภาษา ในแต่ละชุดการเรียนรู้การสอน อย่างเหมาะสม โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ ก่อนที่ผู้วิจัยจะนำชุดการเรียนรู้ การสอนที่สร้างขึ้น ไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม และ นำข้อบกพร่องในด้านต่างๆ มาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ ภาคสนาม ซึ่งทำให้ได้ชุดการเรียนรู้การสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์โดยเฉลี่ย 82.70/81.78 ทำให้ ชุดการเรียนรู้การสอน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้ อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุราง ยาศัย (2549 : 117) และวัชระ น้อยมี (2551 : บทคัดย่อ) ที่พบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้สูงกว่เกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ซึ่งสอดคล้อง กับงานวิจัยของสันติ อิทธิพลนาวกุล (2550 : บทคัดย่อ) ซึ่งสรุปว่าเมื่อนักเรียนได้เรียน โดยใช้ โปรแกรมแบบพลวัตแล้ว นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้ เนื่องมาจาก

2.1 ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ จะเริ่มต้นด้วยขั้นนำซึ่งเป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนความรู้ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเชื่อมโยงความคิดของแฮร์บาร์ด (ทัศนา แคมมณี, 2552 : 48-73) และใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งโปรแกรม GeoGebra นี้ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพ ทำการสร้าง และสังเกตความแตกต่างของเนื้อหาในการเรียนจากนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น สอดคล้องกับบรุนเนอร์ (ทัศนา แคมมณี, 2552 : 48-73) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยการค้นพบจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนและสนองความพึงพอใจในความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง โดยครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆด้วยตนเอง การสาธิตหรือเห็นเป็นรูปธรรมช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจหรือเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้องในบทเรียน

2.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนนั้น จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมโดยอาศัยการสำรวจ การสังเกต และสรุปหาเหตุผลด้วยตนเอง รวมทั้งฝึกการแก้ปัญหาภายใต้คำแนะนำของครู ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนที่มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2550: 145) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สำรวจ สืบสวน สร้างข้อคาดการณ์ อธิบายและตัดสินใจสรุปด้วยตนเอง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของมอสส์ (Moss, 2001) และ ฮาน (Han, 2007) ที่พบว่า การใช้โปรแกรมแบบพลวัตมีประสิทธิภาพในการช่วยพัฒนาความเข้าใจและทำให้ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเพิ่มขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากการสอนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนและมีการใช้โปรแกรม GeoGebra เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนทำให้สามารถเห็นภาพต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทนิยามต่าง ๆ เมื่อนักเรียนเข้าใจพื้นฐานแล้วนักเรียนก็จะประยุกต์ใช้กับโจทย์ต่างๆ หรือแก้ปัญหาค่อยๆ ไป อีกทั้งการใช้โปรแกรม GeoGebra ยังเป็นสื่อที่ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนเพราะมีการนำเสนอที่เร้าใจ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีการซักถามและโต้ตอบ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ประเมินผลการเรียนรู้จากแบบทดสอบแต่ละชุดการเรียนรู้การสอน ซึ่งถือเป็นการทบทวนก่อนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกตุกนก หนูดี (2553: 73-78) และ อนุวัฒน์ เศษไชยสง (2553: 60-66) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม C.a.R. นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05

4. ผลการศึกษาความสามารถความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์กับโปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย อยู่ระดับดีมาก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและใช้โปรแกรม GeoGebra ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพ เข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น ในการที่จะเรียนเรื่องใหม่จะมีการทบทวนเรื่องเดิมก่อนทุกครั้ง ในแต่ละชุดการเรียนการสอนจะมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนฝึกและตรวจสอบความรู้ก่อนที่จะเริ่มเรียนเนื้อหาใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง ตามแนวคิดและทฤษฎีของเพียเจต์ (ประสิทธิ์ พลศรีพิมพ์ (2542: 113) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้กฎเกณฑ์ สูตร ความคิดรวบยอด ควรกระทำในลักษณะรูปธรรม ให้เด็กได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ให้เด็กได้มีโอกาสฝึกฝนบ่อยๆ เพื่อให้ความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เกิดความสมดุลและต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ได้ สอนทบทวนเรื่องเดิมแล้วค่อยๆ ขยายออกไปสู่ความรู้ใหม่ การออกแบบลวดลายเป็นการผสมผสานความรู้คณิตศาสตร์กับศิลปะเป็นการนำความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์กับโปรแกรม GeoGebra มาใช้ในการออกแบบลวดลาย เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันได้ เป็นการเรียนที่ต้องอาศัยความเข้าใจในเนื้อหาและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 83) ได้ให้ความหมายทักษะการเชื่อมโยงว่าเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล สอดคล้องกับงานวิจัยของราตรี ทองสามศรี(2547 : บทคัดย่อ)

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจในระดับมาก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ซึ่งนักเรียนสามารถทำการสำรวจ สังเกต และสรุปได้ด้วยตนเอง และเมื่อทำแบบฝึกหัดสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้เองโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เป็นอิสระ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนตามความสามารถ ความถนัด ความสนใจ ของนักเรียน จึงรู้สึกสนุก ไม่เกิดความเครียดในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจหลังเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra สอดคล้องกับงานวิจัย ของโยเซฟ (Yousif

1997) และ บาฮาร์วานด์ (Baharvand, 2002) ที่พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์/เรขาคณิตในทางบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเรขาคณิต สอดคล้องกับ สุภัทรา เกติมงคล(2550 : บทคัดย่อ) และวรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์(2551 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้โปรแกรม C.a.R. อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นชุดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งอาจใช้เวลาในการให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกัน มีเวลาในการปฏิบัติ ซึ่งต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นในบางกิจกรรมอาจต้องใช้คาบเรียนที่ต่อเนื่องกัน เพื่อให้การเรียนจบในเรื่องนั้นๆ

1.2 ในการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ครูจะต้องคอยดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำแนะนำและตอบคำถามเมื่อนักเรียนสงสัย และควรมีผู้ช่วยในการสอน เพื่อให้การเรียนดำเนินการไปอย่างรวดเร็วและทั่วถึง

1.3 ในการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ครูควรมีความอดทนรอเวลาที่จะให้นักเรียนได้คิดหรือค้นพบได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำให้กับนักเรียนที่เกิดข้อสงสัย เพราะการเรียนที่นักเรียนค้นพบด้วยตนเองจะเข้าใจได้ดีกว่าและจำได้นานกว่าการฟังจากการที่ครูบอก ครูอาจจะช่วยสรุปบทเรียนอีกครั้งเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ต่อไป

2.2 ควรมีการพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง