

ความสามารถในการคิดนอกเนกนัยจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด Students' Divergent Thinking Learning Ability by Using Open-Ended Problems

อนุวัตร จิรวัดนพานิช¹

Anuwat Jirawattanapanit

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดนอกเนกนัยของนักเรียนและศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแม่สาอำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 20 คนเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาปลายเปิด แบบวัดการคิดนอกเนกนัยแบบสังเกตการแบบบันทึกการเรียนรู้วิธีทัศน์และบันทึกเสียง

จากการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดนอกเนกนัยเริ่มจากการคิดคล่องความคิดยืดหยุ่นแล้วจึงเกิดความคิดริเริ่ม ดังนั้นปัญหาปลายเปิดช่วยพัฒนาเพิ่มความสามารถในการคิดนอกเนกนัยให้สูงขึ้น ขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 2) ขั้นการสังเกต 3) ขั้นการเชื่อมโยงความรู้ 4) ขั้นการแก้ปัญหา 5) ขั้นการเปรียบเทียบวิธีการ ตรวจสอบคำตอบและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

คำสำคัญ : การคิดนอกเนกนัย ปัญหาปลายเปิด การแก้ปัญหา

¹ อาจารย์หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Abstract

The purpose of this study was to study the students' divergent thinking ability and their learning ability processes by using open-ended problems. The target group was 20 Prathom Suksa 6 at Ban Maesa School, Mae Rim District, Chiang Mai Province. The research instruments were learning plans using open-ended problems, the Divergent Thinking Test, observation forms, student's journal writing and video & tape recordings.

The research findings showed that the students' divergent thinking ability started from thinking skills, flexible thinking, then thinking idea could happen. Hence, open-ended problems as tools to improve the students' higher divergent thinking ability and learning model consisted of 5 stages : 1) making the students understanding of the problems, 2) observation, 3) connection of knowledge, 4) solving the problems, 5) to compare, method checking the answers, and selected solution methods.

Keyword : divergent thinking, open-ended problems, Problem-solving

บทนำ

หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระที่เป็นองค์ความรู้ประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล ความน่าจะเป็นและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่จากการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทยที่ผ่านมายังไม่เกิดการพัฒนาคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เท่าที่ควรดังจะเห็นได้จากรายงานการวิจัยของสุนีย์ คล้ายนิล, (2547) และอารี พันธุ์มณี, (2537) พบว่านักเรียนไทยขาดการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา และไม่สามารถเขียนตอบอธิบายวิธีการคิดยาวๆ และการคิดวิเคราะห์และสะท้อนความคิดของตน รวมทั้งกระบวนการจัด การเรียนรู้ปัจจุบันยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดหลากหลาย

ทักษะหนึ่งที่สำคัญในการศึกษาคณิตศาสตร์คือทักษะการแก้ปัญหาซึ่งเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ดังนั้น การจัดหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์จึงต้องมุ่งพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาควบคู่กันไปแนวทางในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 9 - 12) ได้เสนอว่าผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้ดี ถ้าได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาที่หลากหลายมีโอกาสได้แก้ปัญหาด้วยตนเองใช้ความคิดของตนเองซึ่งสอดคล้องกับ Guilford J.P. (1959 : 1061) ที่ว่าเครื่องมือสำคัญที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหอันซับซ้อนคือการคิดอย่างหลากหลาย ดังนั้นนักเรียนควรได้รับการเอาใจใส่และส่งเสริมการคิดอย่างหลากหลาย

การสอนให้นักเรียนเกิดการคิดที่หลากหลายจะไม่บรรลุผลสำเร็จ หากครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังเน้นและยึดตนเองเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้และยังใช้วิธีการสอนแบบยึดรูปแบบวิธีการและยึดกฎเกณฑ์ ในการสอน ซึ่งไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย (ศิริวัฒน์ นิจเนตร, 2528 : 2) ส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการตามที่ครูยกตัวอย่างไม่หลากหลาย นักเรียนจึงไม่สามารถแก้ปัญหาในระดับที่ยากและซับซ้อนได้ ดังนั้นถ้าครูผู้สอนสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาโดยกระตุ้นให้คิดนอกกรอบ หาแนวทางใหม่ๆ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่นหลายๆ วิธี จะช่วยให้นักเรียนไม่ยึดติดกับวิธีใดวิธีหนึ่งและมีความยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหาซึ่งน่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้

การส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดที่หลากหลายเป็นการสอนให้นักเรียนเกิดการคิดนอกเนกนัย ซึ่งคนที่มีความคิดนอกเนกนัยจัดเป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ซึ่งหมายถึงความสามารถของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งต่างๆ ใหม่ๆ เป็นความสามารถของบุคคลที่จะประยุกต์ใช้กับงานหลายๆ ชนิด ซึ่งประกอบด้วย ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) (ล้วน สายยศ และอังคณาสายยศ, 2541: 48 - 52) ซึ่งสอดคล้องกับ Anderson and others กล่าวว่าความคิดแบบนอกเนกนัยเป็นกระบวนการคิดในลักษณะ

ไม่หยุดนิ่ง (Dynamics) เป็นการคิดขั้นต้นในการแก้ปัญหา ก่อนที่ผู้ตอบจะใช้การคิดแบบอเนกนัยเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด

วิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอเนกนัย คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด Nohda, N. (2000 : 1) ที่อธิบายถึงลักษณะของปัญหาปลายเปิดว่าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จนสามารถประมวลความรู้ทั้งหมดที่เรียนเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ทั้งคำตอบที่หลากหลาย มีกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาอื่นได้ซึ่งสอดคล้องกับTorrance, E.P. (1973 : 102) กล่าวว่าลักษณะของปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่พัฒนาทักษะการคิดที่หลากหลาย เป็นนวัตกรรมหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลาย กระตุ้นให้นักเรียนอยากตอบคำถามอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนและมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

ปัญหาที่พบคือเมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนลองทำกิจกรรมที่ให้ได้้อย่างหลากหลาย เช่น ให้นักเรียนจัดกลุ่มของรูปสี่เหลี่ยมและบอกเหตุผล พบว่านักเรียนมีแนวคิดในการจัดกลุ่มไม่หลากหลาย โดยให้เหตุผลในการจัดกลุ่มจำแนกตามด้านหรือมุมของรูปสี่เหลี่ยมเท่านั้น ไม่มีแนวคิดอื่น เช่น การจำแนกตามด้านขนานหรือเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมเลย นอกจากนี้เมื่อให้นักเรียนตั้งคำถามจากรูปสี่เหลี่ยม นักเรียนไม่สามารถตั้งคำถามได้หลากหลาย ส่วนใหญ่ตั้งคำถามได้เพียงเกี่ยวกับด้านของรูปสี่เหลี่ยมเท่านั้น ไม่สามารถตั้งคำถามที่ซับซ้อนได้ และเมื่อให้นักเรียนลองแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยให้แสดงวิธีการหาพื้นที่ให้หลากหลายวิธีที่สุด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงวิธีการหาพื้นที่ได้ หรือแสดงวิธีคิดได้เพียงวิธีเดียวตามที่ครูเคยแสดงให้ดูเท่านั้น จากการวิเคราะห์สาเหตุพบว่า การจัดการเรียนรู้ของครูที่ผ่านมาเน้นแต่การบรรยายแสดงตัวอย่าง ให้นักเรียนดูและให้นักเรียนหาคำตอบเท่านั้นไม่ค่อยเน้นให้นักเรียนคิดและคิดให้หลากหลาย เมื่อนักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนให้คิดหลากหลาย ทำให้ขาดความมั่นใจในการหาคำตอบด้วยตัวเอง เพราะไม่มั่นใจในการคิดวิธีการอื่นๆ ที่ต่างจากวิธีการที่ครูสอน

แนวทางแก้ไขนั้นได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงทางเลือกสำหรับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการคิดอเนกนัย ได้แก่ การใช้ปัญหาปลายเปิด (Open - Ended Problems) (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ, 2547) เนื่องจากเป็นปัญหาที่ให้นักเรียนได้คิดและเชื้อให้คิดได้อย่างหลากหลายวิธี หลากหลายคำตอบ และจัดบรรยากาศในการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนคิดอย่างหลากหลาย ให้เรียนรู้แนวคิดหลายๆ แนวคิดจากเพื่อนฯ ร่วมชั้นเรียนซึ่งน่าจะช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติที่ถูกต้องด้วย โดยลักษณะปัญหาปลายเปิดที่ใช้ จะเน้นให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย เช่น ได้จัดกลุ่ม ตั้งคำถามและแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาจะพบว่าปัญหาปลายเปิดเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการคิดอเนกนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดอเนกนัยจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดแบบอเนกนัยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอเนกนัยของนักเรียนที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด
2. เพื่อศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด

วิธีการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คนโรงเรียนบ้านแม่สา อ.แมริม จ.เชียงใหม่

เนื้อหาในการวิจัย

1. การศึกษาความสามารถในการคิดอเนกนัยทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality)
2. ศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนในการจัดกลุ่ม การตั้งคำถามและการแก้ปัญหา
3. เนื้อหาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และรูปเรขาคณิตสามมิติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

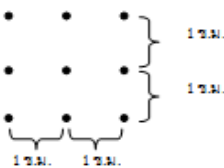
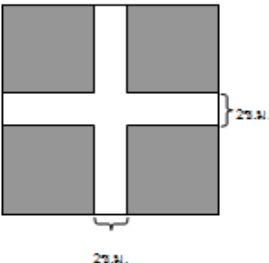
1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด จำนวน 3 หน่วย 16 แผน รวม 17 ชั่วโมง ดังตาราง 1

ตาราง 1 หน่วยการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด

| หน่วยการเรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | ชั่วโมง |
|--------------------|---|-------------------|
| รูปสี่เหลี่ยม | 1. การจัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยม | 2 |
| | 2. ตั้งคำถามจากรูปสี่เหลี่ยม | 1 |
| | 3. เส้นรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก | 1 |
| | 4. เส้นรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน | 1 |
| | 5. การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุมตัดกัน | 1 |
| | 6. การแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม | 1 |
| รูปวงกลม | 1. การจัดกลุ่มรูปวงกลม | 1 |
| | 2. ตั้งคำถามจากรูปวงกลม | 1 |
| | 3. เส้นรอบวงของรูปวงกลม | 1 |
| | 4. พื้นที่ของรูปวงกลม | 1 |
| | 5. การแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปวงกลม | 1 |
| รูปเรขาคณิตสามมิติ | 1. การจัดกลุ่มรูปเรขาคณิตสามมิติ | 1 |
| | 2. การตั้งคำถามจากรูปเรขาคณิตสามมิติ | 1 |
| | 3. พื้นที่ผิวของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 1 |
| | 4. ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 1 |
| | 5. การแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ | 1 |
| รวม | 16 แผน | 17 ชั่วโมง |

2. แบบวัดการคิดเนกนัยประกอบด้วยปัญหาปลายเปิดจำนวน 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) การจัดกลุ่มรูปเรขาคณิต 2 มิติ 2) การตั้งคำถาม 3) การสร้างรูปพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร และ 4) แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ปัญหาปลายเปิดในแบบวัดการคิดเนกนัย

| หัวข้อปัญหาและจุดประสงค์ | ปัญหา |
|---|---|
| <p>การตั้งคำถาม (Problem-posing)</p> <p>1. จัดกลุ่มและหาความสัมพันธ์ของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย</p> | <p>1. ให้จัดกลุ่มของรูปเรขาคณิต 2 มิติที่กำหนดให้ ให้ได้หลายๆ ประเภทมากที่สุด พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการจัดกลุ่มแต่ละกลุ่ม</p> |
| <p>การจัดกลุ่มใหม่ (Redefinition)</p> <p>2. ตั้งคำถามจากสิ่งที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย</p> | <p>2. ให้นักเรียนตั้งคำถามจากสิ่งที่กำหนดให้ ให้ได้หลากหลายที่สุด โดยคำถามนั้นสามารถหาตอบได้แต่นักเรียนไม่ต้องเขียนคำตอบ</p> |
| <p>การแก้ปัญหา (Problem-solving)</p> <p>3. แก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย</p> | <p>3. ให้นักเรียนลากเส้นเชื่อมต่อจุดเพื่อให้ได้รูปที่มีพื้นที่ 2 ตร.ซม. ให้ได้หลายๆ แบบ และแรเงาพื้นที่นั้นด้วย</p>  |
| <p>การแก้ปัญหา (Problem-solving)</p> <p>4. แก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและเลือกวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับแก้ปัญหา</p> | <p>4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาพื้นที่ส่วนที่แรเงาของรูปที่กำหนดให้ต่อไปน้ี้จากรูป เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 10 เซนติเมตร พื้นที่ส่วนที่แรเงามีพื้นที่เท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร</p>  |

3. แบบสังเกตการณ์
4. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน
5. บันทึกวีดิทัศน์และเสียง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยประสานงานขอความร่วมมือโรงเรียนในการดำเนินการทดลอง
2. ปรับพื้นฐานสร้างความคุ้นเคยกับผู้เรียน
3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาปลายเปิด โดยระหว่างนี้ผู้วิจัยได้บันทึกและสังเกตการคิดอเนกนัย โดยบันทึกพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ แนวคิดอเนกนัย การตอบคำถาม การร่วมมือในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยบันทึกวีดิทัศน์และเสียง หลังจากการสอนในแต่ละชั่วโมงจะให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม
4. เมื่อสอนครบตามแผนจะดำเนินการสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดอเนกนัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดการคิดอเนกนัย ได้แก่ ค่า IOC ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก (กิตติพร ปัญญาภิโญผล, 2544)

1.1 หาค่า IOC โดยใช้สูตรดังนี้
$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

1.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) หาโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค ใช้หาความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดอเนกนัยและข้อสอบแบบอัตนัย

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งคะแนนที่ได้ ได้มาจากแบบวัดการคิดอเนกนัย

3. วิเคราะห์การคิดอเนกนัยตามกรอบแนวคิดของ Derek Haylock ได้แก่ ด้านการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม ซึ่งได้จากแบบสังเกตการณ์คิดอเนกนัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกกวีตีทัศน์และเสียง และผลงานของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินของครอเพลย์ (Cropley, 1970 อ้างถึงใน อารี พันธุ์มณี, 2537) ดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการคิดอเนกนัย

| การคิด | 1 คะแนน | 2 คะแนน | 3 คะแนน | 4 คะแนน | 5 คะแนน |
|----------------|--|--|--|--|---|
| การคิดคล่อง | จัดกลุ่มและตั้งคำถามได้ 1-5 กลุ่ม | จัดกลุ่มและตั้งคำถามได้ 6-10 กลุ่ม | จัดกลุ่มและตั้งคำถามได้ 11-15 กลุ่ม | จัดกลุ่มและตั้งคำถามได้ 16-20 กลุ่ม | จัดกลุ่มและตั้งคำถามได้ ตั้งแต่ 20 กลุ่มขึ้นไป |
| การคิดยืดหยุ่น | จัดประเภทได้ 1-2 ประเภท | จัดประเภทได้ 3-4 ประเภท | จัดประเภทได้ 5-6 ประเภท | จัดประเภทได้ 7-8 ประเภท | จัดประเภทได้ ตั้งแต่ 9 ประเภทขึ้นไป |
| การคิดริเริ่ม | สัดส่วนของความถี่ไม่เกิน 12% จำนวน 1 กลุ่ม | สัดส่วนของความถี่ไม่เกิน 12% จำนวน 2 กลุ่ม | สัดส่วนของความถี่ไม่เกิน 12% จำนวน 3 กลุ่ม | สัดส่วนของความถี่ไม่เกิน 12% จำนวน 4 กลุ่ม | สัดส่วนของความถี่ไม่เกิน 12% จำนวน 5 กลุ่มขึ้นไป |

4. วิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดซึ่งได้จากแบบสังเกตการณ์ บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกกวีตีทัศน์และเสียง และผลงานของนักเรียน

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ความสามารถในการคิดอเนกนัยของนักเรียน

1. ความสามารถในการคิดอเนกนัยจาก ปัญหา “การจัดกลุ่มรูปเรขาคณิต 2 มิติ”

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนทั้งหมดจากนั้นได้จำแนกเกณฑ์ออกเป็น เกณฑ์และนับจำนวนนักเรียนที่ใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ในการจัดกลุ่มรูปเรขาคณิต 2 มิติ ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนที่จัดกลุ่มรูปเรขาคณิต 2 มิติโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ

| ลำดับ | | เกณฑ์การจัดกลุ่ม | จำนวน นักเรียน | ร้อยละ |
|-------|-------------------------------|---|-------------------|--------|
| 1 | แบ่งตามประเภท จำนวนเหลี่ยม | 1. A,C,E,F รูปสี่เหลี่ยม | 12 | 60 |
| | | 2. D,I รูปสามเหลี่ยม | 12 | 60 |
| | | 3. K,H รูปห้าเหลี่ยม | 6 | 30 |
| | | 4. L,G รูปหลายเหลี่ยม | 5 | 25 |
| | | 5. B,J รูปไม่มีเหลี่ยม | 11 | 55 |
| 2 | แบ่งตามลักษณะ ของมุม | 1. A,F รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก | 12 | 60 |
| | | 2. C,D,I รูปที่มีมุมแหลม | 3 | 15 |
| | | 3. C,G,H,K,L รูปที่มีมุมป้าน | 2 | 10 |
| | | 4. B,J รูปที่ไม่มีมุม | 10 | 50 |
| 3 | แบ่งตามจำนวน ด้าน | 1. A,C,E,F มีด้าน 4 ด้าน | 3 | 15 |
| | | 2. D,I มีด้าน 3 ด้าน | 1 | 5 |
| | | 3. K,H มีด้าน 5 ด้าน | 1 | 5 |
| | | 4. B,J ด้านโค้ง | 1 | 5 |
| 4 | แบ่งตามด้าน คู่ขนาน | 1. A,E,F มีด้านขนานกันสองคู่ | 1 | 5 |
| 5 | แบ่งตามเส้น ทแยงมุม | 1.G,H,K,L มีเส้นทแยงมุม มากกว่าสองเส้น | 1 | 5 |

จากการจัดกลุ่มรูปเรขาคณิต 2 มิติ นักเรียนจะมีความคิดคล่องโดยใช้เกณฑ์ได้แก่ แบ่งตามประเภทจำนวนเหลี่ยม แบ่งตามลักษณะของมุม ส่วนความคิดยืดหยุ่นโดยใช้เกณฑ์ได้แก่ แบ่งตามจำนวนด้าน แบ่งตามด้านคู่ขนาน และแบ่งตามเส้นทแยงมุม ความคิดริเริ่มโดยใช้เกณฑ์ได้แก่ แบ่งตามด้านคู่ขนาน และแบ่งตามเส้นทแยงมุม

2. ความสามารถในการคิดอเนกนัยจาก ปัญหา “การตั้งคำถาม”

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนทั้งหมด จากนั้นได้จำแนกเกณฑ์และนับจำนวนนักเรียนที่ตั้งคำถาม ดังนี้

ตาราง 5 จำนวนนักเรียนที่ตั้งคำถามจากสิ่งที่กำหนดให้

| ลำดับ | ประเภทของคำถาม | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ |
|-------|---|---------------|--------|
| 1 | คำถามเกี่ยวกับราคา | 17 | 85 |
| 2 | คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบราคา | 6 | 30 |
| 3 | คำถามเกี่ยวกับปริมาตร | 6 | 55 |
| 4 | คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาตร | 10 | 50 |
| 5 | คำถามเกี่ยวกับจำนวนกล่อง | 8 | 40 |
| 6 | คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบจำนวนกล่อง | 0 | 0 |
| 7 | คำถามเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน | 2 | 10 |
| 8 | คำถามที่ถามความสัมพันธ์กันตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป | 4 | 20 |
| 9 | คำถามที่มีความซับซ้อน | 1 | 5 |

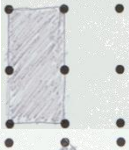
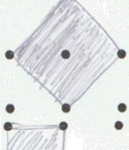
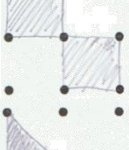
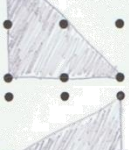
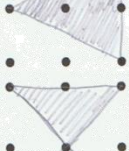
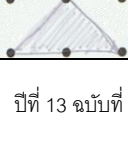
จากการตั้งคำถามจากสิ่งที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีความคิดคล่องได้แก่ คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาตร คำถามเกี่ยวกับปริมาตร คำถามเกี่ยวกับราคา ส่วนความคิดยืดหยุ่นได้แก่ คำถามเกี่ยวกับจำนวนกล่อง คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบราคา คำถามเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คำถามที่ถาม

ความสัมพันธ์กันตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป และคำถามที่มีความซับซ้อน และความคิดริเริ่มได้แก่ คำถามเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน และคำถามที่มีความซับซ้อน

3. ความสามารถในการคิดอเนกนัยจาก ปัญหา “สร้างรูปพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร”

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนทั้งหมด จากนั้นนับจำนวนคำตอบของนักเรียนและสร้างตารางจำแนกคำตอบแล้วคำนวณหาค่าร้อยละ ดังตาราง 6


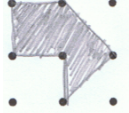
ตาราง 6 จำนวนนักเรียนที่สร้างรูปที่มีพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร

| ลำดับ | รูปพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ |
|-------|---|---------------|--------|
| 1 |  | 18 | 90 |
| 2 |  | 11 | 55 |
| 3 |  | 10 | 50 |
| 4 |  | 10 | 50 |
| 5 |  | 6 | 30 |
| 6 |  | 6 | 30 |

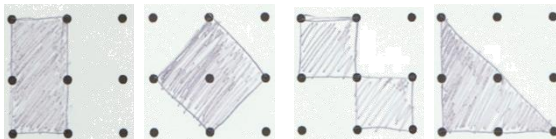
ตาราง 6 (ต่อ)

| ลำดับ | รูปพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ |
|-------|-----------------------------|---------------|--------|
| 7 | | 6 | 30 |
| 8 | | 3 | 15 |
| 9 | | 2 | 10 |
| 10 | | 1 | 5 |
| 11 | | 1 | 5 |
| 12 | | 1 | 5 |
| 13 | | 1 | 5 |
| 14 | | 1 | 5 |

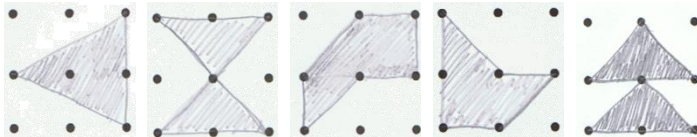
ตาราง 6 (ต่อ)

| ลำดับ | รูปพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ |
|-------|---|---------------|--------|
| 15 |  | 1 | 5 |
| 16 |  | 1 | 5 |

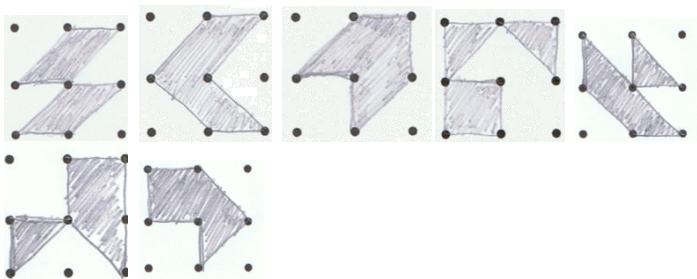
จากการสร้างรูปที่มีพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร นักเรียนจะมีความคิดคล่อง
ได้แก่



ความคิดยืดหยุ่นได้แก่



และความคิดริเริ่มได้แก่



4. การหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา

การหาพื้นที่ส่วนที่แรเงาของรูปที่กำหนดให้ จากรูป เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 10 เซนติเมตร พื้นที่ส่วนที่แรเงามีพื้นที่เท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร นักเรียนดำเนินการ ดังนี้

วิธีที่ 1 พื้นที่ทั้งหมด ลบด้วยพื้นที่ที่ไม่แรเงา

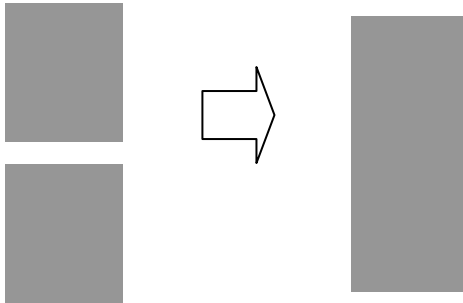
จะได้ $(10 \times 10) - (2 \times 10) - (2 \times 10) + (2 \times 2) = 100 - 20 - 20 + 4 = 64$ ตารางเซนติเมตร

วิธีที่ 2 พื้นที่ทั้งหมด ลบด้วยพื้นที่ที่ไม่แรเงา

จะได้ $(10 \times 10) - (2 \times 10) - (2 \times 4) - (2 \times 4) = 100 - 20 - 8 - 8 = 64$ ตารางเซนติเมตร

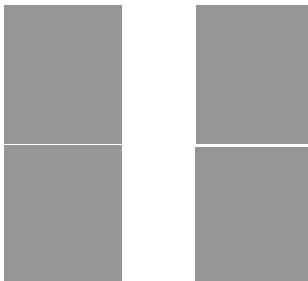
วิธีที่ 3 จัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยม

$2[(4 \times 10) - (2 \times 4)] = 2[40 - 8] = 2[32] = 64$ ตารางเซนติเมตร



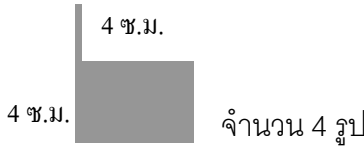
วิธีที่ 4 แบ่งเป็นรูปย่อยๆ จำนวน 2 ชิ้น

$(4 \times 8) + (4 \times 8) = 32 + 32 = 64$ ตารางเซนติเมตร



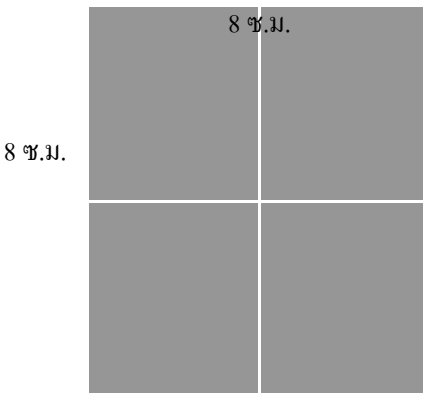
วิธีที่ 5 แบ่งเป็นรูปย่อยๆ จำนวน 4 ชั้น

$$(4 \times 4) \times 4 = 16 \times 4 = 64 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



วิธีที่ 6 นำแต่ละชั้นมาต่อเป็นรูปเดียว

$$8 \times 8 = 64 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



ตอนที่ 2 ขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด

ผู้วิจัยนำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการคิดคอนนัยด้านคณิตศาสตร์ของ Derek Haylock ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้านคือ การจัดกลุ่ม การตั้งคำถามและการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ขั้นตอนการเรียนรู้ในการจัดกลุ่ม (Redefinition)

1.1 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนได้รับปัญหาปลายเปิดโดยจัดกลุ่มจากสิ่งที่กำหนด ให้นักเรียนจะร่วมกันวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหาปลายเปิดโดยสมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันอธิบายปัญหาด้วยคำพูดเป็นภาษาท้องถิ่นและภาษาพูด

ที่ไม่เป็นทางการ เมื่อเข้าใจปัญหาแล้วนักเรียนจะแบ่งหน้าที่ในการรับผิดชอบ เนื่องจากเป็นการจัดกลุ่มหน่วยแรกทุกกลุ่มจะใช้เวลานานมากในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะมีข้อสงสัยและมีคำถามถามครูบ่อยครั้งให้ครูอธิบายและยกตัวอย่างหรือวิธีการให้ดู และส่วนใหญ่จะมีข้อสงสัยเกี่ยวกับคำว่าหลากหลาย ซึ่งมักจะถามว่าหลากหลายแปลว่าอะไรและต้องทำอย่างไรจึงเรียกว่าหลากหลาย

1.2 ขั้นสังเกตและการปฏิสัมพันธ์กับสื่อ เมื่อนักเรียนเข้าใจเป้าหมายและจุดประสงค์ของปัญหา นักเรียนจะหยิบจับสื่อแล้วสังเกตสื่อ หรือมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ ได้แก่ การพับ การหมุน การพลิกไปมา การขีดเส้นทับลงไป การนำสื่อสองอย่างมาเปรียบเทียบ เป็นต้น ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนสำคัญยิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้สำรวจค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ดังนั้น การจัดกลุ่มจึงเป็นการฝึกทักษะการสังเกตและทักษะการเชื่อมโยง ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์หรืออาจกล่าวได้ว่า การจัดกลุ่มเป็นประตูเปิดโลกแห่งการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนั้นหากนักเรียนได้ฝึกการจัดกลุ่มบ่อยๆ จะเป็นการฝึกทักษะการสังเกตและทักษะการเชื่อมโยงให้กับนักเรียน

1.3 ขั้นหาความสัมพันธ์ร่วมกัน จากการปฏิสัมพันธ์กับสื่อและสังเกตลักษณะต่างๆ นักเรียนจะค้นพบความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกันและเห็นความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันของสื่อแต่ละชิ้น ซึ่งได้จากการนำสื่อแต่ละชิ้นมาเปรียบเทียบกันแล้วสังเกตหาลักษณะต่างๆ ที่เป็นจุดเด่นของสื่อแต่ละชิ้น โดยนักเรียนจะเลือกเหตุผลในการจัดกลุ่มจากความสัมพันธ์ร่วมกัน แล้วพยายามหาสื่อที่มีลักษณะร่วมกัน จากการจัดกลุ่มในหน่วยที่ 1 นักเรียนจะพบความสัมพันธ์ร่วมกันน้อย จึงส่งผลให้คะแนนการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่มออกมาน้อย แต่ในหน่วยที่ 2 และ 3 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นส่งผลให้การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่มในการจัดกลุ่มเพิ่มขึ้นตามลำดับ

1.4 ขั้นการจัดกลุ่มให้ได้หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการหาความสัมพันธ์ร่วมกัน เมื่อนักเรียนสามารถจัดกลุ่มได้และให้เหตุผลในการจัดกลุ่ม นักเรียนจะคิดต่อไปว่าจะต้องจัดกลุ่มให้ได้จำนวนมาก ต้องหาเหตุผลหรือจัดกลุ่มให้ต่างจากกลุ่มอื่นๆ แทนที่นักเรียนจะมองในมุมกว้างหรือภาพรวม นักเรียนจะมองลึกถึง

ในรายละเอียดมากขึ้นเพื่อจะหาเหตุผลในการจัดกลุ่มให้ได้มากที่สุด แต่มีนักเรียนบางคนทราบดีว่าจำนวนปริมาณการจัดกลุ่มที่ทำได้มีผลกับคะแนนที่จะได้รับ ดังนั้นเพื่อให้ได้จำนวนการจัดกลุ่มและคะแนนมากที่สุด นักเรียนจึงสร้างคำตอบที่มีจำนวนสมาชิกในกลุ่มน้อยๆ เพื่อจะได้ปริมาณจำนวนคำตอบมาก

1.5 ขั้นตรวจสอบความสัมพันธ์ เมื่อนักเรียนได้จัดกลุ่มในแต่ละครั้งสมาชิกในกลุ่มจะมีการตรวจสอบหรือตรวจทานผลการจัดกลุ่มที่ได้ว่าถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ และมีการตรวจสอบข้อความ ภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ สามารถอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย หากพบข้อผิดพลาด นักเรียนจะช่วยกันแก้ไขเพิ่มเติมให้ถูกต้อง

2. ขั้นตอนการเรียนรู้ในการตั้งคำถาม (Problem-posing)

2.1 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนได้รับปัญหาปลายเปิด โดยให้ตั้งคำถามจากสิ่งที่กำหนดให้ นักเรียนจะร่วมกันวิเคราะห์และพยายามทำความเข้าใจปัญหาให้ทะลุปรุโปร่งเหมือนกันกับการจัดกลุ่ม ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันอธิบายปัญหาด้วยภาษาหรือคำพูดเป็นภาษาท้องถิ่นและภาษาพูดที่ไม่เป็นทางการ เมื่อเข้าใจปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มจะช่วยกันหรือแบ่งหน้าที่ในการรับผิดชอบ

2.2 ขั้นสังเกตและการปฏิสัมพันธ์กับสื่อ เมื่อนักเรียนเข้าใจเป้าหมายและจุดประสงค์ของปัญหา นักเรียนจะมีการหยิบจับสื่อขึ้นมาแล้วสังเกตสื่อ มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ การให้นักเรียนตั้งคำถามเป็นการขยายความรู้จากการจัดกลุ่ม นักเรียนจะต้องสังเกตแล้วตั้งคำถาม จึงเป็นการฝึกทักษะการสังเกตและทักษะการเชื่อมโยงอีกครั้ง ดังนั้น การตั้งคำถามเป็นการสร้างองค์ความรู้ให้แน่นขึ้น ฝึกการคาดเดาในการตั้งคำถาม และเป็นการเพิ่มประสบการณ์เมื่อเจอคำถามในรูปแบบต่างๆ ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าใจคำถามได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ดังนั้นหากนักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถามบ่อยๆ เป็นการฝึกประสบการณ์ให้กับนักเรียนได้เจอคำถามที่หลากหลายและแปลกใหม่

2.3 ขั้นหาความสัมพันธ์ร่วมกัน หลังจากนักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับสื่อ และสังเกตลักษณะต่างๆ แล้วนักเรียนจะเห็นความสัมพันธ์ที่คล้ายกัน และเห็นความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันของสื่อหรืออุปกรณ์แต่ละชิ้น ซึ่งนักเรียนสังเกตหาลักษณะ

ต่างๆ ที่เป็นจุดเด่นของสื่อแต่ละชิ้น โดยนักเรียนจะเลือกแนวทางในการตั้งคำถามจากความสัมพันธ์ร่วมกันง่ายๆ ก่อนหลังจากนั้นจะสร้างคำถามที่มีความยากขึ้นและมีความซับซ้อนมากขึ้น จากการสังเกตยังพบว่า การตั้งคำถามในหน่วยที่ 1 นักเรียนจะสร้างคำถามได้น้อยไม่หลากหลาย จึงส่งผลให้คะแนนการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่มน้อย แต่ในหน่วยที่ 2 และ 3 มีพัฒนาการที่ดีขึ้นส่งผลให้การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่มในการตั้งคำถามเพิ่มขึ้นตามลำดับและคำถามที่นักเรียนตั้งครอบคลุมรายละเอียดทุกด้านและซับซ้อนขึ้น

2.4 ขั้นการตั้งคำถามให้ได้หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกับการหาความสัมพันธ์ร่วมกัน เมื่อนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้และเห็นแนวทางในการตั้งคำถาม นักเรียนจะคิดต่อไปว่าจะต้องตั้งคำถามให้ได้จำนวนมาก ต้องหาแนวคิดหรือตั้งคำถามให้ต่างจากกลุ่มอื่นๆ แทนที่นักเรียนจะมองในมุมกว้างหรือภาพรวม นักเรียนจะมองลึกลงในรายละเอียดมากขึ้นเพื่อจะหาแนวทางในการตั้งคำถามให้ได้มากที่สุด ดังนั้นเพื่อให้ได้จำนวนการตั้งคำถามและคะแนนมากที่สุด นักเรียนจึงสร้างคำถามง่ายๆ เพื่อจะได้ปริมาณจำนวนคำตอบมาก

2.5 ขั้นตรวจสอบความสัมพันธ์ เมื่อนักเรียนได้ตั้งคำถามในแต่ละครั้ง นักเรียนในกลุ่มจะมีการตรวจสอบหรือตรวจทานผลการตั้งคำถามที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ครบถ้วนหรือไม่ และมีการตรวจสอบข้อความภาษาที่ใช้ว่าถูกต้องเหมาะสม สามารถอ่านแล้วเข้าใจหรือไม่ หากพบ นักเรียนจะช่วยกันแก้ไขเพิ่มเติมให้ถูกต้อง

3. ขั้นตอนการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา (Problem-solving)

3.1 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่านคำสั่งหลายๆรอบและร่วมกันระดมความคิด ขั้นตอนนี้คำสั่งหรือตัวคำถามมีความสำคัญในการสื่อสารให้เข้าใจเป้าหมายในการทำกิจกรรม ดังนั้น ตัวคำสั่งที่ใช้ต้องมีความชัดเจน นักเรียนสามารถเข้าใจและตีความได้ถูกต้อง จากการจัดการเรียนรู้ในหน่วยที่ 1 การแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมนักเรียนจะมีคำถามและข้อสงสัยค่อนข้างมาก ผู้วิจัยคิดว่าสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีข้อสงสัยคือนักเรียนไม่เคยชินในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเองซึ่งโดยปกติแล้วครูจะอธิบายวิธีการและสาธิตให้นักเรียนดู

แล้วปฏิบัติตาม ดังนั้นเมื่อแก้ปัญหาในหน่วยแรกนักเรียนต้องอ่านและวิเคราะห์ปัญหาเองจึงเป็นอุปสรรคในการแก้ปัญหา แต่เมื่อเคยชินนักเรียนสามารถวิเคราะห์และเข้าใจเป้าหมายของปัญหาได้ซึ่งเห็นได้จากผลการจัดกิจกรรมในหน่วยที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น

3.2 ขั้นการสังเกต นักเรียนจะสังเกตและมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ นักเรียนจะหยิบจับสื่อ แล้วสังเกตความสัมพันธ์ต่างๆ ค้นหาจุดเด่นต่างๆ ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของปัญหา ซึ่งทักษะการสังเกตและการเชื่อมโยงเหล่านี้เป็นผลจากการจัดกลุ่มและการตั้งคำถามในกิจกรรมของแต่ละหน่วย ดังนั้นทักษะเหล่านี้เป็นสิ่งช่วยให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์และกำหนดเป้าหมายได้ง่ายขึ้น เมื่อเข้าใจปัญหาแล้วนักเรียนจะสร้างยุทธวิธีการแก้ปัญหาขึ้นหลายวิธี ได้แก่ การวาดภาพจำลอง การสร้างอุปกรณ์จำลองที่คล้ายกับสื่อจริง หรือจินตนาการสร้างภาพในสมอง เป็นต้น ซึ่งวิธีเหล่านี้เป็นการฝึกฝนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เห็นยุทธวิธีที่หลากหลายแตกต่างกันหลายวิธี และได้เรียนรู้จากเพื่อนๆ ในกลุ่มและชั้นเรียน

3.3 ขั้นการเชื่อมโยงความรู้จากการจัดกลุ่มและการตั้งคำถาม เมื่อนักเรียนใช้ทักษะในการสังเกตแล้วนั้น นักเรียนจะค้นพบสมบัติและความสัมพันธ์ต่างๆ หลายอย่าง ที่ซ่อนอยู่ในตัวสื่อและปัญหา ซึ่งนักเรียนจะประมวลความรู้ที่ได้จากการจัดกลุ่มและการตั้งคำถาม เช่น การแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน นักเรียนจะทราบทันทีว่ารูปสี่เหลี่ยมที่เกี่ยวข้อง เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งรูปเหล่านี้สามารถนำความสัมพันธ์เกี่ยวกับด้านคู่ขนานช่วยในการหาพื้นที่ได้ หรือการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมโดยใช้เส้นทแยงมุม นักเรียนเข้าใจและรู้จักเกี่ยวกับเส้นทแยงมุม ซึ่งความรู้เหล่านี้ได้มาจากการเชื่อมโยงความรู้จากการจัดกลุ่มและการตั้งคำถามนั่นเอง รวมทั้งนักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้จากหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิตินักเรียนจะนำความรู้ที่ได้จากการจัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลมมาช่วยในการแก้ปัญหา

3.4 ขั้นการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีหลายๆ วิธี และมีวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี ซึ่งทักษะเหล่านี้ เกิดจากการสังเกต และการเชื่อมโยงที่ได้ฝึกฝนมา ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นวิธี การแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธี หรือช่วยให้นักเรียนเห็นวิธีการที่สะดวกและรวดเร็วสำหรับการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะคิดหาวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแล้วนำเสนอแนวทางให้กับกลุ่ม กลุ่มมีการอภิปรายและพิจารณาวิธีการนั้น เมื่อมีเพื่อนในกลุ่มไม่เข้าใจถึงวิธีการที่เสนอไปนักเรียนจะมีการอธิบายภายในกลุ่มให้ทุกคนเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดของตนดังนั้นนักเรียนจะค้นหาวิธีการต่างๆ ให้ได้หลายวิธีเพื่อใช้สำหรับเลือกวิธีการที่ดีและเหมาะสมมากที่สุด

3.5 ขั้นการเปรียบเทียบวิธีการ ตรวจสอบคำตอบและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

หลังจากที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธีการนั้น มีการตรวจสอบคำตอบกันเองภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน เนื่องจากแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มจะมีวิธีการแก้ปัญหาลากหลาย แตกต่างกัน แต่คำตอบที่ได้ต้องตรงกัน ดังนั้น นักเรียนจะดำเนินการตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเพื่อนๆ และอภิปรายถึงคำตอบที่ได้ย้อนกลับไปยังวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ หรือในแต่ละวิธีการจะได้คำตอบเหมือนกันหรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะมีการอภิปรายเปรียบเทียบวิธีการที่ได้มาวิธีใดที่ง่ายที่สุดและรวดเร็วที่สุด ซึ่งแต่ละคนจะให้เหตุผลถึงวิธีการแก้ปัญหของตนเอง และสุดท้ายสมาชิกในกลุ่มจะพิจารณา เปรียบเทียบแล้วตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มตนเองเพื่อจะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

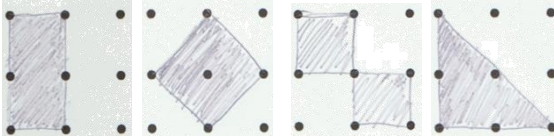
สรุปและอภิปรายผล

1. การจัดกลุ่มรูปเรขาคณิต 2 มิติ ความคิดคล่อง ได้แก่ แบ่งตามประเภท จำนวนเหลี่ยม แบ่งตามลักษณะของมุม ความคิดยืดหยุ่นได้แก่ แบ่งตามจำนวนด้าน แบ่งตามด้านคู่ขนาน และแบ่งตามเส้นทแยงมุม และความคิดริเริ่ม ได้แก่ แบ่งตามด้านคู่ขนาน และแบ่งตามเส้นทแยงมุม

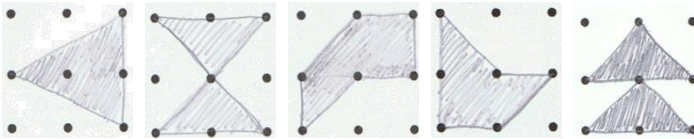
2. การตั้งคำถามจากสิ่งที่กำหนดให้ ความคิดคล่องได้แก่ คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาตร คำถามเกี่ยวกับปริมาตร คำถามเกี่ยวกับราคา ความคิดยืดหยุ่น

ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับจำนวนกล่อง คำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบราคา คำถามเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คำถามที่ถามความสัมพันธ์กันตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป คำถามที่มีความซับซ้อน และความคิดริเริ่ม ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน และคำถามที่มีความซับซ้อน

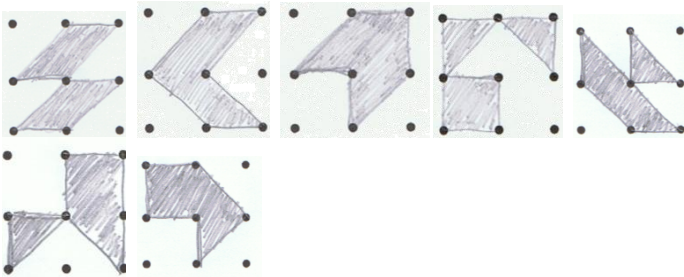
3. การสร้างรูปที่มีพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร นักเรียนจะมีความคิดคล่อง ได้แก่



ความคิดยืดหยุ่น ได้แก่



และความคิดริเริ่ม ได้แก่



4. การหาพื้นที่ส่วนที่แรงของรูปที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถคิดวิธีการได้ทั้งหมด 6 วิธี ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะใช้วิธีการ วิธีที่ 1 พื้นที่ทั้งหมด ลบด้วยพื้นที่ที่ไม่แรง

จากการปฏิบัติการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดความสามารถในการคิดอเนกนัยหลังเรียน 3 ด้านได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยจำแนกตามองค์ประกอบ ตามกรอบแนวคิดการคิดอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์ของ Derek Haylock ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้านคือ การตั้งคำถาม การจัดกลุ่มใหม่ และการแก้ปัญหา พบว่า ลักษณะของการพัฒนาความสามารถในการคิดอเนกนัยเริ่มจากการคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นแล้วจึงเกิดความคิดริเริ่ม รวมทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้

ปัญหาปลายเปิดโดยให้นักเรียนได้จัดกลุ่มใหม่ ให้นักเรียนตั้งคำถาม และแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี ช่วยพัฒนาและเพิ่มความสามารถในการคิดอเนกนัยให้กับนักเรียนให้สูงขึ้น เนื่องจากการให้นักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับสื่อและได้ลองผิดลองถูก ทดลองด้วยตนเอง นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์และค้นพบความรู้ต่างๆ ซึ่งนักเรียนจะจัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลมและรูปเรขาคณิตสามมิติให้ได้หลายๆ แบบ ให้ได้จำนวนมากไว้ก่อน หลังจากนั้นจะวิเคราะห์เหตุผลในการจัดกลุ่มที่แตกต่างออกไป มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นมากขึ้น ดังนั้นช่วงนี้จึงต้องให้เวลากับนักเรียนพอสมควรให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์อื่นๆ และหลังจากนั้นนักเรียนสามารถก้าวข้ามไปสู่การคิดสิ่งแปลกๆ ที่ไม่เหมือนคนอื่นฯ หรือแนวคิดที่แปลกใหม่ซึ่งเรียกว่าความคิดริเริ่ม

จากการวิจัยยังพบว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด คือ

1. ขั้นตอนการเรียนรู้ในการจัดกลุ่ม (Redefinition) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นสังเกตและการปฏิสัมพันธ์กับสื่อ ขั้นหาความสัมพันธ์ร่วมกัน ขั้นการจัดกลุ่มให้ได้หลากหลาย และขั้นตรวจสอบความสัมพันธ์
2. ขั้นตอนการเรียนรู้ในการตั้งคำถาม (Problem - posing) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นสังเกตและการปฏิสัมพันธ์กับสื่อ ขั้นหาความสัมพันธ์ร่วมกัน ขั้นการตั้งคำถามให้ได้หลากหลาย ขั้นตรวจสอบความสัมพันธ์
3. ขั้นตอนการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา (Problem - solving) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นการสังเกต ขั้นการเชื่อมโยงความรู้จากการจัดกลุ่มและการตั้งคำถาม ขั้นการแก้ปัญหา และขั้นการเปรียบเทียบวิธีการ ตรวจสอบคำตอบและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะมีข้อสงสัยเกี่ยวกับคำว่าหลากหลาย ซึ่งมักจะถามว่า หลากหลายแปลว่าอะไรและต้องทำอะไรจึงเรียกว่าหลากหลาย ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่า สาเหตุที่นักเรียนถามน่าจะมาจากการที่นักเรียนยังยึดติดกับการเรียนรู้แบบเดิมไม่เคยชินกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด แต่หลังจาก

หน่วยที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับวิธีการและคำถามน้อยลงมาก หรือไม่มีเลยในหน่วยที่ 3 และนักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น และเข้าใจเป้าหมายในการจัดกลุ่ม โดยนักเรียนจะเลือกเหตุผลในการจัดกลุ่มจากความสัมพันธ์ร่วมกัน แล้วพยายามหาสื่อที่มีลักษณะร่วมกัน จากการจัดกลุ่มในหน่วยที่ 1 นักเรียนจะพบความสัมพันธ์ร่วมกันน้อย จึงส่งผลให้คะแนนการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่มออกมาน้อย แต่ในหน่วยที่ 2 และ 3 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นส่งผลให้การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่มในการจัดกลุ่มเพิ่มขึ้นตามลำดับ

จากการวิจัยยังพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งพิจารณาได้จากการมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และนักเรียนใช้ช่วงระยะเวลาสำหรับแก้ปัญหาได้รวดเร็วขึ้น นักเรียนยังมีการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ง่ายและรวดเร็วสามารถอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้คล่องแคล่วและชัดเจน สามารถอธิบายเหตุผลและอ้างเหตุผลจากองค์ความรู้ที่เคยเรียนจากหน่วยการเรียนรู้ที่ผ่านมา ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายชี้แจงแสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างหลากหลาย โดยการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การอธิบายลำดับขั้นตอน การทำงานตามระดับความสามารถและความถนัดของแต่ละบุคคล ด้วยเหตุนี้ผู้เรียนจึงเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ มีการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและจากที่ผู้เรียนแต่ละคนหาคำตอบของตนเองแล้วนำมาอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนจึงเรียนรู้แนวคิดอื่นๆ ที่ได้จากเพื่อนร่วมชั้น ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีการที่แตกต่างจากแนวคิดของตนเองเห็นมุมมองหลากหลาย

ทักษะการสังเกตต่างๆ นักเรียนจะได้รับจากการจัดกลุ่มและตั้งคำถามจากรูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลมและรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งนักเรียนเกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับสมบัติ ความสัมพันธ์ต่างๆ ที่มีลักษณะร่วมกันของสื่อแต่ละชนิดและนักเรียนมีความเคยชินกับแนวคำถามที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการสังเกตที่ดีและมีความมั่นใจในการสังเกตสื่อสำหรับการแก้ปัญหา รวมทั้งการสร้างสื่อและออกแบบสื่อให้เหมาะสมกับปัญหาปลายเปิดเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสังเกตได้ง่าย นักเรียน

สามารถสัมผัส จับต้องสื่อได้ จะช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้ดีและครอบคลุมทุกด้านสามารถเห็นความสัมพันธ์ในหลายมุมมองและหลากหลายช่วยในการตั้งคำถามที่แตกต่างและหลากหลาย

อภิปรายผล ผู้วิจัยมีประเด็นการอภิปรายผล ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดตามกรอบแนวคิดการคิดอเนกนัยของ Haylock (1997) เป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากปัญหาปลายเปิดในการจัดกลุ่มใหม่ การตั้งคำถามและการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองของความสามารถระดับการคิดและการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยเพิ่มคุณภาพของกระบวนการการเรียนรู้ของนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนและพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุด แล้วจะต้องทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขึ้นไปอยู่ในระดับที่สูงขึ้นโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับนักเรียนคนอื่น ๆ หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครู รวมทั้งครูผู้สอนจะต้องสนับสนุนให้นักเรียนจัดการกระบวนการคิดเพื่อขยายและต่อยอดไปสู่องค์ความรู้ใหม่ที่สูงขึ้น โดยมุ่งเน้นที่จะเปิดใจเปิดแนวคิดที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าการสอนเนื้อหาให้ครบซึ่งสอดคล้องกับ Haddon and Lytton (1960 : 171 - 180) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนและการพัฒนาความสามารถในการคิดอเนกนัยกับเด็กระดับชั้นประถมศึกษา อายุ 11 - 12 ปี จากโรงเรียนที่มีการสอนแบบยึดเนื้อหาวิชาเป็นศูนย์กลาง และโรงเรียนที่มีการสอนแบบยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางผลปรากฏว่าเด็กที่มาจากโรงเรียนที่มีการสอนแบบยึดเนื้อหาวิชาเป็นศูนย์กลางมีความสามารถในการคิดอเนกนัยต่ำกว่าเด็กที่มาจากโรงเรียนที่มีการสอนแบบยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ ญรัฐสาร ถนอมตน (2536) ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดแบบเร้าที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอนุบาล ชั้นนักเรียนเล็กของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่าการพัฒนาทางความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

และความคิดละเอียดลออของนักเรียนอนุบาลที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้ปัญหาปลายเปิดแบบเร้าหลังการทดลองสูงขึ้น

2. นักเรียนมีโอกาสเข้าร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนและสามารถนำเสนอแนวคิด วิธีการของตนเองในการจัดกลุ่มใหม่ ตั้งคำถามและแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้อย่างหลากหลายและต่อเนื่อง โดยเมื่อนักเรียนได้จัดกลุ่มและตั้งคำถามจากรูปเรขาคณิตจากสิ่งที่กำหนดให้นักเรียนจะสังเกต และพบความสัมพันธ์ต่างๆ แล้วนำมาเชื่อมโยงกัน พยายามค้นหาความสัมพันธ์ต่างๆ ที่ซ่อนอยู่ให้ได้หลายๆ แบบหลายประเภทและคิดวิธีการที่แตกต่างจากคนอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Sawada (อ้างใน ไผ่ตรี อินประสิทธิ์, 2546) ที่กล่าวว่านักเรียนจะต้องมีอิสระในการคิดโดยจะสังเกตและพบความสัมพันธ์จากสื่อแล้วนำมาเชื่อมโยงเป็นความรู้ ดังนั้นครูต้องจัดเตรียมสื่อและสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เป็นอิสระ สามารถตอบสนองและสนับสนุนแนวคิดได้อย่างดี เพราะว่ามีคำตอบ แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีแตกต่างกันไป ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีโอกาสที่จะหาคำตอบหรือวิธีการของตนเองได้โดยไม่เหมือนใคร ส่งผลให้นักเรียนเกิดอยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ และนักเรียนยังสามารถเปรียบเทียบและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและวิธีการของแต่ละคนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Huntsberger (1976 : 185 - 191) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดของเด็กในระดับประถมศึกษา โดยใช้เกมและไม้บล็อกที่มีลักษณะแตกต่างกันพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยเกมและไม้บล็อกที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ความสามารถในการคิดของเด็กสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีเดิม

3. นักเรียนมีโอกาสมากขึ้นในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เนื่องจากการจัดกลุ่มได้หลากหลาย ตั้งคำถามหลายๆ อย่างและแก้ปัญหาได้หลายวิธีการนั้นนักเรียนสามารถเลือกวิธีการที่ชอบและช่วยให้หาคำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็ว รวมทั้งเป็นคำตอบเฉพาะของตนเองที่ไม่เหมือนใคร

4. นักเรียนทุกคนสามารถตอบสนองต่อปัญหาตามวิธีการของตนเอง เนื่องจากในห้องเรียนมีนักเรียนหลายคน หลายประเภททั้งเก่ง ปานกลางและอ่อน ดังนั้นปัญหาปลายเปิดจึงมีความสำคัญมากในการช่วยให้นักเรียนแต่ละคนเข้าใจในกิจกรรมในชั้นเรียน สามารถเข้าใจบทเรียนได้ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของจิตติมา ชุณใจ (2538 : 115) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอเนกนัยของนักเรียนที่ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือกับประสบการณ์ตามแผนปกติ พบว่า เด็กที่ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือมีความสามารถในการคิดอเนกนัยสูงกว่าเด็กที่ได้รับประสบการณ์ตามแผนปกติอย่างมีนัยสำคัญ และเด็กทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการของการคิดอเนกนัยเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่ให้นักเรียนได้จัดกลุ่มใหม่ ได้ตั้งคำถาม และแก้ปัญหาอย่างหลากหลายนั้น สามารถสนับสนุนให้นักเรียนเกิดประสบการณ์เกี่ยวกับการให้เหตุผล เนื่องจากมีการอธิบายเหตุผลในการจัดกลุ่มและการตั้งคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์ รวมทั้งมีการเปรียบเทียบและอธิบายในชั้นเรียน นักเรียนถูกกระตุ้นให้เป็นคนที่สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบและวิธีการที่ได้มา เพื่ออธิบายให้กับนักเรียนคนอื่นๆ ให้เข้าใจเหมือนตนเองซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมประสงค์ ชัยโสม (2533 : 130) เปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัยของนักเรียนและการให้เหตุผล ที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบระดมพลังสมองและแบบปกติ กลุ่มทดลองได้รับการจัดประสบการณ์แบบระดมพลังสมอง กลุ่มควบคุมได้รับการจัดประสบการณ์แบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาในการคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัยสูงและการให้เหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

6. นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่มีคุณค่าที่สามารถค้นพบและการยอมรับการตรวจสอบจากเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยทุกคนจะมีคำตอบหรือแนวคิดวิธีการของแต่ละคนที่แตกต่างกัน แล้วได้รับความสนใจจากเพื่อนๆ ซึ่งมีการตรวจสอบด้วยกันเองว่าถูกต้องหรือตรงกับของตนเองหรือไม่

7. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดตามกรอบแนวคิดการคิดนอกเนกนัยของ Haylock (1997) เป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากปัญหาปลายเปิดในการจัดกลุ่มใหม่ การตั้งคำถามและการแก้ปัญหาที่หลากหลายมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Haylock (1987a) และสุรชัช อินทสังข์ (2547 : 201) ความสามารถในการคิดนอกเนกนัยด้านคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์โดย ยุพิน พิพิธกุล (2539 : 294 - 295) ได้อธิบายไว้ว่า ลักษณะของนักเรียนที่มีความคิดนอกเนกนัยสูง มักเป็นคนที่มีความจำดี เรียนรู้ได้ไว อยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้น มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิมที่มีอยู่ มองเห็นส่วนต่างๆ ที่แตกต่างกัน รู้จักเปรียบเทียบ แยกแยะ สังเกตแบบรูป ทายข้อสรุปได้ และแสดงได้ทั้งการตอบปากเปล่าและการเขียน ในประเด็นนี้ Haylock (1997) ให้คำอธิบายไว้ทำนองเดียวกันว่าโดยทั่วไปนักเรียนที่มีความคิดนอกเนกนัยต่ำมักเป็นนักเรียนที่มีความรู้และทักษะด้าน คณิตศาสตร์น้อยซึ่งไม่เพียงพอที่จะช่วยให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ แยกแยะความแตกต่างและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่ำไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปใช้

1. ผู้ที่สนใจนำปัญหาปลายเปิดไปใช้ในการเรียนการสอนต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของครูเพื่อป้องกันการแทรกแซงแนวคิดของนักเรียนและสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดนอกเนกนัยได้อย่างแท้จริง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ควรให้นักเรียนได้รับอิสระในการคิดและทำกิจกรรม และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้วิธีการคิดของเขาเองที่เขารู้สึกมั่นใจ ซึ่งครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากการอธิบายมาเป็นผู้ที่คอยสังเกตวิธีการของนักเรียนและทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุด
3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดนั้น เมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นที่ผิดแปลก หรือไม่เกี่ยวข้อง ครูต้องไม่ตำหนิ ดุด่า

แต่ควรชมเชยและชี้แนะให้พยายามต่อไปเพื่อเป็นการให้กำลังใจนักเรียนและกล้าคิดในสิ่งใหม่ๆที่แปลกใหม่ออกมาตลอด

4. ครูต้องให้ความสนใจกับคำตอบทุกคำตอบที่นักเรียนนำเสนอ และไม่ควรตัดสินว่าเป็นคำตอบที่ไม่ดีและควรเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาแนวทางการใช้ปัญหาปลายเปิดในการพัฒนาการคิดอเนกนัยในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อให้ให้นักเรียนมีการพัฒนาการคิดอเนกนัยอย่างต่อเนื่อง
2. ควรมีการศึกษบทบาทของครูที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอเนกนัยในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

เอกสารอ้างอิง

- กิตติพร ปัญญาภิญโญผล. (2544). **วิจัยทางการศึกษา**. เอกสารตำราเรียนภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชีรวัดณ์ นิจนตร. (2528). **บรรยากาศในชั้นเรียนกับการเสริมสร้างปัญญาและคุณลักษณะที่สำคัญแก่เยาวชน**. ครูปริทัศน์ : 26-28.
- ฐิติมา อุ่นใจ . (2538). **การเปรียบเทียบการคิดแบบอเนกนัยของเด็กปฐมวัยที่ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ แบบร่วมมือกับประสบการณ์ตามแผนปกติ**. กรุงเทพฯ : สานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.
- ณัฐสุภากร ถนอมตน. (2536). **ความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). **กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1**. ปรินญา นิพนธ์การศึกษาดุซงฎิ บัณทิตบัณทิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ. (2547). **การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น.(บรรณาธิการ)**. KJU journal of Mathematics Education, (1), 1-15.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). **เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความ
ถนัดทางการเรียนและความสามารถทั่วไป.** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : สุวี
ริยาสาส์น.

สมประสงค์ ชัยโถม. (2532). **ผลของการใช้วิธีระดมพลังสมองที่มีต่อการคิด
แก้ปัญหาแบบอเนกนัยของเด็กปฐมวัย.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

สุนีย์ คัล้ายนิล. (2547). **ความรู้และทักษะของเยาวชนไทยสำหรับโลกวันพรุ่งนี้ : ผล
จากการวิจัยโครงการ ประเมินผลนักเรียนนานาชาติ.** กรุงเทพฯ : เซเว่น
พรีนติ้งกรุ๊ป.

สุวัชน อินทสังข์. (2547). **การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ข อ ง
นักเรียนในการคิดแบบอเนกนัยและการเอาชนะความไม่ชัดเจนของการ
คิด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อารี พันธุ์มณี. (2537). **ความคิดสร้างสรรค์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ 1412.

Cropley, A.J. (1970). **Lifelong education and the training of teachers :
Developing a curriculum for teacher education on the basis of the principles of
lifelong education.** Oxford : Pergamon.

Guilford J.P. (1959). **Personality.** New York : McGraw - Hill Book Company Inc.

Haylock, D. W. (1997). **Recognizing mathematics creativity in schoolchildren.**
International Reviews on Mathematical Education, 29(3), 68-74.

Nohda , N. (2000). **A study of "Open-Approach" Method In School Mathematics
Teaching Focusing on Mathematical Problem Solving Activities.** Paper
present at the 9th ICME.Makuhari, Japan.

Torrance, E.P. (1973). **Encouraging Creativity in the Classroom.** WMO Brown
Company Publisher.