บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบโครงการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบโครงการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบโครงการ

ตอนที่ 3 การประเมินผลแฟ้มสะสมงาน

ตอนที่ 4 การนำผลการทดลองมาใช้ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบโครงการ

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม ดังรายละเอียดในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม

การทดสอบ	คะแนน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)		t
	$\bar{X}$ (N = 15)	S.D.	
ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมบูรณาการ	67.63	6.50	7.71*
หลังเข้าร่วมโปรแกรมบูรณาการ	87.37	7.92	

* $P < .05$ ($.05_{t29} = 1.699$)

จากตารางที่ 4 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์หลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ก่อนเข้าร่วมโปรแกรม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบโครงการ

หลังการเข้าร่วมโปรแกรม ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับโปรแกรม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปตารางประกอบความเรียงและความเรียง

2.1 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับโปรแกรมดังรายละเอียดในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับโปรแกรม

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	การแปลความหมาย
<u>ด้านเนื้อหา</u>		
1. หลังทำโครงการนี้นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 5 ระดับ)	4.60	มากที่สุด
2. หลังทำโครงการนี้นักเรียนชอบวิชาวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 5 ระดับ)	4.40	มาก
3. หลังทำโครงการนี้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 4ระดับ)	3.60	มาก
4. หลังทำโครงการนี้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 4 ระดับ)	3.40	ปานกลาง
<u>ด้านการบูรณาการ</u>		
5. นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ควบคู่กับวิทยาศาสตร์มีมากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 5 ระดับ)	4.13	มาก
<u>ด้านระยะเวลา</u>	2.33	ปานกลาง
6. ระยะเวลาในการเรียนแต่ละครั้งเหมาะสมมากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 3 ระดับ)	2.20	ปานกลาง
7. ระยะเวลาในการเรียนตลอดสัปดาห์เหมาะสมมากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 3 ระดับ)	2.33	ปานกลาง
8. ระยะเวลาในการเรียนตลอดโปรแกรมเหมาะสมมากน้อยเพียงใด (ความคิดเห็น 3 ระดับ)		

จากตารางที่ 5 แสดงว่านักเรียนมีความคิดเห็นเห็นด้วยเกี่ยวกับโปรแกรมในระดับมากที่สุด1 รายการคือ ความชอบวิชาคณิตศาสตร์หลังทำโครงการ ความคิดเห็นเห็นด้วยเกี่ยวกับโปรแกรมในระดับมาก 3 รายการคือ ความชอบวิชาวิทยาศาสตร์หลังทำโครงการ ความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์หลังทำโครงการ ความชอบเรียนคณิตศาสตร์ควบคู่วิทยาศาสตร์ ความคิดเห็นเห็นด้วยเกี่ยวกับโปรแกรมในระดับปานกลาง 4 รายการคือ ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์หลังทำโครงการ ระยะเวลาในการเรียนแต่ละครั้ง ระยะเวลาในการเรียนตลอดสัปดาห์ ระยะเวลาในการเรียนตลอดโปรแกรม

ผู้วิจัยได้รวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับโปรแกรมเพิ่มเติมในลักษณะของความเรียง โดยแสดงจำนวนนักเรียนไว้ในวงเล็บท้ายข้อความดังต่อไปนี้

2.1.1 เหตุผลที่ทำให้นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์หลังทำโครงการ

คณิตศาสตร์

- สนุก ไม่น่าเบื่อ เนื้อหาแปลกใหม่น่าสนใจ (4)
- มีการใช้เทคนิคการคิดคำนวณที่ไม่มีในห้องเรียน (1)
- มีการนำความรู้มาใช้จริงทำให้เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์มากขึ้น (3)
- มีการฝึกการคิดคำนวณอยู่เสมอ (3)

วิทยาศาสตร์

- ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนทำการทดลองที่อยากทำ(3)
- ได้ทำการทดลองที่สนุก แปลก ใหม่ (4)

2.1.2 เหตุผลที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์หลังทำโครงการ

คณิตศาสตร์

- ได้มีการฝึกฝนการคิดคำนวณบ่อย ๆ(1)
- ได้มีการนำความรูมาใช้จริงทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น (3)
- ได้มีการให้คำแนะนำ แนะหลักการคิด (1)
- เรียนสนุก (1)

วิทยาศาสตร์

- ได้มีการค้นคว้าด้วยตนเองจากแหล่งต่าง ๆ(2)
- ได้มีการทดลองจริง ๆทำให้เกิดความเข้าใจ (1)

2.1.3 เหตุผลที่ทำให้นักเรียนชอบเรียนคณิตศาสตร์ควบคู่กับวิทยาศาสตร์

- สนุก น่าสนใจ (3)
- ได้รับความรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน (2)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับโปรแกรมในด้านอื่นๆ เพิ่มเติมโดยผู้วิจัยจำแนกตามประเด็นคำถามและแสดงจำนวนนักเรียนไว้วงเล็บท้ายข้อความดังนี้

ด้านเนื้อหา

1) เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เรียนอยู่มากน้อยเพียงใด

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เรียนอยู่พอดีแล้วโดยนักเรียนให้เหตุผลดังนี้

คณิตศาสตร์

- เนื้อหาเหมาะสมกับวัยไม่ยากและไม่ง่ายเกินไป (7)
- ปริมาณเนื้อหาไม่มากหรือน้อยเกินไป (3)

วิทยาศาสตร์

- เนื้อหาเหมาะสมกับวัยไม่ยากและไม่ง่ายเกินไป (7)
- ปริมาณเนื้อหาไม่มากหรือน้อยเกินไป (3)

2) ก่อนทำโครงการนี้นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนพบว่าก่อนทำโครงการรนักเรียนส่วนใหญ่ชอบวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากโดยนักเรียนให้เหตุผลดังนี้

คณิตศาสตร์

- ชอบการคิดคำนวณ (2)
- เป็นวิชาที่ไม่ต้องจำมากอาศัยความเข้าใจ (1)

วิทยาศาสตร์

- ชอบทำการทดลอง (1)

3) ก่อนทำโครงการนี้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนพบว่าก่อนทำโครงการนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ปานกลาง

ด้านการบูรณาการ

4) นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ควบคู่กับวิทยาศาสตร์

จากการสอบถามความความคิดเห็นของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นดังต่อไปนี้

- สนุก น่าสนใจ ไม่บ่าเบื่อ (6)
- เนื้อหามีความสัมพันธ์กันดี (3)

• เพราะได้รับความรู้ทั้ง 2 วิชา (2)

• เพราะได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น การทำแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม นำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่รวบรวมมาได้(1)

• ดี เพราะทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีการวางแผนการแก้ปัญหาที่เหมือนๆ กันเช่น มีการวางแผน การทดสอบ การตรวจสอบ (2)

5) นักเรียนคิดว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์และวิทยศาสตร์ที่จัดให้มีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนพบว่าเนื้อหาคณิตศาตร์และวิทยาศาสตร์ที่จัดให้มีความสัมพันธ์ดีโดยให้เหตุผลดังนี้

• การรวบรวมและนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (2)

• มีการวางแผนการแก้ปัญหาที่คล้ายๆกัน (2)

• การลงมือประดิษฐ์สิ่งของ ซึ่งใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องคำนึงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจำลองบ้านจะต้องคำนึงถึงหลักการสร้างบ้านที่ถูกสุขลักษณะ การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ตกแต่งบ้าน (1)

6) ประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ควบคู่กันมีอะไร

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ควบคู่กันนักเรียนให้เหตุผลดังนี้

• สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (4)

• สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการรวบรวมและนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (2)

• ทำให้เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้น (1)

• ได้รับความสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ (1)

• ฝึกการวางแผนการแก้ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (2)

• ได้รับเทคนิคการคำนวณ หลักการคิดคำนวณใหม่ ๆ (1)

2.2 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงโปรแกรม ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลในลักษณะความเรียงโดยแสดงจำนวนผู้ตอบไว้ในวงเล็บท้ายข้อความดังต่อไปนี้

2.2.1 ด้านครูผู้สอน

- ครูใจดี (6)
- ให้คำปรึกษาดี (1)

2.2.2 ด้านการสอน

- สอนทุกอย่างเข้าใจ (1)
- มีการสอนค่อนข้างน้อย เพราะมีข้อจำกัดเรื่องเวลา (1)
- การสอนดี สนุก (1)

2.2.3 ปัญหาที่เข้าร่วมโปรแกรม

- เวลาของสมาชิกในกลุ่มว่างไม่ตรงกัน (2)
- เวลาเรียนน้อย (1)
- มีกิจกรรมอื่น ๆ มาแทรก ทำให้เรียนไม่ต่อเนื่อง (1)

2.3 ข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างดำเนินการทดลองโปรแกรม

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างการทดลอง ซึ่งพบว่า

2.3.1 ด้านจำนวนครั้งที่นักเรียนมาเรียน

ในการทดลองครั้งนี้มีระยะเวลาทั้งหมด 38 วัน ๆ ละ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 15.20 – 16.20 น. แบ่งเป็นเวลาในการทดลอง 36 วัน เวลาในการแนะนำการทดลอง 1 วัน เวลาในการประเมินผล 1 วัน ซึ่งตลอดระยะเวลาของการทดลอง นักเรียนเกือบทุกคนเข้าร่วมการทดลองทุกวัน ในแต่ละวันก็จะมีนักเรียนขาดประมาณ 1-2 คน

2.3.2 ด้านการแสดงความกระตือรือร้นในการเรียน

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียน เช่น มาเรียนตรงเวลา รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย มีการติดตามงานในกรณีที่ขาดเรียน แต่ก็จะมีนักเรียน 1-2 คนที่ยังขาดความรับผิดชอบ มาสาย และเหนื่อยหน่ายต่อการเรียน

2.3.3 ด้านปัญหาและอุปสรรคระหว่างดำเนินการสอน

ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างดำเนินการสอนในครั้งนี้คือ ระยะเวลาค่อนข้างมีน้อย นักเรียนส่วนใหญ่จะมีกิจกรรมพิเศษแทรกระหว่างดำเนินการสอน ซึ่งผู้วิจัยก็ต้องมีการยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม เช่น งดเรียนบางวัน เรียนเพิ่ม ทั้งนี้ผู้วิจัยซึ่งทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาก็จะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและร่วมแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ตอนที่ 3 การประเมินผลแฟ้มสะสมงาน

การประเมินผลแฟ้มสะสมงานผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินเป็น 2 ด้านคือการประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและการประเมินโดยนักเรียน ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลในรูปของความเรียงและตารางประกอบความเรียง ดังรายละเอียดดังนี้

3.1 การประเมินที่มีการกำหนดคะแนนเพื่อประเมินความสำเร็จของโครงการที่นักเรียนทำในแต่ละหน่วย ประกอบเครื่องมือดังต่อไปนี้

3.1.1 แบบประเมินโครงการ แบบประเมินโครงการของแต่ละโครงการมีคะแนนเต็มโครงการละ 20 คะแนน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการจะเป็นผู้ประเมิน คะแนนที่ประเมินได้ในแต่ละโครงการก็จะเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

3.1.2 แบบประเมินพฤติกรรมทางการเรียน แบบประเมินพฤติกรรมทางการเรียนแต่ละโครงการจะมีคะแนนเต็มโครงการละ 20 คะแนน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการจะเป็นผู้ประเมินนักเรียนแต่ละคน

ผู้วิจัยนำคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้หาค่าเฉลี่ยและแปลความหมาย ดังรายละเอียดในตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและการแปลความหมายของการประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

หน่วย	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$		รวมค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ของแต่ละหน่วย	การแปลความหมาย
	ประเมินโครงการ (เต็ม20 คะแนน)	ประเมินพฤติกรรมทางการเรียน (เต็ม20 คะแนน)		
อาหารเพื่อชีวิต	17.7	16.1	32.8	ดี
บ้านน่าอยู่	18.9	15.2	34.1	ดี

จากตารางที่ 7 แสดงว่านักเรียนทำโครงการในหน่วยบ้านน่าอยู่และโครงการในหน่วยอาหารเพื่อชีวิตได้ดี

3.2 การประเมินที่ไม่มีการกำหนดคะแนน ประกอบด้วย

3.2.1 การประเมินตนเอง เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับโครงการของตนเองและแบบสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม

3.2.1 การประเมินจากเพื่อนต่างกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามเกี่ยวกับโครงการของตนเองจากเพื่อนต่างกลุ่ม

ผู้วิจัยได้เสนอตัวอย่างงานที่ได้จากแฟ้มสะสมงานของนักเรียนที่สะท้อนถึงการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านการทำงานกลุ่ม กระบวนการทำงาน ความรู้ในวิชาต่าง ๆไว้ในภาคผนวก ฉ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามต่าง ๆมาวิเคราะห์ถึงการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านต่าง ๆตามลำดับขั้นตอนของวิธีสอนแบบโครงการดังนี้

ระยะที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่โครงการ

ในระยะนี้ครูจัดกิจกรรมที่กระตุ้นและปลุกเร้าความสนใจของนักเรียนเข้าสู่โครงการ เพื่อให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากกิจกรรมที่ครูจัดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำการเลือกเรื่องที่ศึกษา ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนในระยะนี้ คือ

1. นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ในการแยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหน่วยที่จะศึกษา รวมถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ

2. นักเรียนได้ฝึกการสังเกต การจำแนกข้อมูล การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ซึ่งเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนได้ฝึกการคิดสังเคราะห์ เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เนื้อหาและประเด็นที่ได้จำแนกออกมา เอามารวมเป็นเรื่องเดียวกัน เพื่อที่จะทำเป็นโครงการของตนเอง

4. นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยเฉพาะด้านการรับฟังความคิดเห็น การยอมรับข้อตกลงของกลุ่ม เพราะในระยะนี้นักเรียนจะต้องช่วยกันระดมความคิดเพื่อค้นหาและเลือกเรื่องที่จะศึกษา ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละคนต่างก็มีความคิดที่เป็นของตนเอง การขัดแย้งภายในกลุ่มเกิดขึ้น จากขั้นตอนในระยะนี้จึงถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่าเมื่อมีข้อขัดแย้งเกิดขึ้นนักเรียนจะช่วยกันหาเกณฑ์ในการตัดสินข้อขัดแย้งที่นักเรียนแต่ละคนยอมรับ ดังนั้น สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการทำงานกลุ่มก็คือ นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการยุติขอขัดแย้งภายในกลุ่ม โดยการใช้ข้อตกลงหรือเกณฑ์ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนยอมรับ

5. นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง เพราะนักเรียนจะต้องคิดเรื่องที่จะทำเป็นโครงการ โดยเป็นเรื่องที่แปลกใหม่ น่าสนใจ และมีความเป็นไปได้ในการทำ ซึ่งผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เพราะสามารถคิดเรื่องที่จะทำเป็นโครงการได้แปลก-ใหม่ น่าสนใจ เช่น การทำเส้นหมี่ข้าวกล้อง ซึ่งภายหลังความคิดนี้ไม่กี่วัน ก็ได้มีการ

โฆษณาขายสินค้า คือ เส้นหมี่ข้าวกล้อง หรือการทำซอสกุ้ง ที่ทำจากเปลือกกุ้ง เพราะนักเรียนเห็นว่าเปลือกกุ้งมีจำนวนมาก และส่วนใหญ่คนจะไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์

ระยะที่ 2 ขั้นพัฒนาโครงการ

ในระยะนี้ นักเรียนทำการวางแผนการดำเนินโครงการ การกำหนดกิจกรรมในโครงการและดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน คือ

1. นักเรียนได้เรียนรู้ถึงกระบวนการแก้ปัญหา นั่นคือ การระบุและทำความเข้าใจในปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหา และการตรวจสอบ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนต้องการทราบว่าบ้านที่จะจำลองมีพื้นที่เท่าใด แต่นักเรียนไม่มีเครื่องมือวัด นักเรียนก็แก้ปัญหาโดยการใช้การกางแขนออกวัดเป็นวา ศอก และจึงนำไปเทียบกับมาตราส่วนในระบบเมตริก หรือนักเรียนเขียนโครงร่างการทำงานโดยเรียงลำดับงานที่ต้องทำก่อน-หลัง

2. นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากการปฏิบัติงานและมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปใช้จริง เช่น นักเรียนจะต้องมีการเก็บรวบรวมโดยใช้วิธีการต่าง ๆ การวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูล ซึ่งทางคณิตศาสตร์ก็คือ เนื้อหาเรื่องสถิติ ส่วนทางวิทยาศาสตร์ก็คือ นักเรียนได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนเรียนรู้ถึงวิธีการทำงานกลุ่ม ในระยะนี้เป็นระยะที่นักเรียนได้เรียนรู้ถึงการทำงานกลุ่มมากที่สุด ตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่านักเรียนได้เรียนรู้ถึงการทำงานกลุ่ม เช่น ตัวอย่างที่ 1 สมาชิกโครงการห้องนอนในฝันขาดอุปกรณ์การทำงาน สมาชิกโครงการบ้านประหยัดพลังงานก็ได้แบ่งอุปกรณ์ให้ จากพฤติกรรมนี้ นักเรียนเรียนรู้ถึงการทำงานกลุ่ม นั่นคือ การมีน้ำใจ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ตัวอย่างที่ 2 สมาชิกโครงการห้องนอนในฝันทะเลาะกันและมีสมาชิกบางคนไม่ยอมมาทำงานตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ ทำให้งานดำเนินไปอย่างล่าช้า หัวหน้าโครงการจึงต้องทำหน้าที่ไกล่เกลี่ย และนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มบ้านประหยัดพลังงานที่สมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบ สามัคคี ซึ่งทำให้งานเสร็จก่อนกำหนด เมื่อสมาชิกโครงการห้องนอนในฝันได้เห็นผลงานของโครงการจำลองบ้านประหยัดพลังงานแล้ว ทำให้เกิดความรู้สึกสำนึกผิด และร่วมแรงร่วมใจกันทำงานจนสำเร็จ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในการทำงานกลุ่มก็คือ การรับผิดชอบในหน้าที่ ความสามัคคีของสมาชิก นอกจากนี้ก็ยังมีการรู้จักการแบ่งงาน การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ระยะที่ 3 ขั้นนำเสนอผลงานโครงการ

ในระยะนี้ นักเรียนจะรวบรวมผลงาน และนำเสนอผลงานในโครงการแก่สมาชิกกลุ่มอื่น เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้และอภิปรายผลร่วมกัน ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในช่วงนี้คือ

1. นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เช่น เมื่อผู้วิจัยซักถามความหมายของแผนผัง นักเรียนก็สามารถสรุปได้ว่าคือการย่อภาพจากของจริงโดยการเขียนมาตราส่วนกำกับ หรือเมื่อมีคำถามเกี่ยวกับวิธีคิดคำนวณพลังงานจากสารอาหาร นักเรียนก็สามารถอธิบายวิธีคิด และยกตัวอย่างประกอบได้ชัดเจน

2. นักเรียนได้ฝึกการแสดงออกที่สร้างสรรค์และถูกต้อง เพราะครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดค้นหาวิธีนำเสนอผลงานด้วยตนเอง โดยที่นักเรียนบางกลุ่มก็นำเสนอผลงานโดยการแสดงละคร บทบาทสมมติ บางกลุ่มก็จัดทำป้ายนิเทศ ซึ่งนอกจากนักเรียนจะได้รับความรู้แล้ว นักเรียนยังได้รับความเพลิดเพลิน สนุกสนาน และสร้างความรู้สึกภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง

ระยะที่ 4ขั้นสรุปและประเมินผลโครงการ

ในระยะนี้นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ทั้งหมด ทั้งจากโครงการของตนเอง และโครงการของกลุ่มอื่นสู่หน่วยที่ศึกษา รวมถึงการประเมินผลโครงการของตนเอง โครงการของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยผู้ที่ทำหน้าที่ประเมินก็คือ นักเรียนที่เป็นเจ้าของโครงการ เพื่อนต่างกลุ่ม และอาจารย์ที่ปรึกษา ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในระยะนี้ คือ

1. นักเรียนได้ฝึกการประเมินตนเอง ในด้านของความรู้ทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ การทำงานกลุ่มที่ตนเองได้รับจากการทำงาน ซึ่งเป็นการประเมินจากสภาพจริง

2. นักเรียนได้ฝึกการวิจารณ์และรับฟังการวิจารณ์จากผู้อื่น เมื่อครูเปิดโอกาสให้มีการประเมินผลก็จะมีข้อวิจารณ์เกิดขึ้นถึงข้อดี-ข้อที่ควรปรับปรุง ข้อเสนอแนะต่าง ๆ การทำกิจกรรมนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงการวิจารณ์ที่ดีว่าควรวิจารณ์เพื่อก่อให้เกิดการปรับปรุง เช่น "บ้านยังประกอบชิ้นส่วนไม่เรียบร้อย ควรจะประกอบชิ้นส่วนและเก็บรายละเอียดอีกเล็กน้อย จะทำให้บ้านสวยงามมาก" นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกการรับฟังข้อวิจารณ์ต่าง ๆ ที่มีทั้งข้อดีและข้อเสียซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะจะทำให้นักเรียนได้สำรวจตนเองมากขึ้นและยังช่วยปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในส่วนที่ตนเองมองไม่เห็น

ตอนที่ 4 การนำผลการทดลองมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบโครงการ

ในการทดลองใช้โปรแกรมผู้วิจัยได้สอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นครบทั้ง 2 แผน หลังจากที่ทดลองสอนแล้วผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม ผลจากการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมและข้อมูลเพิ่มเติมที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมระหว่างดำเนินการทดลองซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานทางการวิจัยที่ตั้งไว้ แต่ผู้วิจัยพบประเด็นสำคัญที่เกี่ยวกับการทำงานกลุ่มของนักเรียนโดยพบว่านักเรียนบางคนยังขาดความรู้เกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่าถ้าต้องการให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นก็ควรจะมีการจัดกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยจัดเป็นกิจกรรมก่อนที่จะเริ่มทำการสอนจริง (สอนประมาณ 4 ชั่วโมง)ประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นสมควรว่าควรฝึกให้แก่นักเรียนในการทำงานกลุ่มก็คือ

1. การส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของตนเองและสมาชิกที่มีต่อกลุ่ม
2. การส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักหาวิธีการหาข้อตกลงภายในกลุ่ม
3. การส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการแก้ปัญหาความขัดแย้งภายในกลุ่ม
4. การส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงบทบาทการเป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่ม