



การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
A Study of Grade 5 Students' Mathematical Creativity and Attitude
by using Open Approach

อรรถพร เพชรสงค์
Ataporn Petsong

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Mater of Education in Curriculum and Instruction

Prince of Songkla University

2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อ
 คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด

ผู้เขียน นายอรรถพร เพชรสงค์

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
 (ดร.รัชดา เขาวาน์เสฏฐกุล)

.....ประธานกรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจนสมุทร แสงพันธ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....กรรมการ
 (ดร.รัชดา เขาวาน์เสฏฐกุล)

.....
 (ดร.สุพรรณษา สุวรรณชาติรี)

.....กรรมการ
 (ดร.สุพรรณษา สุวรรณชาติรี)

.....กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญญาสา แซ่หล่อ)

.....กรรมการ
 (ดร.ศุภกาญจน์ บัวทิพย์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วน
 หนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

.....
 (ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งแสง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(3)

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคล
ที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(ดร.รัชดา เขาวนัเสฏฐกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....

(นายอรรถพร เพชรสงค์)

นักศึกษา

(4)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายอรรถพร เพชรสงค์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
ผู้เขียน	นายอรรถพร เพชรสงค์
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิดในรายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ห้องเรียนพิเศษ โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก อำเภอสุโขทัย-ลก จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน โดยเลือกอย่างเฉพาะเจาะจงจากชั้นเรียนที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้และเป็นชั้นเรียนที่เน้นความสามารถพิเศษของนักเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเน้นการวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol Analysis) ประกอบการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) ในการอธิบายความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น รวมถึงการใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณในการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จำนวน 10 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 10 ชั่วโมง (2) แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ (3) แบบบันทึกภาคสนาม (4) การบันทึกวิดีโอและภาพนิ่ง โดยใช้โปรแกรม ShareX และ (5) ผลงานนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ซึ่งคะแนนเต็ม 3 คะแนนในแต่ละด้าน ผลการวิจัยพบว่า

1. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิดในรายวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เป็นรายด้าน พบว่า

1.1 ด้านการคิดละเอียดลออ มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเป็น 1.88 นักเรียนมีการวางแผน จัดระบบทางความคิด และเขียนแนวคิดของตนเองลงใบกิจกรรมคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายถึงวิธีการคิดตามหลักการคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

1.2 ด้านการคิดคล่อง มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.84 นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เหมาะสมและเขียนแนวคิดของตนเองลงใบกิจกรรมคณิตศาสตร์หลาย ๆ คำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่เปิดที่กำหนดให้ ภายในระยะเวลาที่กำหนด

1.3 ด้านการคิดริเริ่ม มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.62 นักเรียนเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหานั้นได้ถูกต้อง มีนักเรียนเลือกใช้วิธีการนี้เพียงไม่กี่คนของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด โดยอาศัยประสบการณ์ความรู้เดิมของตนเองมาแก้ปัญหา จึงทำให้วิธีการนั้นมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร

1.4 ด้านการคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเป็น 1.55 นักเรียนพยายามจัดกลุ่มของวิธีการแก้ปัญหาหรือแนวคิด ซึ่งส่วนมากปรากฏได้จำนวน 2 กลุ่มแนวคิดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้

2. การศึกษาเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิดในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้น กระตือรือร้น สนุกสนาน มั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อครูให้กำลังใจ ชี้แนะในการแก้ปัญหา จนเกิดความภาคภูมิใจเมื่อพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองจนสำเร็จ จึงทำให้ชอบที่จะเรียนคณิตศาสตร์ และรู้สึกดีใจอย่างยิ่งที่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

คำสำคัญ : วิธีการแบบเปิด, ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์, เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

Thesis Title	A Study of Grade 5 Students' Mathematical Creativity and Attitude by using Open Approach
Author	Mr. Ataporn Petsong
Major Program	Curriculum and Instruction
Academic Year	2021

ABSTRACT

This research aimed to study of mathematical creativity and attitude toward mathematics of students by using open approach in mathematics. The target group consisted of 44 students prathomsuksa 5/1 in the second semester of 2021 academic year from Ban Sungaiko-lok School. It was selected by a class that the researcher manages to learn and a class that focuses on the students' special abilities in science and mathematics.

This research was a qualitative research by protocol analysis coupled with analysis description in describing the student's creativity that arises and This research was a quantity research to analyze students' attitude toward mathematics. The research instruments were (1) the lesson plan by open approach, 10 plans. The Learning management was spent for 10 hours. (2) attitude test towards mathematics (3) Field Note (4) video and photo recording using ShareX program and (5) the students' performance. The data were analyzed using the criteria are measured and assessed according to Torrance's creativity implications, which a full score of 3 points in each aspect. The results of the study revealed that the

1. A study of students' mathematical creativity by using open approach in mathematics when considering the components of creativity in each aspect, it was found that

1.1 The Elaboration with the highest average score 1.88 where students are planning systematic thinking write their own ideas on the math activity sheet along with explaining how to think based on mathematical principles that are appropriate and consistent with the problem situation.

1.2 The Fluency with the average score of 1.84 where students try to come up with an appropriate answer and write their own ideas on the math activity sheet for several answers to the given open-ended problem situations within the specified time.

1.3 The Originality with the average score of 1.62 where students choose the mathematical principles that are appropriate for the problem situation. Only a handful of students in the entire class chose this method by relying on their own experiences and prior knowledge to solve problems. Therefore, the method is unique.

1.4 The Flexibility with the lowest average score 1.88 where students try to organize groups of solutions or ideas. Most of them appear to have two groups of ideas for solving problems from the given open-ended problem situation.

2. A study of students' attitude toward mathematics by using open approach in mathematics found that open approach promotes a positive attitude towards mathematics. The students feel excited, enthusiastic, fun and confident in solving math problems when the teacher gives an encourage and suggests to solve problems. They proud when they succeed to solve math problems by themselves. Therefore, students like to study mathematics and they're very glad to apply this knowledge in their daily life.

Keywords: Open Approach, Mathematical Creativity, Attitude toward Mathematics

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีภายใต้การดูแลของ ดร.รัชดา เขาวินเสฎฐกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และดร.สุพรรณษา สุวรรณชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาในด้านความรู้ แนวความคิด ทั้งการอนุเคราะห์ในการตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ แนะนำวิธีการแก้ไขเพื่อความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ ด้วยความเอาใจใส่ ความเมตตาอย่างดียิ่ง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจนสมุทรร แสงพันธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญญา แซ่หล่อ และดร.ศุภกาญจน์ บัวทิพย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้มอบความรู้ แนวคิด คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรินฎา ปุติ ดร.อลิสรา ชมชื่น ดร.ฉัญญา กาศรุณ ดร.สุทธารัตน์ บุญเลิศ นางสาวอำไพพร นาคแก้ว นางสาวตาลทิพย์ ทองคุปต์ และนายพลวัต หนูแดง ที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยพัฒนศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในสังคมพหุวัฒนธรรม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2564

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้บริหาร คณะครูและบุคลากร ผู้ปกครอง และนักเรียน โรงเรียนบ้านสุโข-ลก ที่คอยช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยอย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบคุณบิดา มารดาและพี่น้องของผู้วิจัยที่คอยเติมเต็มกำลังใจ และสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา รวมทั้งนางสาวรอเกีเยาะ หะยีอาแว และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือประสานงานให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณประโยชน์อันใดที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และขอมอบแด่บุคลากรที่มีส่วนสำคัญกับความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์นี้

อรรถพร เพชรสงค์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(5)
ABSTRACT.....	(7)
กิตติกรรมประกาศ.....	(9)
สารบัญ.....	(10)
รายการตาราง.....	(13)
รายการภาพประกอบ.....	(16)
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
คำถามของการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. แนวคิดที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์.....	11
1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....	11
1.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	12
1.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	12
1.4 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์.....	21
1.5 แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.....	24
1.6 การวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	27
2. แนวคิดที่เกี่ยวกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์.....	31
2.1 ความหมายของเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์.....	31
2.2 องค์ประกอบของเจตคติ.....	31
2.3 การวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์.....	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. แนวคิดที่เกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด.....	37
3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด	37
3.2 ความหมายของวิธีการแบบเปิด	40
3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด.....	40
3.4 ปัญหาปลายเปิด	44
4. การจัดการศึกษาที่ส่งเสริมต่อความคิดสร้างสรรค์.....	48
4.1 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579	48
4.2 นโยบายและจุดเน้นการจัดการศึกษาตามแนวทางกระทรวงศึกษาธิการ	49
4.3 แนวทางการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.....	51
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์	54
5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	58
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	63
1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย.....	63
2. กลุ่มเป้าหมาย	63
3. แบบแผนการวิจัย	64
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	68
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล	73
6. การวิเคราะห์ข้อมูล	76
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
1. ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการ แบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์.....	78
2. ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์.....	98
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	102
1. สรุปผลการวิจัย.....	102
2. อภิปรายผลการวิจัย.....	105
3. ข้อเสนอแนะ.....	113
3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้.....	113
3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	114
บรรณานุกรม.....	115
ภาคผนวก.....	123
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	124
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol).....	126
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการ แบบเปิด.....	132
ภาคผนวก ง แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด....	162
ภาคผนวก จ แบบบันทึกภาคสนามเพื่อการวิจัย.....	166
ภาคผนวก ฉ การประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือในการวิจัย.....	170
ภาคผนวก ช คະແນນໃນການປະເມີນຄວາມຄິດສ້າງສະສຸກທາງຄວາມຄິດສ້າງສະສຸກ ຂອງການຈັດການ ຮຽນຮູ້ ທີ່ຮຽນດ້ວຍວິທີການແບບເປີດໃນຮາຍວິຊາຄວາມຄິດສ້າງສະສຸກ.....	184
ประวัติผู้เขียน.....	205

รายการตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 สรุปการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	18
ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์	23
ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	28
ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance	29
ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	42
ตารางที่ 6 แสดงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	65
ตารางที่ 7 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	69
ตารางที่ 8 แสดงการพิจารณาการให้คะแนนของข้อความแสดงความรู้สึกลทางบวกและทางลบ	71
ตารางที่ 9 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์	72
ตารางที่ 10 แสดงการสรุปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การแปลความหมายที่จัดระดับค่าเฉลี่ย (\bar{X}).....	77
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยของคะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 10	94
ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 1 อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	98
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 2 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	99
ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 3 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	100
ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 4 อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	101

รายการตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์โพโรโตคอล (Protocol) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์.....	127
ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	171
ตารางที่ 19 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์	181
ตารางที่ 20 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	185
ตารางที่ 21 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	187
ตารางที่ 22 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	189
ตารางที่ 23 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	191
ตารางที่ 24 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	193
ตารางที่ 25 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	195
ตารางที่ 26 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	197
ตารางที่ 27 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การอ่านกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	199

รายการตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 28 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่	
9 เรื่อง การอ่านกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	201
ตารางที่ 29 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่	
10 เรื่อง การเขียนกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	203

รายการภาพประกอบ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
ภาพที่ 2 แนวคิดของ Cognitive constructivism.....	38
ภาพที่ 3 แนวคิดของ Social constructivism.....	39
ภาพที่ 4 การหาพื้นที่แรงเงา.....	45
ภาพที่ 5 การหาพื้นที่ของที่ดินของคุณยายผัน	46
ภาพที่ 6 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
ภาพที่ 7 สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19).....	79
ภาพที่ 8 สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิสูงสุดของอำเภอสุโขทัย.....	80
ภาพที่ 9 แนวคิดของ เอ.....	81
ภาพที่ 10 แนวคิดของ โอ	81
ภาพที่ 11 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการหาจำนวนเฉลี่ย.....	82
ภาพที่ 12 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเปรียบเทียบของจำนวน	83
ภาพที่ 13 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเขียนแผนภูมิแท่ง	83
ภาพที่ 14 การหาจำนวนเฉลี่ย โดยเขียนอยู่ในรูปกราฟ.....	84
ภาพที่ 15 การหาจำนวนเฉลี่ย โดยเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน.....	84
ภาพที่ 16 การคาดการณ์แนวโน้มที่เกิดขึ้นจากการอ่านกราฟเส้น	85
ภาพที่ 17 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเขียนกราฟเส้น	85
ภาพที่ 18 การนำเสนอผลงานของ ด.ญ. เอ โดยเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน	86
ภาพที่ 19 แนวคิดของ ด.ญ. ซี	86
ภาพที่ 20 แนวคิดของ ด.ญ. บี	87
ภาพที่ 21 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเขียนกราฟเส้น	89
ภาพที่ 22 แนวคิดของ ด.ญ. ลา	90
ภาพที่ 23 กลุ่มแนวคิดที่ 1 ในการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ.....	92
ภาพที่ 24 กลุ่มแนวคิดที่ 2 ในการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ.....	92

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านการศึกษา เพื่อการยกระดับคุณภาพ การศึกษานำไปสู่การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง การปกครอง ซึ่งแผนการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 มุ่งพัฒนากระบวนการจัดการศึกษาที่คนไทยทุกคนสามารถเข้าถึงมี โอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต เกิดความเสมอภาคทางการศึกษาที่มีระดับคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การจัดการศึกษาที่สอดคล้องและรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 เพื่อ การศึกษาและการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ได้มาตรฐานสากล พัฒนาคนไทยให้มีทักษะการคิด สังเคราะห์ สร้างสรรค์ ต่อยอดสู่นวัตกรรมมีทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี มีการ เรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต ทั้งนี้หากระบบการศึกษามีคุณภาพก็จะสามารถที่จะพัฒนานักเรียนให้บรรลุ ชีตความสามารถเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 75-92)

คณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถ วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 1) โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดที่แตกต่างตามความสามารถในการ แก้ปัญหาของตนเอง และคอยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและหลากหลาย โดย เน้นกระบวนการของแก้ปัญหามากกว่าการพิจารณาแค่ผลลัพธ์หรือคำตอบสุดท้ายเพียงอย่างเดียวใน สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2555) สอดคล้องกับศูนย์ PISA สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2557: 5) ซึ่งได้กล่าวว่าในศตวรรษที่ 21 ครู จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การส่งเสริมให้ นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด กิจกรรม และแบบฝึกที่สนับสนุนทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จนกลายเป็น ทักษะความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้หรือแม้แต่การที่นักเรียนแสดงข้อคิดเห็นในการ สนับสนุนหรือโต้แย้งด้วยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมและสมเหตุสมผล โดยมีพื้นฐาน อยู่บนหลักการที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังคงมุ่งเน้นการสอนให้ครอบคลุม เนื้อหาเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยไม่มุ่งเน้นกระบวนการ

เรียนรู้หรือวิธีการคิดของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนต้องเรียนคณิตศาสตร์โดยการท่องจำสูตร กฎหรือทฤษฎีในชั้นเรียนนั้นครูจะมีบทบาทมากกว่านักเรียน โดยเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาหรือยกตัวอย่าง สาธิตในการหาคำตอบ โดยปราศจากการเข้าใจในกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบเหล่านั้นจากนักเรียน ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะแตกต่างกันจากการที่จะทำให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) สอดคล้องกับอารีพันธ์มณี (2544: 41) ได้กล่าวถึง นักเรียนจะถูกฝึกให้คิดหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวด้วยวิธีการที่ปฏิบัติซ้ำ ๆ และครูจะทำการทดสอบนักเรียนด้วยข้อสอบที่ต้องการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว นักเรียนจึงไม่สามารถนำความรู้หรือกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ ครูจึงเป็นกำลังสำคัญที่จะต้องฝึกให้นักเรียนกล้าที่จะคิดให้ได้คำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบหรือหลากหลายคำตอบ จนทำให้นักเรียนคุ้นเคยที่จะคิดหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมของการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะวิธีการแบบเปิดที่เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้หนึ่งเน้นการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถผ่านความเข้าใจของตนเอง ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนเพื่อทำให้แนวคิดหรือความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาขึ้นไปอยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายแนวคิดผ่านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นลำดับขั้นตอนตามระดับที่ตนเองเข้าใจกับนักเรียนคนอื่น สอดคล้องกับ Nohda (2000 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์: 2546) ที่กล่าวถึงวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนที่มีสถานการณ์ปัญหาที่มีคำตอบถูกต้องหลากหลายคำตอบ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญเพื่อเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการแสวงหาหรือค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสนักเรียนที่ส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก็ยังสามารถสนุกกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตนเองเช่นเดียวกับ นฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2552) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการที่ใช้สถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิด ซึ่งนักเรียนสามารถหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและคำตอบที่ได้ก็จะเป็นคำตอบที่หลากหลายรวมทั้งเป็นวิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลาย มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ โดยเกิดจากกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนการแสดงการวิเคราะห์เพื่อการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การอภิปรายร่วมกัน เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่อิสระ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน (ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์ ,2557: 23-24)

ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) จึงเป็นวิธีการสอนที่จะช่วยให้ครูเห็นระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยมีลำดับ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ชื่อนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด โดยครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดหน้าชั้นเรียน ซึ่งปัญหาปลายเปิดที่นำเสนอจะต้องเป็นปัญหาที่นักเรียนทุกคนสามารถเข้าร่วมได้ 2) ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน โดยนักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นคู่ ซึ่งครูจะไม่เข้าไปแทรกแซงแนวคิดของนักเรียนแต่มีหน้าที่สังเกตแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน 3) ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยนักเรียนแต่ละคู่นำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน โดยที่ครูมีการจัดลำดับแนวคิดในการนำเสนอจากแนวคิดทั่ว ๆ ไปของนักเรียนส่วนใหญ่ไปสู่แนวคิดที่มีระดับความแตกต่างหรือซับซ้อนมากขึ้น และครูมีการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เช่น “อะไร” “อย่างไร” และ “ทำไม” เพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและยืนยันความเข้าใจ 4) ชั้นสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนช่วยกันสรุปแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547: 1-15)

ดังนั้นในชั้นเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) นั้น ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยน เน้นการอภิปรายและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งกระบวนการประเมินในวิธีการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ยังเน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากกว่าเน้นคำตอบที่ถูกต้องซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้สะท้อนให้เห็นถึงการส่งเสริมเจตคติและความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Nohda, 1993 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) ทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของวิภาพร สุทธิอำพร (2549) ที่ได้ทำการประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด โดยเจตคติเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่เห็นชัดเจนในชั้นเรียนที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด คือความสมเหตุสมผล ความมีสมาธิ และความอดทน ความหลากหลาย และความเป็นต้นแบบ โดยนักเรียนคำนึงถึงและให้คุณค่าการทำงานที่เน้นกระบวนการก่อนที่จะได้ผลลัพธ์มาและเกิดการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้มากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังใช้ความพยายามในการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องและยาวนานเพื่อผลิตชิ้นงานให้มีความหลากหลายและโดดเด่นจากเพื่อนกลุ่มอื่นให้มากที่สุด โดยเจตคติเชิงสร้างสรรค์ดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันในการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยและการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน จนกล่าวได้ว่าเจตคติเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด จนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ทั้งนี้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถของสมองที่คิดได้หลากหลายวิธีหรือแนวทาง ได้มาซึ่งคำตอบในประเด็นหรือปัญหาเดียวกัน รวมถึงการคิดกว้างไกลหลายทิศทาง โดยมีอิสระทางความคิดที่อาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมในการสรุปสิ่งที่ค้นพบใหม่ จนทำให้เกิดเป็นแนวทางหลักการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างเข้าด้วยกันได้ (อำพร ม้าคอง, 2553: 64 - 65) และสอดคล้องกับ

นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552: 47) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ ริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำแบบใคร รวมทั้งสุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ (2551: 5) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางการคิดนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ยืดหยุ่น และมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาที่ทำนายเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา เช่นเดียวกับ Getzels and Jackson (1962) ที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นลักษณะการคิดที่หาคำตอบหลายๆ คำตอบเพื่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ลักษณะเช่นนี้มักจะเกิดขึ้นกับบุคคลที่มีอิสระในการตอบสนองที่สามารถตอบสนองได้มาก

ดังนั้น แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สามารถที่จะส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามชนิดปลายเปิด เพื่อให้เกิดการซักถามและให้ความสนใจในการตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง อาจจะไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ นักเรียนจะใช้วิธีใดบ้างก็ควรยอมรับและคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ ค้นหา และพิสูจน์คำตอบด้วยการใช้วิธีชี้แนะเพื่อนักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ หรือประสบการณ์เดิม อันเป็นข้อมูลสำหรับการคิดวิเคราะห์ ซึ่งนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์ต่อไป (สุนทร สันธพานนท์ และคณะ, 2555: 68-69)

อีกทั้งการมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์นั้นถือเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาให้เกิดเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนและตระหนักเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์ ด้วยที่ว่าเจตคติเป็นปัจจัยที่สำคัญในการนำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นสภาพความพร้อมทางจิตใจ ความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อความคิดเห็น ความรู้หรือความจริง ที่มีลักษณะเป็นไปในทางบวก ทางลบ หรือเป็นกลางก็ได้ อาทิ นักเรียนอาจจะแสดงออกว่าชอบหรือไม่ชอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Hannula, M.S., 2002 อ้างถึงในเจริญ ราคาแก้ว, 2551: 2) และสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 169) ได้กล่าวถึง เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าวิชาคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับบณสร เรือนโรจน์รุ่ง (2558: 21-22) มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ โดยระดับประถมศึกษา นักเรียนจะมีพฤติกรรมบ่งชี้ในลักษณะของความตั้งใจและความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ความพอใจที่จะเรียนรู้หรือทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ รวมทั้งความต้องการเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์และความรู้สึกมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณค่าและมีความหมาย

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาหนึ่งในการพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน รวมไปถึงการที่นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ แต่ทั้งนี้

ในปัจจุบัน ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ก็ยังคงให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการเดียวกัน ซึ่งมีครูเป็นผู้นำทางหรือยกตัวอย่างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จนได้คำตอบเพียงคำตอบเดียวทั้งชั้นเรียน ซึ่งจะเห็นได้ว่าชั้นเรียนคณิตศาสตร์นั้นไม่ได้ส่งเสริมหรือพัฒนาหรือให้ความสำคัญในกระบวนการคิดของนักเรียนที่จะส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการที่จะให้นักเรียนเห็นคุณค่าต่อการเรียนคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา การคิดค้น การหาคำตอบ และการนำเสนอความคิดหรือความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของตนเองอย่างสร้างสรรค์ทางความคิด ทำให้นักเรียนได้ตระหนักในคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ที่ถูกเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง จนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง และมองว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ในสังคมและจำเป็นต่อชีวิตประจำวัน

คำถามของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ส่งผลให้เกิดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไร
2. เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้แนวทางในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้แนวทางในการพิจารณาการวางแผนดำเนินการและพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชา

3. ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Creativity)

1.2.2 เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ (Attitude Toward Mathematics)

2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ห้องเรียนพิเศษ โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก อำเภอสุโขทัย จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน

3. ระยะเวลาในการทำวิจัย

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วิธีการแบบเปิด (Open Approach) หมายถึง วิธีการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนคิด ลงมือแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการคิด หรือวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคนนั้นอาจมีความยืดหยุ่น และมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลายคำตอบ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554: 56 - 59)

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) โดยครูนำเสนอปัญหาที่มีลักษณะปลายเปิดในชั้นเรียนให้กับนักเรียน ทั้งนี้กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา มีการใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นเพื่อให้เห็นปัญหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning) โดยนักเรียนแต่ละคนใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ครูไม่กำหนดแนวทางการคิด แต่เน้นให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียวมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) โดยนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในชั้นเรียนมาอภิปรายเพื่อให้ให้นักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากแนวคิดของเพื่อน ทั้งนี้แนวคิดในการแก้ปัญหาอาจบันทึกในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึก เพื่อให้เห็นถึงแนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) โดยทำการขยายและเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ด้วยการเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทุกคนเห็นถึงแนวคิดที่หลากหลาย แล้วครูจึงทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดนั้น ๆ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Creativity) หมายถึงความสามารถของสมองที่จัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวกระตุ้น โดยวัดได้จากการคิดหาวิธีการแก้ปัญหานำไปสู่การเกิดวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายแปลกใหม่จากเดิม ไม่ซ้ำแบบใคร รวมถึงมีความคิดที่ละเอียดรอบคอบตามหลักคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) การคิดคล่อง (Fluency) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในประเด็นหรือสถานการณ์ปัญหาเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว มีหลายคำตอบที่เป็นไปได้ โดยไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก ภายในเวลาที่กำหนด

2) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีหลากหลายวิธีการหรือแนวทางการคิดได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด จึงเกิดกลุ่มแนวคิดที่แตกต่างหลายประเภท

3) การคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม โดยมีวิธีการหรือแนวทางการคิดที่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นน้อยมากที่สุด

4) การคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จัดระบบการคิดในการวางแผนและอธิบายได้ชัดเจน กระชับ ครบถ้วนสมบูรณ์แบบในการคิดอย่างรอบคอบ

3. เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Attitude Toward Mathematics) หมายถึงแนวโน้มทางด้านจิตใจของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกหรืออารมณ์ทางบวกและทางลบต่อการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) สามารถวัดได้ 5 ระดับ ทั้งเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กระบวนการ ดังนี้

1) อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Situational emotions)

2) อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Associations)

3) อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ (Expectations)

4) อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Values)

4. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) หมายถึง แนวทางจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การนำเสนอข้อมูล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ตามลำดับ 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning)

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison)

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas)

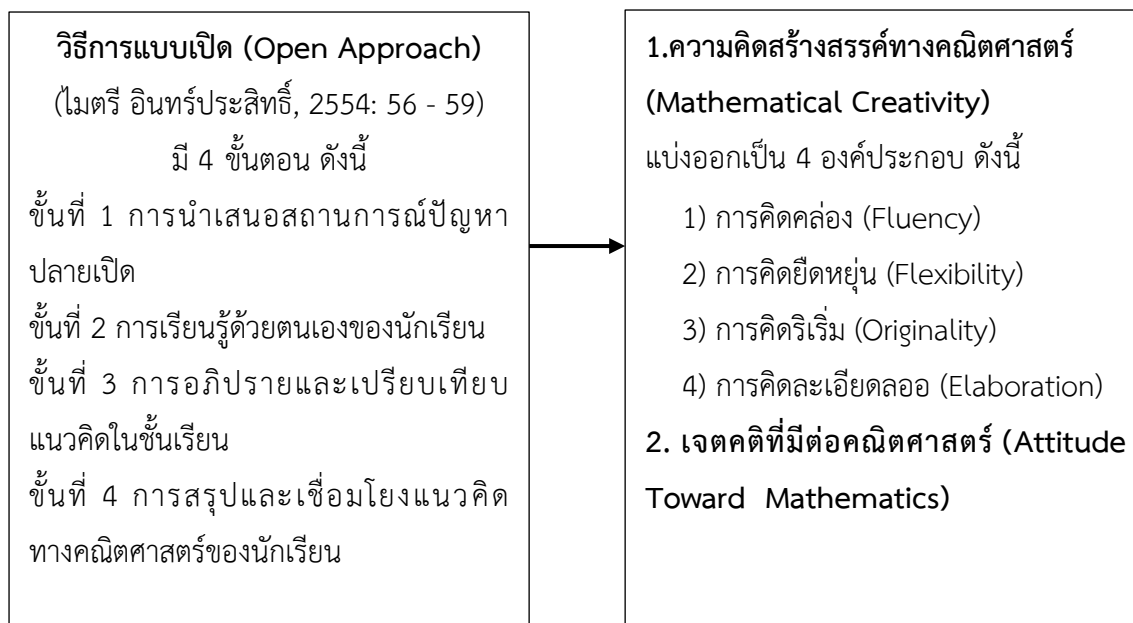
5. ผลงานนักเรียน หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในชั้นเรียน

6. แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกรหรืออารมณ์ทางบวกและทางลบต่อการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

7. แบบบันทึกภาคสนาม หมายถึง ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม คำพูด และวิธีคิดหาคำตอบของนักเรียนที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในชั้นเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด มีวัตถุประสงค์1) เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ2) เพื่อศึกษาเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 1.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 1.4 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์
 - 1.5 แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
 - 1.6 การวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์
2. แนวคิดที่เกี่ยวกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 2.3 การวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์
3. แนวคิดที่เกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด
 - 3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด
 - 3.2 ความหมายของวิธีการแบบเปิด
 - 3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด
 - 3.4 ปัญหาปลายเปิด
4. การจัดการศึกษาที่ส่งเสริมต่อความคิดสร้างสรรค์
 - 4.1 แผนการศึกษาแห่งชาติ
 - 4.2 นโยบายและจุดเน้นการจัดการศึกษาตามแนวทางกระทรวงศึกษาธิการ
 - 4.3 แนวทางการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์
 - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

1. แนวคิดที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) โดยเป็นความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จด้วยความคิดอเนกนัย (Guilford, 1967: 139) เช่นเดียวกับ Getzels and Jackson (1962) ที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ซึ่งกล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดที่หาคำตอบหลาย ๆ คำตอบ ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งลักษณะเช่นนี้มักเกิดขึ้นกับบุคคลที่มีอิสระในการตอบสนองจึงจะสามารถตอบสนองได้มาก เช่นเดียวกับอุบลวรรณ ภาวานันท์ (2556: 356) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของสมองที่คิดแตกแขนงได้หลากหลาย กว้างไกล หลายแง่มุม และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ใต้อารมณ์หรือรอบตัวเราได้ และยังสามารใช้ความคิดเชิงจินตนาการได้อย่างเหมาะสมและมีคุณภาพ รวมทั้งใช้ประสบการณ์และความรู้ที่มีประยุกต์กับสิ่งที่เราต้องการได้ สามารถคิดสิ่งแปลกใหม่ออกไปจากเดิมด้วยการตัดแปลง แก้ไข และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสุนทรย์ สินธพานนท์ และคณะ (2555: 64) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล โดยนำประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่

ทั้งนี้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560: 46) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดที่มีความรู้เป็นพื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณ์ญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม สอดคล้องกับ Torrance (1962: 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ อาจเกิดจากการรวบรวมอาศัยความรู้จากประสบการณ์ แล้วรวบรวมความคิดเป็นสมมติฐานแล้วรายงานผลที่ได้รับจากการค้นพบ รวมทั้งประพันธ์ศรี สุเสารัจ (2556: 207) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการจินตนาการและรวบรวมความรู้ ความคิดเดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ ความคิดตนเอง ซึ่งคิดนอกกรอบได้ มีผลงานของการคิด สามารถคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งใหม่ ๆ ที่เหมาะสมและใช้งานได้

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ได้ว่าเป็นความสามารถของสมองที่คิดได้หลากหลาย กว้างไกล หลายทิศทาง มีอิสระทางความคิด โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิม ในการสรุปสิ่งที่ค้นพบใหม่ จนทำให้เกิดเป็นแนวทางหลักการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น และสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างกันเข้าด้วยกันได้

1.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็น ผลผลิตในรูปแบบใหม่ (Gerhard, 1971: 157) เช่นเดียวกับ Cangelosi (1996: 165) ที่มีความ คิดเห็นสอดคล้องกัน ซึ่งกล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแนวคิดริเริ่ม ไม่ซ้ำใคร การคาดคะเน รวมถึงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่าง โดยแสดงเหตุผลที่ผิดจากแนวการคิดปกติ มีผลการตอบสนองที่ผิดคาดหรือผิดจากธรรมดา เช่นเดียวกับอัมพร ม้าคนอง (2553: 64 - 65) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถของสมองที่คิดได้หลากหลายวิธี หรือแนวทาง ได้มาซึ่งคำตอบในประเด็นหรือปัญหาเดียวกัน รวมถึงการคิดกว้างไกล หลายทิศทาง โดยมีอิสระทางความคิดที่อาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมในการสรุปลักษณะที่ค้นพบใหม่ จนทำให้เกิด เป็นแนวทาง หลักการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างกันเข้าด้วยกันได้ และสอดคล้องกับนวลทิพย์ นวพันธ์ (2552: 47) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์อย่างซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ ริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นการคิดหาคำตอบ ได้อย่างคล่องแคล่ว กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลงผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่ และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำแบบใคร

ทั้งนี้ สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ (2551: 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางการคิดของนักเรียนแต่ละคนที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่น และหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาที่ทำทนายกระตุ้นให้นักเรียนแสดง ความคิดสร้างสรรค์ออกมา รวมทั้งสุรัช อินทสังข์ (2546: 37-38) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์เป็นการมองเห็นถึงการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างจากเดิมที่หลากหลายในมุมมอง ของแนวคิดที่เกิดขึ้น

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical Creativity) ได้ว่า เป็นความสามารถของสมองที่จัดระบบความคิดใหม่ จากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวกระตุ้น นำไปสู่อิสระในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ หลากหลายวิธีการคิด จนได้คำตอบที่หลากหลาย แปลกใหม่จากเดิม รวมถึงมีความคิดที่ละเอียด รอบคอบและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำแบบใคร

1.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดแนวทางใหม่ ๆ ในการดำเนินชีวิต จึงมีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Guilford (1967: 145 – 151 อ้างถึงในอุบลวรรณ ภาควานันท์, 2556: 367 - 370) ซึ่งมีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทางหรือเรียกว่าความคิดอเนกนัย ซึ่งมีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น แตกต่างจากธรรมดาและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนแต่อาจเกิดจากการสะสมและรวบรวมความรู้เพิ่มเติมแล้วมาคิดดัดแปลงประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งความคิดแปลกใหม่นี้อาจแสดงออกในรูปผลผลิตหรือกระบวนการคิดก็ได้ อาจเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก โดยอาศัยความกล้าคิดกล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตนและบ่อยครั้งต้องอาศัยจินตนาการ ความคิดริเริ่ม (Originality) มีลักษณะดังนี้

1.1 ลักษณะทางกระบวนการ เป็นกระบวนการคิดและสามารถแตกความคิดจากของเดิมไปสู่ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำซ้อนกับของเดิม

1.2 ลักษณะของบุคคล เป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตนเอง เชื่อมมั่นในตนเองกล้าคิด กล้าลอง กล้าทำ กล้าแสดงออก เต็มใจและยินดีพร้อมที่จะเผชิญและเสี่ยงกับสภาพการณ์

1.3 ลักษณะทางผลิตผล เป็นผลงานที่เกิดจากความคิดเริ่มต้นจึงเป็นงานที่แปลกใหม่ ไม่เคยปรากฏมาก่อน มีคุณค่าต่อตนเองและเป็นประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม

2. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการผลิตความคิดที่แตกต่างและหลากหลายภายใต้กรอบจำกัดของเวลา เป็นความสามารถเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพและการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ในเวลาที่กำหนด โดยนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มักมีความสามารถในการผลิตแนวคิดเป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็วแล้วเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงลักษณะพิเศษของความคิดคล่องนอกจากการผลิตแนวคิดไว้มากและเร็วแล้วแนวคิดที่ผลิตขึ้นมาควรเป็นแนวคิดที่แปลกใหม่และดีกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบันด้วย นอกจากนี้บุคคลที่ได้ชื่อว่ามีความคิดคล่องจะต้องมีความสามารถเปลี่ยนแปลงทิศทางในการคิดได้เป็นอย่างดี แบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

2.1 ความคิดคล่องทางถ้อยคำ เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องทางการโยงสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่คิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันในความหมายหรือเสียงหรืออักษรหรือกลุ่มพวกให้ได้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องทางการแสดงออก เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค คือความสามารถที่จะนำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องในความคิด เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนดเป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกพื้นที่ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสม จึงจำเป็นต้องคิดออกมาให้หลากหลายอย่างและแตกต่างกันแล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการหาวิธีการหลายวิธี มาใช้แทนที่จะใช้วิธีใดวิธีเดียว คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะจำวิธีที่เคยใช้ไม่ได้ผลและไม่ใช้ซ้ำอีก ความคิดยืดหยุ่น จะช่วยพัฒนาความคิดของบุคคลได้เป็นอย่างมาก ซึ่งความคิดยืดหยุ่น จะมีความใกล้ชิดกับความคล่องนั้นคือบุคคลที่หาหรือสร้างวิธีคิดหลายๆวิธี ในหลายนมุมมอง จะได้ผลดีกว่าบุคคลที่หาวิธีเพียง 2 หรือ 3 วิธีและอาจใช้ไม่ได้ผล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความคิดที่ดัดแปลงกับอิสระในการคิด ผู้ที่มีความสามารถในการดัดแปลงสูงคือผู้ที่มีความสามารถในการคิดยืดหยุ่นสูงและผู้ที่มีอิสระในการคิดก็จะคล่องแคล่วในการมีปฏิริยาแปลกใหม่ในการตอบสนองสิ่งเร้า ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมความยืดหยุ่นได้ดี คิดได้นอกกรอบ ไม่ตกอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคย ความคิดยืดหยุ่นช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองอื่น ๆ ที่จะเป็นปัจจัยสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาความคิดแตกแขนงในทิศทางที่แตกต่างไม่ซ้ำซ้อน นำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

3.1 ความคิดยืดหยุ่นตามธรรมชาติ เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการปรับเปลี่ยน เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายที่มาจากการดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งด้วยกัน ปรับปรุงความรู้หรือประสบการณ์ที่มีให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน คนที่มีความคิดยืดหยุ่นแบบนี้จะคิดได้ไม่ซ้ำกัน และเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ โดยใช้ความคิดแบบคล่องเป็นตัวเสริมซึ่งจะช่วยให้เพิ่มคุณภาพของความคิดให้ดีขึ้น โดยเฉพาะในการจัดหมวดหมู่ประเภทชนิดและทำให้มีหลักเกณฑ์มากยิ่งขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถของความคิดในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมาย มีรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นยิ่งในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทั้งนี้ความละเอียดลออในการคิดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต และอายุของผู้สังเกต คนที่มีอายุมากจะมีความละเอียดลออในการคิด

หรือสังเกตมากกว่าคนที่มียุ่่น้อย รวมทั้งเพศ ซึ่งผลวิจัยพบว่า เพศหญิงจะมีความละเอียดลออในการคิดมากกว่าเพศชาย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 212 - 215) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์มีหลายระดับหลายลักษณะ อาจไม่ได้หมายถึงการสร้างผลงาน แต่ผลงานการคิดอาจเป็นเพียงความกล้าแสดงออกอย่างอิสระในการริเริ่ม โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของผลงาน สามารถคิดสิ่งใหม่ ๆ ด้วยตนเองได้ ซึ่งมีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่

1. คิดจินตนาการ (Imagination) เป็นความคิดในสิ่งที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นและอาจเป็นไปได้ยากหรือเป็นไปได้เลย อาจเกิดขึ้นได้จริงซึ่งเป็นความคิดเริ่มต้น ในความคิดเพื่อสร้างผลงาน ทั้งนี้ต้องมีความคิดแบบอื่นในการต่อยอดและประสาน จึงจะนำไปสู่การคิดค้น ค้นพบ หรือการเกิดผลงานใหม่ได้

2. คิดคล่องแคล่วหรือการคิดเร็ว (Ideational Fluency) เป็นการคิดที่มีปฏิกริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า สามารถสังเกตเห็น รับรู้ และเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้เร็วที่สุด เป็นการหาคำตอบได้มาก ๆ ได้จำนวนความคิดเยอะ ๆ โดยใช้เวลาน้อย ๆ ทั้งนี้การฝึกความคิดคล่องแคล่วควรให้นักเรียนพรั่งพรูความคิดของตนเองออกมาให้รวดเร็วให้มากที่สุดอย่างอิสระ ครูอาจให้พูด เขียน โดยใช้เวลาหรือการแข่งขันเพื่อกำหนดให้นักเรียนคิดให้ได้อย่างรวดเร็ว การคิดได้เร็วกว่าส่งผลให้เด็กมีปฏิภาณ เขียวไว ไหวพริบในสถานการณ์คับขันได้ดี รวมทั้งการที่ได้พรั่งพรูความคิดมาก ๆ อาจทำให้ผุดความคิดที่ดี ๆ ออกมา จะทำให้มีทางเลือกดี ๆ ในการนำความคิดที่ดีไปใช้แก้ปัญหาได้

3. คิดยืดหยุ่น (Flexibility) อาจเรียกว่าความคิดกว้าง หรือคิดหลากหลาย เป็นการคิดได้ไกล หลายทิศทาง หลายรูปแบบ จนสามารถจัดหมวดหมู่ของความคิดได้มาก แต่ต้องมีหลักเกณฑ์

4. คิดริเริ่ม (Original) เป็นความสามารถในการค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เป็นความสามารถในการคิดที่ต่างจากคนอื่น ต่างจากที่เคยมีมาก่อน หรือมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้แตกต่างไปจากของเดิม บางทีการคิดง่าย ๆ พื้น ๆ ที่แปลกใหม่ ก็อาจเป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่า

5. คิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดสวยงาม ละเอียดลออ เป็นความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมาย ประณีต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีคุณภาพในทุก ๆ ด้านความละเอียดลออในการคิดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น เพศ อายุ ประสบการณ์ และความสามารถด้วย

6. คิดสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการรวม การผสมผสาน การนำเอาสิ่งเดิม ๆ มาประยุกต์และมาผสมผสานให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

ทั้งนี้ มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Burns (1995: 25-39) & Rawlison (2005: 15-16) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่าจากสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มีคำตอบ ที่ผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกร่วมกัน ทั้งชั้นหรือจัดกลุ่มก็ได้ เช่น ให้นักเรียนตั้งโจทย์คำถามที่มีผลลัพธ์เป็น 15 โดยนักเรียนที่มีความคิดคล่องสามารถคิดโจทย์คำถามได้หลายคำถาม และคิดได้อย่างรวดเร็ว

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แตกต่างหลายทิศทางหรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้เกิดการแตกต่างจากความคิดคล่องและต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดร่วมกันทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มก็ได้

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิดแล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทางคณิตศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนบอกตัวเลขที่ชอบแล้วแสดงเหตุผล นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มสามารถแสดงเหตุผลได้แตกต่างจากผู้อื่นและเหตุผลนั้นมีความถูกต้องด้วย

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ละเอียดและน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูเริ่มต้นด้วยการตั้งหัวข้อเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์แล้วให้นักเรียนเสนอรายละเอียดให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เช่น ให้นักเรียนต่อเติมรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนที่มีความละเอียดในการคิดสามารถเสนอรายละเอียดได้แตกต่างจากผู้อื่น และถูกต้องครบถ้วน

Mendoza (2009: 25-27) กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดได้อย่างรวดเร็วที่มีปริมาณของจำนวนคำตอบที่มากและเป็นไปได้

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นการคิดได้หลากหลายแนวทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา โดยความคิดนั้นมีสถิติการซ้ำกับความคิดของคนอื่นน้อย

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดที่มีรายละเอียดของขั้นตอนทั้งหมด เป็นความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์แบบในการคิด

Torrance (1965 อ้างถึงในอัมพร ม้าคนอง, 2553: 64 - 65) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การคิดคล่อง (Fluency) เป็นการคิดได้หลายคำตอบในประเด็นหรือปัญหาเดียวกัน แต่ละคำตอบมีที่มาแตกต่างกัน ทำให้ได้คำตอบที่หลากหลาย

2. การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดได้หลากหลายวิธี หลากหลายแนวทาง โดยมีวิธีการปรับวิธีคิดหรือขั้นตอนการทำงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้ได้กลุ่มความคิดที่หลากหลาย

3. การคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ที่ไม่เคยมีใครคิดมาก่อน อาจใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการประยุกต์สิ่งใหม่ ให้มีความแปลกใหม่และมีประโยชน์มากกว่าเดิม

4. การคิดละเอียดลออ (Delicacy) เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างลึกซึ้ง และคิดในรายละเอียดปลีกย่อยอย่างรอบคอบ

วิภาพร สุทธิอัมพร (2555: 8) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การคิดหลากหลาย เป็นการคิดที่ได้จำนวนคำตอบหรือลักษณะการนำเสนอแนวคิดที่ตอบสนองต่อปัญหาทั้งที่ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง หรือกำลังดำเนินไปในแนวทางที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้ดำเนินการไปจนได้คำตอบที่เสร็จสมบูรณ์

2. การคิดคล่อง เป็นการคิดที่ได้จำนวนคำตอบหรือลักษณะการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนที่ตอบสนองต่อปัญหาที่ถูกต้อง

3. การคิดยืดหยุ่น เป็นการคิดที่ได้จำนวนกลุ่มหรือประเภทของคำตอบหรือแนวคิดของนักเรียนที่ตอบสนองต่อปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้สรุปการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์				การสังเคราะห์
Burns (1995: 25-39) & Rawlison (2005: 15-16)	Mendoza (2009: 25-27)	Torrance (1965 อ้างถึงในอัมพร ม้าคอง, 2553: 64 - 65)	วิภาพร สุทธิอัมพร (2555: 8)	องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์
1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและหลายคำตอบ	1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดได้อย่างรวดเร็วที่มีปริมาณของจำนวนคำตอบที่มากและเป็นไปได้	1. การคิดคล่อง (Fluency) เป็นการคิดได้หลายคำตอบในประเด็นหรือปัญหาเดียวกัน แต่ละคำตอบมีที่มาแตกต่างกันทำให้ได้คำตอบที่หลากหลาย	1. การคิดหลากหลาย เป็น การคิดที่ได้จำนวนคำตอบที่ตอบสนองต่อปัญหาทั้งที่ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง หรือกำลังดำเนินไปในแนวทางที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้นำการไปจนได้ คำตอบที่เสร็จสมบูรณ์ 2. การคิดคล่อง เป็นการคิดที่ได้จำนวนคำตอบ ตอบสนอง ต่อปัญหาที่ถูกต้อง	1. การคิดคล่อง (Fluency)เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในประเด็นหรือสถานการณ์ปัญหาเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว มีหลายคำตอบที่เป็นไปได้ โดยไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก ภายในเวลาที่กำหนด

ตารางที่ 1 สรุปการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์				การสังเคราะห์ องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์
Burns (1995: 25-39) & Rawlison (2005: 15-16)	Mendoza (2009: 25-27)	Torrance (1965 อ้างถึงในอัมพร ม้าคนอง, 2553: 64 - 65)	วิภาพร สุทธิอัมพร (2555: 8)	
2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความ คิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างหลายทิศทางหรือ หลายประเภท	2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility)เป็นการคิดได้ หลากหลายแนวทาง	2. การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดได้ หลากหลายวิธี หลากหลาย แนวทาง โดยมีวิธีการปรับวิธี คิดหรือขั้นตอนการทำงานให้ สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือ สถานการณ์ที่กำหนด ทำให้ ได้กลุ่มความคิดที่หลากหลาย	3. การคิดยืดหยุ่น เป็นการ คิดที่ได้จำนวนกลุ่มหรือ ประเภทของคำตอบหรือ แนวคิดของนักเรียนที่ ตอบสนองต่อปัญหา	2. การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิด เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มี หลากหลายวิธีการหรือแนว ทางการคิดซึ่งได้สอดคล้องกับ เงื่อนไขหรือสถานการณ์ ปัญหาที่กำหนด จึงเกิดกลุ่ม แนวคิดที่แตกต่างหลาย ประเภท

ตารางที่ 1 สรุปการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์				การสังเคราะห์ องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์
Burns (1995: 25-39) & Rawlison (2005: 15-16)	Mendoza (2009: 25-27)	Torrance (1965 อ้างถึงในอัมพร ม้าคนอง, 2553: 64 - 65)	วิภาพร สุทธิอัมพร (2555: 8)	
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดง ความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง	3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่ แปลกใหม่ แตกต่างจาก ความคิดธรรมดา โดย ความคิดนั้นมีสถิติการซ้ำกับ ความคิดของคนอื่นน้อย	3. การคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดที่แปลกใหม่ ที่แตกต่างจากเดิมที่ไม่เคยมี ใครคิดมาก่อน อาจใช้ความรู้ เดิมเป็นพื้นฐาน ให้มีความ แปลกใหม่กว่าเดิม		3. การคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม โดยมีวิธีการ หรือแนวทางการคิดที่ซ้ำกับ ความคิดของคนอื่นน้อยที่สุด
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยาย ขอบเขตของความคิดทาง คณิตศาสตร์ให้ละเอียด และน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติม รายละเอียดของความคิดให้ ชัดเจนยิ่งขึ้น	4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดที่ มีรายละเอียดของขั้นตอน ทั้งหมดเป็นความคิดเพื่อให้ เกิดความสมบูรณ์แบบ ในการคิด	4. การคิดละเอียดลออ (Delicacy) เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างลึกซึ้ง และคิดใน รายละเอียดปลีกย่อยอย่าง รอบคอบ		4. การคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิด ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ ที่จัดระบบการคิดในการ วางแผนและอธิบายได้ชัดเจน กระชับ ครบถ้วน สมบูรณ์ แบบในการคิดอย่างรอบคอบ

จากตารางที่ 1 พบว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. การคิดคล่อง (Fluency) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในประเด็นหรือสถานการณ์ปัญหาเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว มีหลายคำตอบที่เป็นไปได้ โดยไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก ภายในเวลาที่กำหนด

2. การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีหลากหลายวิธีการหรือแนวทางการคิด ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด จึงเกิดกลุ่มแนวคิดที่แตกต่างหลายประเภท

3. การคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม โดยมีวิธีการหรือแนวทางการคิดที่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นน้อยมากที่สุด

4. การคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จัดระบบการคิดในการวางแผนและอธิบายได้ชัดเจน กระชับ ครบถ้วน สมบูรณ์แบบในการคิดอย่างรอบคอบ

1.4 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์

กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างมีขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ที่มีหลากหลายแนวคิด ซึ่งในแต่ละแนวคิดหรือทฤษฎีก็จะมีลำดับขั้นตอนที่แตกต่างกัน แต่โดยหลักการแล้วสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ ดังนี้ (อุบลวรรณ ภวานันท์, 2556: 361 – 378)

1. ทฤษฎีปัญญานิยมของ Guilford โดยมีความเชื่อว่าเมื่อมีข้อมูลผ่านเข้ามาสู่การรับรู้สมองจะสร้างกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเป็นระบบและตัดสินใจเลือกผลทางการตอบสนองที่เหมาะสม โดยให้ความสำคัญกับกระบวนการทำงานของสมองเป็นหลัก ทั้งนี้กระบวนการคิด (Operations) เป็นกระบวนการคิดต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วย 5 ชนิดดังนี้

1.1 การรู้คิด และปัญญา (Cognition) เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการรู้จักและเข้าใจสิ่งต่าง ๆ

1.2 ความจำ (Memory) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.2.1 การบันทึกความจำ เป็นการจำชั่วขณะเพื่อใช้งานในขณะนั้น โดยไม่เก็บเนื้อหาสาระไว้นาน

1.2.2 การเก็บในการจำ เป็นความสามารถสะสมเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่รับรู้ได้นานและระลึกออกมาได้ เช่น จงบอกเบอร์โทรศัพท์ของบ้านเพื่อนสนิท

1.3 การคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายแง่หลายมุม มีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งบุคคลจะใช้ในการแก้ปัญหา

เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ๆ และสามารถประยุกต์ใช้กับงานหลายๆชนิด อันนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ ซึ่งการคิดแบบอนกนัยนี้ถือเป็นความคิดสร้างสรรค์

1.4 การคิดแบบเอกนัย (Divergent Thinking) เป็นความสามารถในการสรุปข้อมูลที่ดีที่สุด และถูกต้องที่สุดจากข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่ การสรุป หรือตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีที่สุด หรือคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เป็นการช่วยหาคำตอบโดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคิดแบบอนกนัยมาทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่เป็นรูปเป็นร่าง

1.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ และหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อสรุปว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะที่เหมาะสมสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance โดยมีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึกรู้สึกหรือการเห็นปัญหาจนถึงการเผยแพร่ผลผลิตที่ได้รับ ทั้งนี้กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact – finding) เป็นขั้นที่เริ่มตั้งแต่เกิดความกังวล มีความสับสนวุ่นวายเกิดขึ้น แต่ยังไม่สามารถหาได้ว่าเกิดจากอะไรหรือสิ่งที่ทำให้เกิดความเครียดคืออะไร

2.2 การค้นพบปัญหา (Problem – finding) เป็นขั้นที่ได้พิจารณารอบคอบแล้ว จึงเข้าใจและสรุปว่าความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวาย นั้นเกิดจากปัญหาหรือสิ่งใด

2.3 การตั้งสมมติฐาน (Idea – finding) เป็นขั้นที่เมื่อคิดจนเข้าใจ สามารถบอกได้ว่าปัญหาหรือความต้องการหรือเป้าหมายคืออะไร ก็จะพยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

2.4 การค้นพบคำตอบ (Solution – finding) เป็นขั้นตอนการพบคำตอบที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานในขั้นตอนที่ 3

2.5 การยอมรับผลการค้นพบ (Acceptance - finding) เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาหรือต้องทำอะไรที่จะบรรลุความสำเร็จ และจากจุดนี้ ทำให้ได้ผลที่เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปที่เรียกว่าการทำทลายใหม่

3. ทฤษฎีของ Wallace และ Kogan Theory โดยมีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากกระบวนการของการคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยการลองผิดลองถูก ทั้งนี้กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ผู้คิดจะพิจารณาตัวปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการอย่างละเอียดถี่ถ้วนและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการหาคำตอบไว้ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือแนวทางที่ถูกต้อง หรือข้อมูลระบุปัญหาสรุปข้อมูลที่เป็นความจริง

3.2 ขั้นครุ่นคิดหรือฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความวุ่นวายข้อมูลต่าง ๆ ทั้งใหม่และเก่าสะเปะสะปะ ปราศจากความเป็นระเบียบเรียบร้อยไม่สามารถรวม ซึ่งผู้คิดพิจารณาและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่รบกวนมา ความก้าวหน้าในการแก้ไขหรือค้นพบยังไม่ชัดเจน

3.3 ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนนั้นได้ผ่านการเรียบเรียงและเชื่อมโยงกับความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้กระจ่างชัดและสามารถเห็นภาพความคิด ซึ่งบางครั้งก็เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว บางครั้งก็ใช้เวลานาน

3.4 ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นสุดท้ายของการคิดสร้างสรรค์ที่ได้รับความคิด 3 ขั้นข้างต้น เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นความคิดที่เป็นจริงได้ถูกต้องหรือไม่

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์

กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์	ทฤษฎีปัญญานิยมของ Guilford	ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance	ทฤษฎีของ Wallace & Kogan Theory
1	การรู้คิด เป็นความสามารถในการตีความเมื่อเห็นสิ่งเร้า	การหาข้อเท็จจริง เป็นการเกิดความรู้สึกสับสนแต่ยังระบุปัญหาไม่ได้	การเตรียม เป็นการเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2	การจำ เป็นการย้อนระลึกได้ถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บสะสมไว้	การค้นพบปัญหา เป็นการพิจารณาจนระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร	การครุ่นคิดหรือฟักตัว เป็นการสับสนยังแก้ปัญหไม่ได้จึงปล่อยทิ้งเอาไว้ แต่ในจิตใต้สำนึกยังคิดอยู่
3	การคิดแบบอเนกนัย เป็นความสามารถในการคิดตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายแง่มุม	การค้นพบแนวคิด เป็นการตั้งสมมติฐานและรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน	การคิดกระจ่างชัด เป็นการเรียบเรียงข้อมูลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์เข้าด้วยกัน

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ (ต่อ)

กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์	ทฤษฎีปัญญานิยมของ Guilford	ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance	ทฤษฎีของ Wallace & Kogan Theory
4	การคิดแบบเอกนัย เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดเพียงคำตอบเดียว	การค้นพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน	การทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง เป็นการพิสูจน์ให้เห็นว่าสิ่งที่คิดได้เป็นจริงและถูกต้อง
5	การประเมินค่า เป็นการคิดเชิงสรุปคุณค่าโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสม	การยอมรับผลการค้นพบ เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้ว	

จากตารางที่ 2 พบว่ากระบวนการของความคิดสร้างสรรค์นั้นจะเป็นกระบวนการทำงานของสมอง เมื่อมีการรับข้อมูลจากสิ่งเร้าก็จะเกิดความรู้สึก และผ่านเข้ามาสู่การรับรู้ทางสมอง ดังนั้นสมองจะสร้างกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นระบบและตัดสินใจเลือก ซึ่งผลทางการตอบสนองนั้นต้องมีความเหมาะสมและเกิดการยอมรับในผลการค้นพบ

1.5 แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีความแตกต่างกันไปตามแนวคิดหรือมุมมองในกระบวนการและโครงสร้างของความคิดสร้างสรรค์ ในงานนี้ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวคิดของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้ (อุบลวรรณ ภาวานันท์, 2556: 379 – 382)

1. แนวคิดของ Alex Faickney Osborn กล่าวถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่เรียกว่า “การระดมสมอง (Brain Storming)” เป็นกระบวนการที่ใช้กับกลุ่มไม่เกิน 10 คน โดยมีหลักปฏิบัติ ดังนี้

1.1 ประวิงการตัดสินใจ รับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น ๆ นั่นคือเมื่อคนใดในกลุ่มเสนอความคิดเห็นขึ้นมาจะไม่มีการวิจารณ์หรือตัดสินความคิดไม่ว่าจะเป็นความคิดที่มีคุณภาพหรือประโยชน์น้อยก็ตาม

1.2 ให้อิสระทางความคิด ยอมรับความคิดที่แต่ละบุคคลในกลุ่มเสนอขึ้นมา สนับสนุนความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดเดิม มีสาระ และมีประโยชน์

1.3 ส่งเสริมปริมาณความคิดที่ยังมีจำนวนมากก็ยังทำให้ฐานข้อมูลความคิด มีมากขึ้นตามไปด้วย

1.4 ประมวลความคิดและปรุงแต่งความคิด โดยการพิจารณาตัดสินร่วมกัน ภายในกลุ่ม รวบรวมความคิดที่ได้มีการเสนอไว้แล้วมาจัดเรียงลำดับความคิดตามคุณค่าของความคิดเห็นภายใต้ข้อจำกัดของความคิดนั้น เพื่อให้ได้ข้อสรุปออกมา

2. แนวคิดของว William J.J. Gordon กล่าวถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้พัฒนาวิธีการ “ซินเนติก (Synectic)” เป็นการเชื่อมโยงเข้าด้วยกันของสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกัน โดยการสร้างความคุ้นเคยกับสิ่งที่แปลกและความแปลกใหม่ที่คุ้นเคย โดยใช้กลุ่มเพื่อช่วยผู้เรียน พัฒนาการตอบสนองที่สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา เก็บข้อมูลใหม่ สร้างแนวการเขียนและสำรวจ ปัญหาทางสังคมหรือกฎเกณฑ์ โดยมีหลักปฏิบัติ ดังนี้

2.1 การอุปมาตนเอง (Personal analogy) เป็นการคิดที่ใส่ตัวเองลงไปกับ สถานการณ์ที่ต้องการแก้ไขหรือสร้างสรรค์ เช่น เมื่อเกิดปัญหาที่ใส่ตัวเองลงไปเป็นปัญหานั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการช่วยเหลือผู้ประสบภัยก็ให้สมมติว่าตนเป็นเหยื่อของภัยพิบัตินั้น แล้วจะทราบ ว่าต้องการอะไรบ้าง

2.2 การอุปมาโดยตรง (Direct analogy) การกระตุ้นให้ตัวเองค้นหาการ แก้ปัญหา ที่คนอื่นกำลังประสบอยู่ การได้เห็นวิธีแก้ปัญหาของคนอื่นอาจช่วยให้เราคิดวิธีแก้ปัญหา ของตนเองได้หรือผลงานการสร้างสรรค์ของคนอื่น ๆ

2.3 การอุปมาสัญลักษณ์ (Symbolic analogy) การใช้จินตนาการหรือ สัญลักษณ์แทนสิ่งที่ไม่มีความหมาย เช่น การ์ตูน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

2.4 การอุปมาความฝันเพื่อง (Fantasy analogy) การคิดจินตนาการให้ ก้าวไกลหลุดจากโลกของความเป็นจริง อาจกระตุ้นให้ถูกวิธีแก้ปัญหาได้ เช่น การล่องหน การแปลง ร่าง

3. แนวคิดของ Jerome Kagan & Julius Segal กล่าวถึงการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาหรือกระตุ้นให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้สอน ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยมีหลักปฏิบัติ ดังนี้

3.1 ผ่อนคลายจากการควบคุม (Relax the controls) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการ คิดสร้างสรรค์ของเด็กหลายประการ เช่นการควบคุมกิจกรรมมากเกินไป การให้คำสั่ง การเลี้ยงดูแบบ ใช้อำนาจ สิ่งเหล่านี้ทำให้เด็กขาดความมั่นใจไม่กล้าคิดหรือตัดสินใจด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ

ในการปลูกสร้างความคิดสร้างสรรค์ พ่อแม่หรือครูควรเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้เด็กได้คิดและทำด้วยตนเอง ความใส่ใจ และการให้กำลังใจเป็นสิ่งมีค่าที่ผู้เกี่ยวข้องกับเด็กควรตระหนัก

3.2 มีแรงบันดาลใจที่จะเพียรพยายาม (Inspire perseverance) บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะมีลักษณะคล้ายกับผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ คือความอดทน ที่จะมุ่งสู่เป้าหมาย มีแรงกระตุ้นที่สม่ำเสมอ ไม่ละเลิกกลางคัน กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ที่สำคัญคือความมุ่งมั่นทางความคิดและความมั่นคงในการเผชิญอุปสรรคที่มีความยาก

3.3 สร้างแนวคิดและกิจกรรมที่แตกต่างจากเดิม (Making room for “Offbeat” ideas and activities) โดยทั่วไปแนวคิดของผู้มีความคิดสร้างสรรค์มักจะแปลกหรือเป็นสิ่งใหม่ ดังนั้นการหาช่วงเวลาหรือโอกาสที่เหมาะสมในการที่จะคิดหรือทำกิจกรรมดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงพอใจกับการแสวงหาวิธีการใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำกับสิ่งที่ผ่านมา โดยเฉพาะอาจเป็นมุมมองที่ไม่เหมือนใคร ซึ่งบางครั้งแฝงไว้ด้วยอารมณ์ขันของการมองโลกในแง่ดี จึงจะทำให้เกิดผลิตผลหรือสิ่งประดิษฐ์ที่น่าสนใจ พ่อแม่ ครูควรใส่ใจในเรื่องนี้

3.4 ไม่กระตุ้นเด็กด้วยคำตำหนิหรือวิพากษ์แรง (Inspire the child not to be fazed by criticism) ผู้ใหญ่มากมายเข้าใจว่าคำวิจารณ์หรือตำหนิจะเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เด็กเกิดความมานะมุ่งมั่นและเอาชนะสร้างสรรค์งาน ผลกลับตรงข้าม สิ่งเหล่านี้โดยเฉพาะความคิดเห็นในเชิงลบกลับเป็นตัวยุขยั้งความคิดให้ลดน้อยลง แนวคิดที่แปลกใหม่ก็ไม่เกิดขึ้น คำวิพากษ์วิจารณ์ที่มาจากกลุ่มคนรอบข้างไม่ว่าจะเป็นเพื่อน ครู รวมทั้งพ่อแม่ ทำให้ขาดอิสระในการคิดหรือไม่มั่นใจสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือค่าของผลงานก็ต่ำ

ทั้งนี้สุคนธ์ ลินธพานนท์ และคณะ (2555: 68 - 69) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถทำได้หลายทาง ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1. จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระไม่ถูกควบคุมด้วยระเบียบวินัย โดยนักเรียนสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเองเมื่อนักเรียนมีอิสระในการคิดการตัดสินใจย่อมทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

2. ส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจตอบคำถามที่ท้าทายและแปลก ๆ ไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว อาจกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ เพื่อพิสูจน์คำตอบด้วยตนเอง

3. ส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามปลายเปิดที่มีความหมายใกล้เคียงกับชีวิตจริง มีคำตอบที่ไม่จำกัด เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มากขึ้น

4. กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นด้วยตนเอง ให้การชื่นชมกำลังใจ เพื่อผลักดันให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ

5. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง การมีจินตนาการที่แปลกใหม่กว่าผู้อื่นเป็นการแสดงออกถึงการมีความริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนางานที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อสังคม

6. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยยั่วยุให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่แปลกใหม่จากเดิม ส่งเสริมให้คิดวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ และมีความกล้าเสี่ยงทางสติปัญญา

ดังนั้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญเพราะเมื่อบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ก็จะสามารถสร้างสรรค์ตนเองและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม คือพอใจและมีชีวิตที่เป็นสุขได้จากจินตนาการที่ควบคู่กับความอดทนบากบั่นอย่างเต็มกำลังความสามารถ ทั้งนี้ก็จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จตามเป้าหมายได้ แต่หากความพยายามนั้นยังไม่เกิดผลผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ก็จะไม่ท้อถอยหรือเลิกล้มเขาจะไม่อับจนความคิดจะพยายามชวนขวยคิดดัดแปลงปรับปรุง มีความยืดหยุ่นพอที่จะปรับสถานการณ์ให้เหมาะสมในลักษณะที่เป็นไปได้มากที่สุด และเขาจะยอมรับและพอใจในสภาพนั้น เพราะฉะนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงควรได้รับการพัฒนาและถือเป็นเป้าหมายหลักที่พ่อแม่ ครู และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเด็กพึงตระหนักถึงความสำคัญ ให้ความสนใจอย่างจริงจังและสนับสนุนเป็นพิเศษเพื่อให้เด็กมีโอกาสพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาให้เกิดประโยชน์ในทางที่ถูกที่ควรได้อย่างเต็มที่

1.6 การวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มักประเมินการคิดหาวิธีที่หลากหลายและแปลกใหม่ในการแก้ปัญหาของนักเรียน จึงมีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับการวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Becker & Shimada (1997: 162) กล่าวถึงเป้าหมายของการวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความหลากหลายของแนวคำตอบของนักเรียน ซึ่งสามารถพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

1. Fluency เป็นจำนวนของคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้น มีมากน้อยเพียงใด
2. Flexibility เป็นความแตกต่างของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนได้ค้นพบมีมากน้อยเพียงใด
3. Originality เป็นระดับของความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มของนักเรียนว่าอยู่ในระดับไหน
4. Elegance เป็นระดับของการนำเสนอของแนวคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและง่ายเพียงใด

อุบลวรรณ ภาวนันท์ (2556: 400 - 401) กล่าวถึงวิธีการตรวจให้คะแนนของการประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. การคิดคล่อง (Fluency) ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบให้ได้ อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มากในเวลาจำกัด คะแนนความคล่องตัวคือคะแนนที่ได้จากการวาดภาพ หรือคำพูดที่ชัดเจน สื่อความหมายได้ในแต่ละกิจกรรม

2. การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความสามารถของบุคคลในการคิดได้หลายทิศทางหลายประเภท หลายชนิด หลายกลุ่ม และคำตอบไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น รูปสามเหลี่ยมสามารถวาดเป็นรูปอะไรได้บ้าง เมื่อได้คำตอบก็นำคำตอบมาจัดประเภท โดยให้คะแนนประเภทละ 1 คะแนน เป็นต้น

3. การคิดริเริ่ม (Originality) ความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น โดยใช้เกณฑ์ความถี่ของคำตอบที่นักเรียนตอบมากตั้งแต่ 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ให้จัดเป็นความคิดแปลกซึ่งจะได้คะแนนมากที่สุด คำตอบที่นักเรียนตอบมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์จัดเป็นความคิดธรรมดา ซึ่งจะได้คะแนนต่ำลงมา

4. การคิดละเอียดลออ (Elaboration) ความสามารถของบุคคลในการคิดในรายละเอียดที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ ทำให้ภาพชัดเจนและได้ความหมายสมบูรณ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 178) กล่าวถึงเกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3 คะแนน หมายถึง ดี	มีแนวคิดหรือวิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง
	2 คะแนน หมายถึง พอใช้	มีแนวคิดหรือวิธีการแปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ แต่ไม่สมบูรณ์
	1 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง	มีแนวคิดหรือวิธีการไม่แปลกใหม่และไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยจึงปรับเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance โดยแบ่งเป็นเกณฑ์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
การคิดคล่อง	ไม่มีคำตอบหรือได้คำตอบ 1 คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์หรือไม่สามารถคิดหาคำตอบภายในเวลาที่กำหนด	ได้คำตอบที่เหมาะสม 1 คำตอบ ภายในเวลาที่กำหนด	ได้คำตอบที่เหมาะสม 2 คำตอบ ภายในเวลาที่กำหนด	ได้คำตอบที่เหมาะสม หลายคำตอบ ภายในเวลาที่กำหนด
การคิดยืดหยุ่น	ไม่สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด หรือวิธีคิดที่ได้มายังไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด	สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบได้ สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้วิธีเดียวกัน ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มแนวคิดได้เพียง 1 กลุ่มแนวคิด	สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบได้ สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด ได้ 2 วิธี หรือมีวิธีการที่สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้ 2 กลุ่มแนวคิด	สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบได้ สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยใช้วิธีที่หลากหลาย ซึ่งสามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้หลายกลุ่ม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
การคิดริเริ่ม	ไม่สามารถคิดหาวิธีหาคำตอบที่แตกต่างจากวิธีคิดทั่วไปให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ หรือมีร่องรอยในการคิดหาวิธีหาคำตอบที่แตกต่างจากวิธีคิดทั่วไป แต่ไม่สามารถนำมาใช้หาคำตอบได้	คิดหาวิธีหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ แต่เป็นวิธีที่ค่อนข้างธรรมดา ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีนี้ตั้งแต่ 6% ขึ้นไปของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด	คิดวิธีหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ ได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีนี้ 3 - 5% ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด	คิดวิธีหาคำตอบที่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งมีนักเรียนใช้วิธีนี้ หรือ 1 - 2% ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด
การคิดละเอียดลออ	ไม่สามารถคิดหาคำตอบ จากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยจัดระบบการคิดในการวางแผน และอธิบาย ได้ไม่เป็นระบบ	คิดหาคำตอบจากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยจัดระบบการคิดในการวางแผน และอธิบายได้ ค่อนข้างเป็นระบบ ซึ่งอธิบายวิธีคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้บ้างเล็กน้อย แต่ยังไม่ชัดเจนในบางประเด็น	คิดหาคำตอบจากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยจัดระบบการคิดในการวางแผน และอธิบาย ได้เป็นระบบ ซึ่งอธิบายวิธีคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมและชัดเจน	คิดหาคำตอบจากเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยจัดระบบการคิดในการวางแผน และอธิบาย ได้เป็นระบบ ซึ่งอธิบายวิธีคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมชัดเจน กระชับถ้วนถี่และวิธีนั้น ๆ ใช้การได้เป็นอย่างดี

2. แนวคิดที่เกี่ยวกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ (Attitude Toward Mathematics) โดยเป็นความรู้สึก ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Benjamin S. Boom, 1971: 685) เช่นเดียวกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 169) ที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ซึ่งกล่าวว่า เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าวิชาคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับชัยวัฒน์ อัยปาอาจ (2552: 61) ได้กล่าวถึง เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อคณิตศาสตร์ภายหลังจากเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วบุคคลจะนำประสบการณ์จากการเรียนมาตัดสินใจว่าชอบหรือไม่ชอบ พึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ แล้วแสดงพฤติกรรมในทางบวกหรือทางลบ โดยการตั้งใจเรียนหรือหลีกเลี่ยงจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ทั้งนี้ ดุจเดือน พันธุนาวิณ และคณะ (2547: 47) กล่าวว่า เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์เป็นปริมาณการเห็นประโยชน์และโทษในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้สึกพอใจและไม่พอใจกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ตนกำลังเรียน ซึ่งพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามความรู้สึกนึกคิดของตนสอดคล้องกับวัชรสันต์ อินธิสาร (2547: 43) กล่าวว่า เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์เป็นสภาพความพร้อมทางจิตใจหรือความรู้สึกของบุคคลที่เกิดจากความคิดหรือประสบการณ์ที่มีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งจะตอบสนองในทางบวกหรือลบต่อความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ รวมทั้งนภสร เรือนโรจน์รุ่ง (2558: 21-22) ได้กล่าวว่า เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกในทางบวก หรือทางลบของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ โดยระดับประถมศึกษา นักเรียนจะมีพฤติกรรมบ่งชี้ในลักษณะของความตั้งใจและความกระตือรือร้นที่จะเรียนคณิตศาสตร์ ความพอใจที่จะเรียนหรือทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ รวมทั้งความต้องการเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความรู้สึกมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ (Attitude Toward Mathematics) ได้ว่า เป็นแนวโน้มทางด้านจิตใจของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างหรือหลังที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกหรืออารมณ์ในทางบวกหรือลบต่อความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์

2.2 องค์ประกอบของเจตคติ

เจตคติเป็นคุณลักษณะที่นักเรียนจะได้รับการพัฒนา โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ในลักษณะของความสนใจ ใฝ่รู้ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ โดยมีความรับผิดชอบ ความเพียรพยายาม ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมถึงความละเอียดรอบคอบในการทำงาน ทั้งนี้มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเจตคติไว้ดังนี้

Triandis (1971: 3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้หรือความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า โดยเป็นเหตุผลในการสรุปรวมเป็นความเชื่อเพื่อประเมินผลในสิ่งเร้านั้น ๆ

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component) จัดเป็นองค์ประกอบทางด้านอารมณ์หรือความรู้สึก ซึ่งจะเป็นตัวเร้า "ความคิด" อีกต่อหนึ่ง ถ้าบุคคลมีภาวะความรู้สึกที่ดีหรือไม่ดี ขณะที่คิดสิ่งใดสิ่งหนึ่งแสดงว่าบุคคลนั้นมีความรู้สึกในด้านบวกหรือลบ

3. องค์ประกอบทางด้านปฏิบัติ (Behavioral Component) คือ ความพร้อมหรือความโน้มเอียงเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่สนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้ที่ได้รับจากการประเมิน

วิไลวรรณ ศรีสงคราม และคณะ (2549) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการรู้ การคิด ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นความรู้ความเข้าใจที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้า

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก (Affective Component) เป็นความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเร้าตามประสบการณ์ที่ได้รับมาทั้งทางบวกและทางลบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย โดยองค์ประกอบด้านอารมณ์และความรู้สึกนี้ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด

3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับแนวโน้มของการกระทำหรือพฤติกรรม (Action Tendency Component หรือ Behavioral Component) เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้สอดคล้องกับความรู้สึกของบุคคล

จงกลรัตน์ อัจฉัตรุ (2544: 28) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Component) ได้แก่ความเชื่อหรือแนวคิด (Concept) หรือการรับรู้ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไปซึ่งอาจจะเป็นไปในแง่ดีละแ่มไม่ตีก็ได้

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นส่วนประกอบด้านอารมณ์ ความรู้สึกที่จะเป็นเร้าความคิดหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้ว โดยสรุปเป็นความเห็นในรูปของการประเมินผลว่า สิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือดีหรือเลว และความรู้สึกนี้อาจจะแสดงออกโดยสีหน้าท่าทีเขาคิดถึงสิ่งนั้น เช่น โกรธ เกียด รัก ชอบ เป็นต้น

3. องค์ประกอบทางด้านปฏิบัติ (Behavior Component) เมื่อบุคคลมีความรู้เชิงประมาณค่าและมีความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้นแล้วผลที่จะเกิดติดตามมาคือ การปฏิบัติเพื่อให้

สอดคล้องกับความรู้สึกของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ ในทิศทางสนับสนุนคล้อยตามหรือขัดแย้งความรู้สึกนั้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเจตคติที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้นนั้นในแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวได้ว่าบุคคลจะมีการรู้คิด ความเข้าใจ ความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลนั้นมีการปฏิบัติเพื่อให้สอดคล้องกับความรู้สึกของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ ในทิศทางสนับสนุนคล้อยตามหรือขัดแย้งความรู้สึกนั้น ดังนั้นองค์ประกอบของเจตคติในการวิจัยครั้งนี้เป็นการแสดงออกของเจตคติด้านความรู้สึก (Affective Component) ซึ่งเป็นส่วนประกอบด้านอารมณ์หรือความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเร้าตามประสบการณ์ที่ได้รับมาทั้งทางบวกและทางลบ ในขณะที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 การวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนสอดคล้องกับคุณภาพของนักเรียนที่ระบุไว้ในหลักสูตร ช่วยให้ได้ข้อมูลย้อนกลับที่นำไปใช้เพื่อการประเมินหลักสูตรของสถานศึกษา กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลต่อไป จึงมีนักการศึกษาที่ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับการวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 154-155) ได้เสนอวิธีวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การให้นักเรียนออกมากล่าวแสดงความรู้สึกที่มีต่อการเรียนหรือการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. การซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนหรือการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
3. การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์
4. การให้นักเรียนเติมข้อความเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อคณิตศาสตร์
5. การให้นักเรียนเขียนบรรยายความรู้ของตนเองที่มีต่อคณิตศาสตร์
6. การให้ทำแบบรายงานตนเองจาก
 - 6.1 แบบสำรวจความเห็นของนักเรียน
 - 6.2 แบบสำรวจความรู้สึกและความเห็นของนักเรียนที่มีต่อข้อความเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
7. การใช้มาตราการวัดระดับเรียงอันดับ
8. การใช้มาตราวัดของ Likert's Five Rating Scale
9. การสร้างสถานการณ์วัดแบบเลือกตอบ

ที่กล่าวมาทั้ง 9 ข้อนั้นต้องคำนึงถึงหลักการเขียนข้อความวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่อ้างถึงอดีตหรือที่ผ่านมา เช่น ฉันเคยชอบเรียนคณิตศาสตร์
2. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นจริง หรือความสามารถ ที่ความได้ว่าเป็นจริงหรือเท็จ เช่น คณิตศาสตร์มีแต่ตัวเลข
3. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่อาจแสดงความเห็นหรือไม่เกี่ยวกับประเด็น พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่กำกวม
4. แต่ละข้อความต้องแสดงความเห็นเดียวที่สมบูรณ์ในตัวเอง พยายามเลือกข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง หลีกเลี่ยงคำที่กว้าง ๆ
5. หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในรูปประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ เพราะจะทำให้ผู้ตอบเกิดความหลงผิดได้

ซึ่งหลักการเขียนข้อความวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ข้างต้นยังสอดคล้องกับหลักการวัดเจตคติของ ไพศาล หวังพานิช (2546: 147-148) กล่าวคือ เป็นการวัดคุณลักษณะภายในของบุคคล เกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้สึก หรือลักษณะทางจิตใจ สามารถวัดได้โดยอาศัยหลักการที่สำคัญดังนี้

1. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption) เกี่ยวกับการวัดเจตคติ คือ
 - 1.1 ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือเจตคติของบุคคลจะคงที่อยู่ช่วงหนึ่ง กล่าวคือ ความรู้สึกของคนเราจะไม่ผันแปรตลอดเวลาอย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาที่ความรู้สึกของคนเราคงที่จึงทำให้สามารถวัดได้
 - 1.2 เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง การวัดจึงเน้นการวัดทางอ้อม โดยวัดแนวโน้มที่บุคคลแสดงออกหรือประพฤติอยู่เสมอ
 - 1.3 เจตคตินอกจากจะแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึกนึกคิด เช่นการสนับสนุนหรือคัดค้านแล้ว ยังมีขนาดหรือปริมาณของความรู้สึกนึกคิดนั้นอีกด้วย
2. การวัดเจตคติด้วยวิธีใดก็ตามจะต้องมีสิ่งประกอบ 3 อย่าง คือ ตัวบุคคลที่จะถูกวัดมีสิ่งเร้า เช่น การกระทำ เรื่องราวที่จะแสดงเจตคติตอบสนองและการตอบสนอง ซึ่งจะออกมาในระดับสูง-ต่ำ หรือมาก-น้อย
3. สิ่งเร้าที่นิยมนำไปใช้เร้า คือข้อความเจตคติ (Attitude Statement) ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายคุณค่า คุณลักษณะของสิ่งนั้น เพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก (Attitude Continuum หรือ Scale) เช่น มาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

4. การวัดเจตคติต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) ของการวัดเป็นพิเศษจะต้องให้ผลของการวัดที่ได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคลทั้งในรูปทิศทางและระดับ

ทั้งนี้พิชิต ฤทธิจรูญ (2552: 224-225) ได้เสนอวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของ Likert's Five Rating Scale ดังนี้

โดยกำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ ระดับที่ 5 หมายถึงมากที่สุด ระดับที่ 4 หมายถึง มาก ระดับที่ 3 หมายถึง ปานกลาง ระดับที่ 2 หมายถึง น้อย ระดับที่ 1 หมายถึงน้อยที่สุด

กำหนดการให้คะแนนของการตอบแต่ละข้อตัวเลือก โดยทั่วไปจะกำหนดคะแนนข้อความทางบวกเป็น 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) และข้อความทางลบเป็น 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4)

ข้อความที่บรรจุลงในมาตราการวัด ประกอบด้วย ข้อความแสดงความรู้สึกทางบวกและทางลบ โดยทั่วไปมีจำนวนข้อความตั้งแต่ 20 ข้อขึ้นไป การกำหนดน้ำหนักคะแนนตอบแต่ละข้อตัวเลือก กระทำต่อเมื่อได้รวบรวมข้อมูลมาแล้ว โดยกำหนดตามวิธีกำหนดค่าคะแนน ซึ่งนิยมใช้กันมากมีขั้นตอน ดังนี้

1. พิจารณาว่าจะต้องการจะวัดเจตคติของใครที่มีต่อใครและให้ความหมายของสิ่งที่จะวัดให้แน่นอน

2. เมื่อตีความหมายของสิ่งที่จะวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละหัวข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้น ข้อความนี้อาจเขียนขึ้นเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ เช่น ผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่าง ๆ เป็นต้น แต่จะต้องมีลักษณะ ดังนี้

2.1 ต้องเป็นข้อความที่เขียนในแง่ความรู้สึก ความเชื่อ หรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ใช่ข้อเท็จจริง

2.2 ข้อความที่บรรจุลงในสเกล จะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นบวกและเป็นลบคละกัน หลีกเลี่ยงการใช้คำคุณศัพท์หรือกิริยาวิเศษณ์ เช่น เสมอ บ่อย ๆ ทั้งหมด เป็นต้น

2.3 ข้อความแต่ละข้อความจะต้องสั้น เข้าใจง่าย และชัดเจน ไม่กำกวม จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นในครั้งแรกควรมีประมาณ 30 ข้อความขึ้นไป เพราะจะต้องเลือกข้อความให้เหลือประมาณ 20-25 ข้อความในแต่ละเรื่องที่จะวัด

3. เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วบรรจุลงในสเกล โดยให้ตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. นำข้อความที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบโดยพิจารณาด้านคุณลักษณะ และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตลอดจนตอบกลับข้อความว่าสอดคล้องกันเพียงใด

5. ตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของมาตรการวัดเจตคติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีวัดและประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์และวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของ Likert's Five Rating Scale ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสอดคล้องว่ามีความสัมพันธ์กับกรอบแนวคิดของ Hannula, M.S. (2002 อ้างถึงในเจริญ ราคาแก้ว, 2551: 37 - 38) เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งแยกเป็น 4 ด้านการประเมินที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Situational emotions) เป็นอารมณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยรวมทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นความพอใจ เบื่อหน่าย อึดอัด ภูมิใจ กระตือรือร้น สนุกสนาน ตื่นเต้น เป็นต้น

2. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Associations) เป็นอารมณ์ของนักเรียนขณะที่ทำการกิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดว่ามีสิ่งเร้าอะไรบ้างที่มากกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำการกิจกรรมหรือไม่อยากทำการกิจกรรม เช่น การที่มีครูมากระตุ้นในขณะที่ทำการกิจกรรมหรือการที่มีกิจกรรมแปลกใหม่หรือการที่มีเพื่อนในกลุ่มช่วยกันทำการกิจกรรม

3. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำงานกิจกรรมคณิตศาสตร์ (Expectations) เป็นอารมณ์ของนักเรียนที่แสดงออกขณะที่ทำการกิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดว่ามีเหตุเกิดขึ้นอย่างไรถึงทำให้นักเรียนมีอารมณ์อย่างนั้นขึ้นมา เช่น เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาและสามารถทำมันได้ ฉันรู้สึกดีมาก ๆ เหตุก็คือในช่วงระหว่างที่แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกิดการติดขัดบางอย่าง นักเรียนพยายามแก้ปัญหาต่อไปเรื่อย ๆ และพอแก้ปัญหาได้ความรู้สึกรหรืออารมณ์ในช่วงนั้น เขาก็จะรู้สึกดีมาก ๆ แสดงออกโดยการยิ้มอย่างภาคภูมิใจ หรือโชว์ผลงานให้เพื่อนดู

4. อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Values) เป็นอารมณ์ของนักเรียนที่แสดงออกมาในระหว่างที่ทำการกิจกรรมที่ใช้สถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับค่านิยมส่วนบุคคลของแต่ละคนหรือการให้คุณค่าต่อสิ่งนั้นอย่างไร เช่น เวลาทำการกิจกรรมคณิตศาสตร์ ถ้าฉันทำไม่ได้ ฉันก็จะพยายามมีส่วนร่วมในการทำต่อไป ถึงแม้ว่าตัวเองจะทำได้ แต่ก็ยังพยายามแสดงความคิดเห็น ช่วยหยิบจับอุปกรณ์ หรือว่าเมื่อฉันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้ ฉันอยากให้ครูมาอธิบายชี้แนะเป็นการให้คุณค่ากับคำแนะนำ หรือการอธิบายของครู แต่บางคนอาจจะให้คุณค่าในเรื่องของการพึ่งตนเองพยายามแก้ปัญหาต่อไปเรื่อย ๆ เป็นต้น

3. แนวคิดที่เกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนจะมุ่งสนับสนุนการสร้างความรู้มากกว่าความพยายาม ในการถ่ายทอด ซึ่งคอนสตรัคติวิสต์จะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคลและสิ่งแวดล้อมจะมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามสภาพบริบทจริง จึงเป็นทฤษฎีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือทำในการสร้างความรู้ ซึ่งปรากฏแนวคิดที่แตกต่างกันเกี่ยวกับการสร้างความรู้หรือการเรียนรู้ทั้งนี้เนื่องมาจากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญ ซึ่งปรากฏจากการศึกษาของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget ชาวสวิส และ Lev Vygotsky ชาวรัสเซีย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) และทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ดังมีรายละเอียด ดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559: 135 -140)

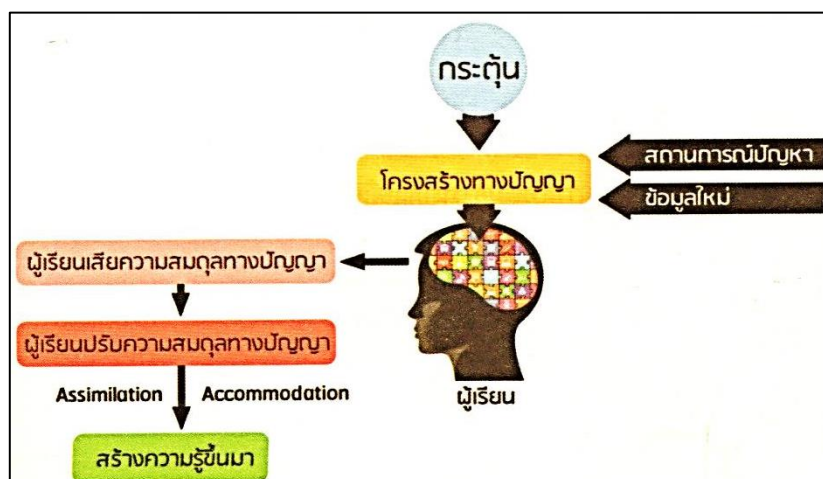
1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) อาศัยรากฐานทางปรัชญามาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการที่สามารถพิสูจน์อย่างมีเหตุผลที่เกิดจากการไตร่ตรองซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบกับรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นฐานแนวคิดนี้ นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส คือ Jean Piaget มีแนวคิดว่ามนุษย์เราต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญาหรือเรียกว่าสกีมา (Schema) เมนทอลโมเดล (Mental model) ขึ้นภายใน สกีมาเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Change) ขยาย (Enlarge) และเพิ่มความซับซ้อนขึ้นได้ โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญญา

บทบาทที่สำคัญของครูในห้องเรียนตามแนวความคิดของ Jean Piaget คือ การจัดเตรียมสิ่งแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจ ค้นหาตามธรรมชาติห้องเรียนควรเต็มสิ่งที่น่าสนใจที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มตัว โดยการขยายสกีมาผ่านทางประสบการณ์ด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการปรับตัวเข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) ระหว่างอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการดังนี้

วิธีที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) เป็นการเพิ่มหรือขยายโครงสร้างทางปัญญาจากการรับข้อมูลสารสนเทศใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความสอดคล้องกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมหรือความรู้เดิม

วิธีที่ 2 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ด้วยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาเดิมกับข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความขัดแย้งหรือแตกต่างกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมจึงจำเป็นต้องปรับเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แนวคิดของ Cognitive constructivism

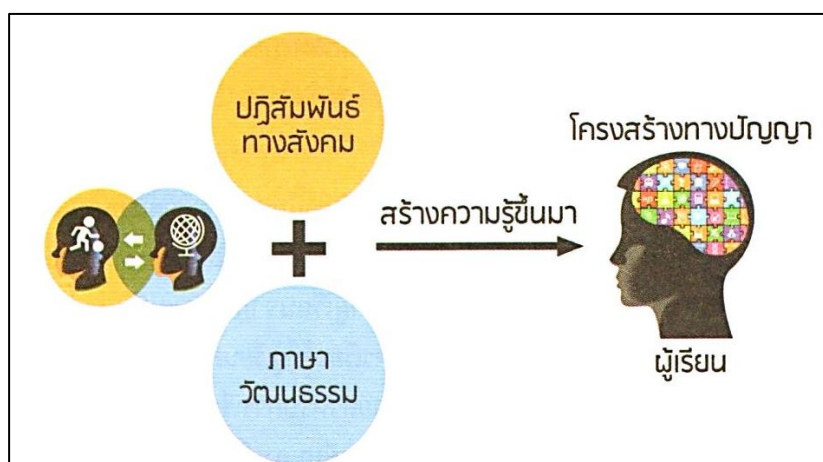
ที่มา: สุมาลี ชัยเจริญ (2554)

ดังนั้น ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีรากฐานความเชื่อมาจากพัฒนาการทางด้านพุทธิปัญญาที่ว่า ความรู้เกิดจากประสบการณ์และกระบวนการในการสร้างความรู้หรือเกิดจากการลงมือกระทำโดยที่ฝึกนักเรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางปัญญาที่เกิดขึ้นภายในด้วยตนเอง ครูไม่สามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่สามารถช่วยให้นักเรียนปรับหรือขยายโครงสร้างทางปัญญาด้วยการจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะเสียสมดุลหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดความสงสัย ซึ่งก็คือสถานะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมไม่สามารถใช้ได้หรือจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เข้าสู่สถานะสมดุลหรือปรับโครงสร้างทางปัญญาใหม่ (Restructuring) ด้วยการดูดซึม (Assimilation) หรือปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) จึงกล่าวได้ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ลงมือปฏิบัติ ประสบการณ์เดิมและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางปัญญา วิธีการนำเสนอสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญ เมื่อสารสนเทศถูกนำเข้ามาในฐานะที่เป็นสิ่งที่ช่วยแก้ปัญหาอาจจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือมากกว่าจะเป็นข้อเท็จจริงอย่างแท้จริงทั้งนี้การเรียนรู้จึงเป็นองค์รวมเน้นสภาพจริงและสิ่งที่เป็นจริง

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ของ Lev Vygotsky ชาวรัสเซีย มีแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับ Jean Piage แต่ Lev Vygotsky จะเน้นเกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ทางสังคม (Social context learning) ที่เชื่อว่าวัฒนธรรมจะเป็น

เครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาของผู้เรียน โดยเชื่อว่าผู้ใหญ่หรือผู้ที่มีความอาวุโส เช่นพ่อแม่และครู เปรียบเสมือนผู้นำเครื่องมือวัฒนธรรม รวมทั้งภาษามาสู่ผู้เรียน เครื่องมือทางวัฒนธรรมเหล่านี้ ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคม และภาษารวมถึงการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้ครูควรสร้างบริบทสำหรับการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถได้รับการส่งเสริมในกิจกรรมที่น่าสนใจ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นและเอื้ออำนวยสำหรับการเรียนรู้ที่ครูสามารถเข้ามาร่วมกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนแทนที่เข้ามาเฝ้าเด็กสำรวจและค้นพบและสร้างความรู้เท่านั้นแต่ครูควรแนะนำเมื่อนักเรียนประสบปัญหากระตุ้นให้ลงมือปฏิบัติงานกลุ่ม เช่นการคิดพิจารณาประเด็นปัญหาและสนับสนุนด้วยการกระตุ้นแนะนำนักเรียนเผชิญกับปัญหาและการเกิดความท้าทายรวมทั้งการไตร่ตรอง ซึ่งนั่นเป็นรากฐานของสถานการณ์ในชีวิตจริง (Real Life situation) ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ใคร่ครวญ และได้รับความพึงพอใจในผลของงานที่ได้ลงมือกระทำ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แนวคิดของ Social constructivism

ที่มา: สุมาลี ชัยเจริญ (2554)

ดังนั้นครูจะทำหน้าที่ในการคอยช่วยเหลือเอื้ออำนวยให้นักเรียนเกิดความเจริญทางพุทธิปัญญา (Cognitive growth) และการเรียนรู้ ซึ่งมีหลักการ 4 ประการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในระดับเรียนที่เรียกว่า “Vygotskian” ดังนี้

- 1) การเรียนรู้และพัฒนาทางด้านสังคมได้แก่กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative activity)
- 2) Zone of proximal development ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียน
- 3) การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนาจากสภาพที่เป็นจริง
- 4) การเรียนรู้ควรเชื่อมโยงทั้งประสบการณ์นอกโรงเรียนและโรงเรียนสำหรับผู้เรียน

3.2 ความหมายของวิธีการแบบเปิด

วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนที่มีสถานการณ์ปัญหาที่มีคำตอบถูกต้องหลากหลายคำตอบ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เพื่อเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการแสวงหาหรือค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Nohda: 2000 อ้างถึงในไมตรี อินประสิทธิ์: 2546) เช่นเดียวกับไมตรี อินประสิทธิ์ (2547: 4) ที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ซึ่งกล่าวว่า วิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งนักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถควบคู่กับระดับการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ และสามารถขยาย เพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นได้ เช่นเดียวกับบณกุล อินประสิทธิ์ (2552) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการที่ใช้สถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิด โดยนักเรียนมีวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำมาซึ่งการได้คำตอบที่หลากหลาย

ทั้งนี้ รอฮานี ปูตะ (2561: 13) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นการจัดกิจกรรม โดยใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ค้นหาความรู้ และลงมือปฏิบัติในทุกขั้นตอน จนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เน้นให้นักเรียนได้คิด กว้าง คิดหลากหลาย คิดสร้างสรรค์ และสามารถนำประสบการณ์ในการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ เช่นเดียวกับชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์ (2557: 23-24) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลาย เปิดกว้าง และมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ โดยเกิดจากกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน การแสดงการวิเคราะห์เพื่อการแก้ปัญหาที่หลากหลายการอภิปรายร่วมกัน เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่อิสระ มีการระดมความคิดเพื่อการแก้ปัญหาร่วมกันและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และรัชดา เขาวนเสฏฐกุล (2559: 5) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นแนวทางการสอนที่เปิดใจให้ครูเข้าใจธรรมชาติการคิดของนักเรียน สร้างความตื่นตัวให้กับครูที่ให้ความสำคัญกับแนวคิดของนักเรียน

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปความหมายของวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ได้ว่า เป็นวิธีการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนคิด ลงมือแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการคิด หรือวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคนนั้นอาจมีความหลากหลาย และมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลายคำตอบ

3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ดังนี้

Nohda (1983 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547: 4-5) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดสถานการณ์ปัญหา โดยครูเป็นผู้นำเอาสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มานำเสนอให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยนักเรียนเป็นผู้ต้องพยายามค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง อาศัยประสบการณ์เดิม ครูทำหน้าที่เพียงผู้ชี้แนะ ทั้งนี้ นักเรียนได้ร่วมอภิปรายคำตอบที่หลากหลาย เพื่อที่จะสามารถนำมารวมกันเป็นความรู้ในระดับที่สูงขึ้น

ขั้นที่ 3 การสร้างสถานการณ์ใหม่ เป็นการสร้างปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิม โดยนักเรียนต้องใช้ความพยายามที่ต้องอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะแนวทางในการแก้ปัญหา

Stigler & Hiebert (1999) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไว้ 5 ขั้นตอน ซึ่งมาจากการวิเคราะห์รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทบทวนบทเรียนที่เรียนในคาบที่ผ่านมา (Reviewing the previous lesson) โดยเป็นการบรรยายสรุปจากครูหรือเป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในประเด็นหลัก ๆ ที่ได้เรียนในคาบที่แล้ว ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 การนำเสนอปัญหา (Presenting the problem for the day) โดยปัญหาที่จะใช้ถือเป็นปัญหาที่สำคัญที่นำไปสู่ขั้นตอนทั้งหมดของกิจกรรมการสอน และปัญหานั้นมักจะเป็นปัญหาปลายเปิด

ขั้นที่ 3 การทำกิจกรรมเดี่ยวหรือกลุ่มของนักเรียน (Students working individually or in groups) โดยนักเรียนทำการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ประมาณไม่เกิน 20 จากนั้นจึงเข้าไปทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาและแสดงวิธีการคิดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา (Discussing solution methods) โดยภายในห้องจะมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนประมาณ 1 - 2 วิธีการ แล้วอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการนั้น ๆ บางครั้งครูอาจนำเสนอวิธีการของตัวเองเพื่อแลกเปลี่ยนกับนักเรียน ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการของครูบ้าง

ขั้นที่ 5 การสรุปประเด็นสำคัญ (Highlighting and summarizing the major points) โดยนักเรียนจะต้องได้รับประเด็นสำคัญจากการที่ครูบรรยายและทำการสรุปสั้น ๆ ในคาบนั้น

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554: 56 - 59) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) โดยครูนำเสนอปัญหาที่มีลักษณะปลายเปิดในชั้นเรียนให้กับนักเรียน ทั้งนี้กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา โดยใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นเพื่อให้เห็นปัญหาเป็นรูปธรรม

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning) โดยนักเรียนแต่ละคนใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ครูไม่กำหนดแนวทางการคิด แต่เน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียวมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) โดยนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในชั้นเรียนมาอภิปราย เพื่อให้นักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากแนวคิดของเพื่อน ทั้งนี้แนวคิดในการแก้ปัญหาอาจบันทึกในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึก เพื่อให้เห็นถึงแนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) โดยทำการขยาย และเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ด้วยการเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทุกคนเห็นถึงแนวคิดที่หลากหลาย แล้วครูจึงทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดนั้น ๆ

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนไว้ ผู้วิจัยจึงขอสรุปเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

Nohda (1983)	Stigler & Hiebert (1999)	ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554)
	1. การทบทวนบทเรียนที่เรียนในคาบที่ผ่านมา - การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในประเด็นหลักๆ ที่ได้เรียนในคาบที่แล้ว	

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)
(ต่อ)

Nohda (1983)	Stigler & Hiebert (1999)	ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554)
<p>1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหา</p> <p>- ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหา ลักษณะปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ มานำเสนอให้กับนักเรียน</p>	<p>2. การนำเสนอปัญหา</p> <p>- ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด</p>	<p>1. การนำเสนอปัญหาปลายเปิด</p> <p>- ครูนำเสนอปัญหาที่มีลักษณะปลายเปิดในชั้นเรียนให้กับนักเรียน</p>
<p>2. การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา</p> <p>- นักเรียนพยายามค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง อาศัยประสบการณ์เดิม ครูทำหน้าที่เพียงผู้ชี้แนะ</p> <p>- นักเรียนร่วมอภิปราย</p>	<p>3. การทำกิจกรรมเดี่ยวหรือกลุ่มของนักเรียน</p> <p>- ทำการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ประมาณไม่เกิน 20 นาที</p> <p>- ทำงานกับกลุ่มเล็ก ๆ หรือกลุ่มย่อย เพื่อแก้ปัญหาและแสดงวิธีการคิดร่วมกัน</p>	<p>2. การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน</p> <p>- ครูไม่กำหนดแนวทางการคิด แต่เน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย</p>
<p>เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่หลากหลายที่ได้มา</p>	<p>4. การอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ภายในห้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา</p>	<p>3. การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน</p> <p>- นำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนชั้นเรียนมาอภิปรายเพื่อให้นักเรียนคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสเรียนรู้จากแนวคิด</p>
<p>3. การสร้างสถานการณ์ใหม่</p> <p>- สร้างปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิม เพื่อคาดหวังแนวทางคำตอบที่มีลักษณะเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น</p>	<p>5. การสรุปประเด็นสำคัญ</p> <p>- นักเรียนได้รับประเด็นสำคัญจากการที่ครูบรรยายและทำการสรุปสั้นๆในคาบนั้น</p>	<p>4. การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน</p> <p>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดที่เกิดขึ้น</p>

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) เนื่องด้วยมีงานวิจัยที่มีผลการยืนยันว่าวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ส่งผลให้เกิด 1) กระบวนการเรียนรู้ นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 2) ด้านการคิด นักเรียนจะกลายเป็นคนชอบคิด ช่างคิด ชอบนำเสนอแนวคิดของตนเองและกลุ่ม กล้าคิดให้แตกต่างและหลากหลาย รวมถึงสามารถอยู่กับปัญหาหรือกิจกรรมการแก้ปัญหาได้นาน และ3) ด้านเจตคติ นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน นักเรียนชอบที่จะเรียน โดยมีเหตุผลว่า ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน ได้ทำกิจกรรมจากสื่อและอุปกรณ์ที่ครูให้มา จนสามารถคิดและสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning)

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison)

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas)

3.4 ปัญหาปลายเปิด

ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหามากกว่าการพิจารณาเพียงแค่ว่าคำตอบ ทั้งนี้มีนักการศึกษาได้แบ่งชนิดของปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

Becker & Shimada (1997: 23) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิด เป็น 3 ชนิด ดังนี้

ชนิดที่ 1 การหาความสัมพันธ์ โดยเป็นปัญหาที่นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

ชนิดที่ 2 การจำแนก โดยเป็นปัญหาที่นักเรียนได้จำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ตามลักษณะที่แตกต่างกัน โดยใช้เกณฑ์ของนักเรียนที่นำไปสู่การสร้างมโนคติทางคณิตศาสตร์

ชนิดที่ 3 การวัด โดยเป็นปัญหาที่นักเรียนกำหนดการวัดเชิงตัวเลขให้กับกิจกรรมซึ่งมักเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงหลายอย่างของการคิดทางคณิตศาสตร์ คาดคิดว่านักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้มาก่อนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

และ Nohda (1983 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547: 6 - 8) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิด เป็น 3 ชนิด ดังนี้

ชนิดที่ 1 กระบวนการเปิด (Process is open) โดยเป็นปัญหาที่มีการระบุคำถามเพื่อให้นักเรียนได้พยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลาย ทั้งนี้แนวทางการหาคำตอบที่

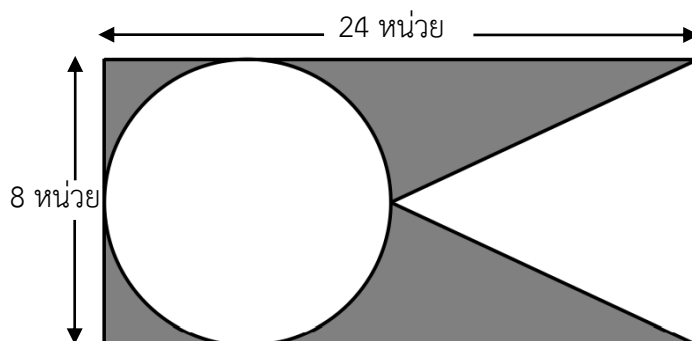
หลากหลายนั้น ทำให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมไปได้ด้วยความสามารถและความสนใจ โดยจะต้องอาศัยการอภิปรายกลุ่มจะทำให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีกว่าเดิม

ชนิดที่ 2 ผลลัพธ์การเปิด (End product are open) โดยเป็นคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย

ชนิดที่ 3 แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Way to develop are open) โดยนักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม นักเรียนสามารถสนุกสนานกับการตั้งปัญหาด้วยตนเอง เปรียบเทียบ อภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหากับเพื่อนร่วมชั้น

ดังนั้นปัญหาที่สร้างขึ้นตามแนวคิดต่าง ๆ มุ่งพัฒนามโนคติใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์ในคาบนั้น ๆ อัมพร ม้าคนอง (2553: 182 – 183) จึงได้ให้ตัวอย่างปัญหาปลายเปิดที่ใช้ประเมินความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จากรูปต่อไปนี้ จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงาเท่ากับกี่ตารางหน่วย



ภาพที่ 4 การหาพื้นที่แรเงา

ในการแก้ปัญหานี้ นักเรียนอาจใช้วิธีการที่แตกต่างกัน เนื่องจากปัญหาเอื้อให้ใช้วิธีคิดได้หลากหลาย เช่น หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าก่อน แล้วหาพื้นที่ของรูปวงกลมและรูปสามเหลี่ยม จากนั้นจึงนำไปลบออกจากพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่หาได้หรือหาพื้นที่แรเงาของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูสองรูปจึงนำไปลบด้วยพื้นที่ของรูปวงกลม นอกจากนี้ผู้เรียนอาจคิดวิธีอื่น ๆ ได้อีก จึงเป็นตัวอย่างของการประเมินการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. กำหนดเลขโดดให้ 5 ตัว คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 ให้ใช้เลขโดดทั้งห้าในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดในแต่ละข้อต่อไปนี้ โดยไม่จำเป็นต้องเรียงเลขโดดตามที่กำหนดให้

2.1111

2.2222

2.3333

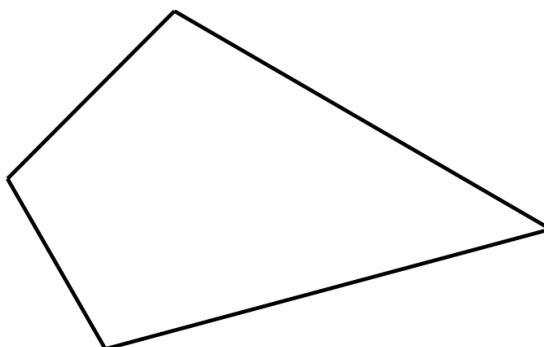
กิจกรรมลักษณะนี้เป็นการประเมินการคิดคล่อง คิดหลากหลาย และคิดยืดหยุ่นแล้ว ยังเป็นประเมินความรู้สึกเชิงจำนวนด้วยการประมาณค่า และพิจารณาผลลัพธ์ของการดำเนินการได้อีกด้วย ซึ่งวิธีคิดของนักเรียนอาจมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมที่มีความเกี่ยวข้องกับจำนวนและดำเนินการดัง ตัวอย่างต่อไปนี้

$$111 = 135 - 24$$

$$222 = 214 + 5 + 3$$

$$333 = 345 - 12$$

3. คุณยายผันมีที่ดินอยู่แปลงหนึ่งแม้จะมีการระบุพื้นที่ไว้ในโฉนดที่ดิน แต่คุณยายผันก็มักสงสัยว่าพื้นที่จริงกับพื้นที่ในโฉนดเท่ากันหรือไม่เพราะที่ดินแปลงนี้เป็นมรดกตกทอดมาหลายชั่วอายุคน คุณยายผันจึงคิดหาวิธีที่จะวัดพื้นที่ของที่ดินแปลงนี้แต่ปัญหาคือที่ดินแปลงนี้มีลักษณะไม่ใช่รูปเรขาคณิตที่คุณยายผันจะสามารถวัดความกว้างความยาวแล้วนำมาคำนวณได้แต่เป็นที่ดินที่มีลักษณะดังรูปข้างล่าง คุณยายผันควรทำอย่างไรจึงจะหาพื้นที่ของที่ดินแปลงนี้ให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด มีวิธีใดบ้างที่คุณยายผันสามารถทำได้เองโดยไม่ลำบากนัก



ภาพที่ 5 การหาพื้นที่ของที่ดินของคุณยายผัน

ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตและการหาพื้นที่ สิ่งที่ต้องคิดก่อนคือ จะแบ่งที่ดินแปลงนี้ออกเป็นส่วนๆอย่างไร จึงจะวัดและคำนวณหาพื้นที่ให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะเดียวกันต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในบริบทที่เจ้าของต้องสามารถวัดเองได้ในการทำงาน ผู้เรียนจึงต้องใช้ทั้งการคิดหลากหลาย คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม จึงเป็นตัวอย่างของการประเมินความสามารถคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นตัวอย่างดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการใช้อยู่ปัญหาปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้คิดริเริ่มในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้ได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ทั้งนี้ริดาร์ตัน ธนะขว้าง (2553: 66 – 68) ได้ให้ตัวอย่างปัญหาปลายเปิดที่ใช้ประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

คำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6 – 11%	1
3 – 5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

ตัวอย่างคำตอบ:

1. $2 + 3 = 5$	ตอบซ้ำกัน 12%	ได้ 0 คะแนน
2. $5 - 4 = 1$	ตอบซ้ำกัน 10%	ได้ 1 คะแนน
3. $2 + 3 - 1 = 4$	ตอบซ้ำกัน 5%	ได้ 2 คะแนน
4. $3 + 4 = 5 + 2$	ตอบซ้ำกัน 2%	ได้ 3 คะแนน
5. $5 + 1 - 2 = 4$	ตอบซ้ำกัน 1%	ได้ 4 คะแนน

4. การจัดการศึกษาที่ส่งเสริมต่อความคิดสร้างสรรค์

4.1 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579

(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 75-92)

4.1.1 วิสัยทัศน์ของแผนการศึกษาแห่งชาติ คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21

4.1.2 พันธกิจของแผนการศึกษาแห่งชาติ มีดังนี้

1) พัฒนาระบบและกระบวนการจัดการศึกษาที่คนไทยทุกคนเข้าถึงโอกาสในการศึกษาและได้เรียนรู้ตลอดชีวิต สร้างความเสมอภาค เพื่อการยกระดับคุณภาพและประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาทุกระดับ และรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21

2) พัฒนาคุณภาพของคนไทยให้เป็นผู้มีความรู้ คุณลักษณะ และทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิต

3) สร้างความมั่นคงแก่ประเทศชาติโดยสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้และสังคมคุณธรรม จริยธรรม ที่คนไทยทุกคนสามารถอยู่ร่วมกันอย่างปลอดภัย สงบสุข และพอเพียง

4) พัฒนาศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยเพื่อการก้าวข้ามกับดักประเทศรายได้ปานกลาง สู่การเป็นประเทศในโลกรุ่นหนึ่ง และลดความเหลื่อมล้ำในสังคม พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงที่เป็นพลวัตของโลกศตวรรษที่ 21 ภายใต้ยุคเศรษฐกิจและสังคม 4.0

4.1.3 วัตถุประสงค์ของแผนการศึกษาแห่งชาติ มีดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาระบบและกระบวนการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ
- 2) เพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นพลเมืองดี มีคุณลักษณะ ทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับบทบัญญัติของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และยุทธศาสตร์ชาติ
- 3) เพื่อพัฒนาสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ มีคุณธรรม จริยธรรม รู้รักสามัคคี และร่วมมือสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 4) เพื่อนำประเทศไทยก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลางและความเหลื่อมล้ำภายในประเทศลดลง

4.1.4 เป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ มีดังนี้

4.1.4.1 เป้าหมายด้านนักเรียน (Learner Aspirations) เป็นการมุ่งพัฒนาให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs และ 8Cs) ประกอบด้วย ทักษะและคุณลักษณะต่อไปนี้

3Rs ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้ (Writing) และการคิดเลขเป็น (Arithmetic)

8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross – cultural Understanding) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership) ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information and Media Literacy) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม (Compassion)

4.2 นโยบายและจุดเน้นการจัดการศึกษาตามแนวทางกระทรวงศึกษาธิการ

กระทรวงศึกษาธิการมุ่งมั่นดำเนินการภารกิจหลักตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ขับเคลื่อนการพัฒนาการเรียนรู้ ศักยภาพคนตลอดช่วงชีวิต รวมทั้งแผนการปฏิรูปประเทศด้านการศึกษา และนโยบายรัฐบาลทั้งในส่วนนโยบายหลักด้านการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ และการพัฒนาศักยภาพของคนไทยทุกช่วงวัย และการเตรียมคนไทยสู่ศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ ยังสนับสนุนการขับเคลื่อนแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติประเด็นอื่น ๆ แผนพัฒนา

เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2561 – 2564) นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยความมั่นคงแห่งชาติ (พ.ศ. 2562 – 2565) รวมทั้งนโยบายและแผนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยคาดหวังว่าผู้เรียนทุกช่วงวัยจะได้รับการพัฒนาในทุกมิติ เป็นคนดี คนเก่ง มีคุณภาพ และมีความพร้อมร่วมขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ สู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ทั้งนี้ นโยบายและจุดเน้นการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัย มีดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2564: 1-3)

4.2.1 นโยบายการจัดการศึกษาตามแนวทางกระทรวงศึกษาธิการ มีจำนวน 4 นโยบาย ทั้งนี้ นโยบายข้อที่ 4 มีความสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ กล่าวคือ นโยบายข้อที่ 4 เป็นการปรับรูป และเปลี่ยนแปลงระบบการจัดการศึกษาและการเรียนรู้ โดยมุ่งให้ครอบคลุมถึงการจัดการศึกษาเพื่อคุณวุฒิ และการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่สามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

4.2.2 จุดเน้นการจัดการศึกษาตามแนวทางกระทรวงศึกษาธิการ มีจำนวน 6 จุดเน้น ทั้งนี้ จุดเน้นข้อที่ 1 และข้อที่ 5 ที่สอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ กล่าวคือ

จุดเน้นข้อที่ 1 เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ โดย

1.1) การจัดการศึกษาเพื่อคุณวุฒิ

- จัดการศึกษาทุกระดับ ทุกประเภท โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ รวมทั้งแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการวัดประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ ส่งเสริมการพัฒนากรอบหลักสูตรระดับท้องถิ่นและหลักสูตรสถานศึกษาตามความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมายและแตกต่างหลากหลายตามบริบทของพื้นที่พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดการเรียนรู้แบบลงมือทำ/ปฏิบัติ (Active Learning) จากประสบการณ์จริงหรือจากสถานการณ์จำลอง ผ่านการลงมือปฏิบัติ ตลอดจนจัดการเรียนการสอนในเชิงแสดงความคิดเห็น เพื่อเปิดโลกทัศน์มุมมองร่วมกันของผู้เรียนและครูให้มากขึ้น ทั้งนี้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรอบรู้และทักษะชีวิต เพื่อเป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิตและสร้างอาชีพ อาทิจำลองใช้เทคโนโลยีดิจิทัล สุขภาวะและทัศนคติที่ดีต่อการดูแลสุขภาพ

- การเรียนรู้ตลอดชีวิต จัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับประชาชนทุกช่วงวัย เน้นส่งเสริมและยกระดับทักษะภาษาอังกฤษ (English for All) ส่งเสริมการเรียนการสอนที่เหมาะสมสำหรับผู้เข้าสู่สังคมสูงวัย อาทิ อาชีพที่เหมาะสมรองรับสังคมสูงวัย หลักสูตรการพัฒนาคุณภาพชีวิต และหลักสูตรการดูแลผู้สูงวัย หลักสูตร BUDDY โดยเน้นการมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน โรงเรียน และผู้เรียน หลักสูตรการเรียนรู้ออนไลน์ เพื่อส่งเสริมประชาสัมพันธ์สินค้าออนไลน์ระดับตำบลส่งเสริมโอกาสการเข้าถึงการศึกษาเพื่อทักษะอาชีพและการมีงานทำในเขตพัฒนาพิเศษเฉพาะกิจจังหวัดชายแดนภาคใต้ และเขตพื้นที่พิเศษ (พื้นที่สูง พื้นที่ตามแนวตะเข็บ ชายแดน

และพื้นที่เกาะแก่ง ชายฝั่งทะเล ทั้งกลุ่มชนต่างเชื้อชาติ ศาสนา และวัฒนธรรม กลุ่มชนชายขอบ และแรงงานต่างด้าว)

จุดเน้นข้อที่ 5 เป็นการจัดการศึกษาเพื่อสร้างเสริมคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเสริมสร้างการรับรู้ ความเข้าใจ ความตระหนัก และส่งเสริมคุณลักษณะ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมส่งเสริมการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ให้สามารถเป็นอาชีพ และสร้างรายได้

4.3 แนวทางการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560: 10) ทั้งนี้สுகอน์ สินธพานนท์ (2558: 9) กล่าวว่านักการศึกษาในปัจจุบันต่างมีแนวคิดเกี่ยวกับทักษะสำคัญที่นักเรียนพึงมีในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะมีความสอดคล้องกันโดยเน้นให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะการสื่อสารข้อมูลสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ ทั้งยังมีทักษะในการอ่าน การเขียน และการคิดคำนวณ ซึ่งถ้าบุคลากรทางการศึกษาโดยเฉพาะครูสามารถจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีทักษะสำคัญดังกล่าวย่อมส่งผลดีต่อนักเรียน ดังนี้

1) นักเรียนเป็นผู้ที่คิดเป็น เพราะได้รับการฝึกทักษะการคิดในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถนำทักษะนี้มาใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ส่งผลให้การตัดสินใจในการทำกิจกรรมงานต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีเหตุผลถูกต้องเหมาะสม เมื่อมีปัญหาใดเกิดขึ้นก็สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

2) นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นทีม รู้จักแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ผลัดกันเป็นผู้นำ แสดงออกถึงน้ำใจที่เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีวินัยและรับผิดชอบ เป็นส่วนหนึ่งของการมีวิถีการดำรงชีวิตในสังคมประชาธิปไตย

3) นักเรียนได้รับการฝึกให้มีความเข้าใจและมีทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม มีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ซึ่งในสังคมปัจจุบันทุกคนจะต้องปรับตัวให้เข้ากับสังคมและวัฒนธรรมที่หลากหลาย และมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เพื่อการอยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข

4) นักเรียนจะมีความสามารถในการสื่อสารทั้งในด้านการพูด การเขียน การอ่าน การแสดงท่าทาง เป็นผู้ที่มีความสามารถสื่อสารกับบุคคลต่าง ๆ บรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ทั้งในสังคมระดับครอบครัว โรงเรียน ชุมชน ประเทศ และสังคมระหว่างชาติทั่วโลกได้

5) นักเรียนมีทักษะพื้นฐานสำคัญในการประกอบอาชีพ ทักษะในการเรียนรู้ ทักษะในการคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ย่อมทำให้เกิดแนวคิดหรือวิธีการใหม่ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ อยู่เสมอ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาอาชีพของตนในอนาคต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมด้วยวิธีการพัฒนาอย่างยั่งยืน การสร้างความเข้มแข็งให้แก่เศรษฐกิจของชุมชน

ทั้งนี้หลักในการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่ง Jay Mc Tighe and Elliott Seif (อ้างถึงในวอร์พจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์ (แปล), 2554: 238-246) ได้สำรวจวิธีผนวกรวมผลลัพธ์ที่พึงประสงค์สำหรับศตวรรษที่ 21 เข้าไปในหลักสูตร โดยใช้ประโยชน์จากหลักและแนวปฏิบัติของการออกแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจ โดยเสนอกรอบแนวคิดในการนำไปปฏิบัติเพื่อสนับสนุนทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ดังนี้

1) การเรียนรู้ต้องมีเป้าหมายและบริบท ดังนั้นผู้เรียนควรได้รับความช่วยเหลือเพื่อให้เข้าใจเป้าหมายของสิ่งที่เรียน การเรียนรู้ควรวางกรอบด้วยคำถามที่เกี่ยวข้อง ความท้าทายที่สำคัญและการประยุกต์ใช้ที่แท้จริง

2) ผู้เชี่ยวชาญจัดระบบหรือแบ่งความรู้ของตนตามแนวคิดหลักที่ถ่ายโอนได้ ซึ่งให้แนวทาง ในการกำหนดขอบเขตความรู้และช่วยบูรณาการความรู้ใหม่ ดังนั้นการสอนเนื้อหาจึงควรวางกรอบในแง่ของแนวคิดหลักและขั้นตอนที่ถ่ายโอนได้ ไม่ใช่สอนข้อเท็จจริงและทักษะแบบเป็นเอกเทศ

3) การคิดแบบต่าง ๆ การจำแนก (Classification) และการจัดกลุ่ม (Categorization) การใช้เหตุผลเชิงอนุมาน (Inferential Reasoning) การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และอภิปัญญา (Metacognition) วิธีคิดเหล่านี้เป็นสื่อกลางและช่วยเสริมการเรียนรู้ ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการคิดที่ซับซ้อน เพื่อให้เรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้นหรือรู้จักนำไปประยุกต์ใช้

4) ผู้เรียนแสดงออกหรือสาธิตให้เห็นว่าตนเข้าใจ เมื่อพวกเขาสามารถประยุกต์ ถ่ายโอนและดัดแปลงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับสถานการณ์และปัญหาใหม่ ดังนั้นครูควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักถ่ายโอนสิ่งที่เรียนรู้และผู้เรียนควรมีโอกาสได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ในบริบทที่สำคัญและหลากหลาย

5) การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นต่อยอดจากความรู้เดิมที่มีผู้เรียนใช้ประสบการณ์และความรู้พื้นฐานเพื่อสร้างความหมายต่อตนเองและโลกรอบตัวอย่างกระตือรือร้น ดังนั้นผู้เรียนต้องได้รับความช่วยเหลือเพื่อให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลและความคิดใหม่ ๆ เข้ากับสิ่งที่เข้าเรียนรู้มาแล้ว

6) การเรียนรู้เป็นเรื่องทางสังคม ดังนั้นครูควรสร้างโอกาสในการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เกื้อหนุน

7) ทักษะคิดและค่านิยมมีส่วนช่วยการเรียนรู้ ด้วยการกลั่นกรองประสบการณ์และสิ่งที่รับรู้ ดังนั้นครูควรช่วยให้นักเรียนรู้จักทักษะคิดและค่านิยมของตนโดยชัดเจน และเข้าใจว่าสิ่งเหล่านั้นส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างไร

8) การเรียนรู้ไม่ใช่กระบวนการที่เป็นเส้นตรง แต่เป็นการพัฒนาที่มีการลงลึกตลอดเวลา ดังนั้นผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในการทบทวนแนวคิดหลักและขั้นตอน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ให้ลึกซึ้งและก้าวหน้ายิ่งขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

9) ต้นแบบความเป็นเลิศ (Model of Excellence) และเสียงสะท้อนอย่างต่อเนื่องช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนและการปฏิบัติ ดังนั้นผู้เรียนต้องเห็นต้นแบบของงานที่เป็นเลิศ และได้รับความเห็นตอบกลับมาอย่างสม่ำเสมอ ทันท่วงทีและเป็นมิตร จะได้นำไปปฏิบัติลงซ้ำได้คิดทบทวนและปรับปรุงงานตนเอง

10) การเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยต่อลักษณะการเรียนรู้ที่ผู้เรียนพอใจ รวมทั้งเอื้อต่อความรู้เดิมและความสนใจจะช่วยเสริมการเรียนรู้ ดังนั้นครูควรทำการประเมินก่อนสอนเพื่อค้นหาความรู้เดิมความชอบและความสนใจของนักเรียนและควรแยกแยะรูปแบบการสอนเพื่อรองรับความแตกต่างสำคัญที่พบ

ดังนั้นแนวทางการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในการพัฒนานักเรียนนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งเป็นการเตรียมนักเรียนให้เป็นผู้ที่มีทักษะสำคัญในการเผชิญชีวิตในโลกที่มีกระแสของการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้เรียนนั้นเป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น ตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สามารถแก้ปัญหาได้โดยวิธีการที่เหมาะสมในทุกสถานการณ์ อยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขบนพื้นฐานของการเป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม และร่วมกันสร้างสรรค์ พัฒนาความเจริญในด้านต่าง ๆ ให้แก่สังคมทุกระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว โรงเรียน ชุมชน ประเทศชาติและโลก

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ จึงเป็นความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกหรือความคิดเห็นทางบวก ทางลบ หรือปานกลาง ขึ้นอยู่กับการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ดังนี้

เจริญ ราคาแก้ว (2551) ได้ศึกษาเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 3 คน โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ กิจกรรมการแก้ปัญหาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด แบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด การบันทึกวีดิทัศน์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสัมภาษณ์ครูและผู้ปกครอง แบบบันทึกภาคสนาม (Field Notes) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol Analysis) ประกอบการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่ารายการที่นักเรียนมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง มีดังนี้ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้ เขาอยากให้ครูมาอธิบายชี้แนะ ซึ่งเป็นการให้คุณค่ากับคำแนะนำหรือการอธิบายของครู ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.84) รองลงมาคือ ถ้านักเรียนทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจและแก้ปัญหาได้สำเร็จ นักเรียนรู้สึกว่ามันจะเป็นสิ่งที่มีประโยชน์สำหรับตัวเขามาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.97) รายการที่นักเรียนมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมีดังนี้ การที่มีกิจกรรมคณิตศาสตร์แปลก ๆ ใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นและอยากทำกิจกรรม ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 1.09) รองลงมาคือ นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจที่ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.98) ในลำดับต่อมาคือ นักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการนำไปใช้ในการประกอบอาชีพที่เราต้องการได้ ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 1.05) ทั้งนี้สำหรับผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์ โพรโตคอลและแบบสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า 1) หนึ่ง (นักเรียนคนที่ 1) โดยเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของหนึ่งในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิดได้เกิดขึ้นในทางบวก ซึ่งสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เขาอยากทำกิจกรรมและทำกิจกรรมด้วยความตั้งใจกระตือรือร้นนั่นคือ คำสั่งกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนทุกคนได้เข้าถึงปัญหาตามความสามารถของแต่ละบุคคล รวมไปถึงครูผู้สอนและกลุ่มเพื่อนก็มีบทบาทสำคัญในการช่วยกระตุ้นในการแก้ปัญหาและการที่เขาได้โต้แย้งแนวคิดของตัวเองในการอภิปรายภายในกลุ่ม ก็ได้ช่วยส่งเสริมให้เขามีเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ในเชิงบวก 2) เบญ (นักเรียนคนที่ 2) เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของเบญในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิดได้เกิดขึ้นในทางบวก เขามองว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่าเสมอสำหรับตัวเขา ด้วยความที่เขาชื่นชอบกับคณิตศาสตร์อยู่แล้ว ทำให้เขามีความสุขในการทำกิจกรรมตลอด โดยเฉพาะเวลาที่เขาได้แสดงความคิดเห็นภายใน

กลุ่ม ได้รับฟังแนวคิดของกลุ่มเพื่อน กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดนั้น ได้ส่งเสริมให้เขาได้ให้คุณค่ากับตัวเอง เพิ่มความมั่นใจแก่ตัวเองโดยการโต้แย้งตามแนวคิดของตนเอง ที่มีอยู่ และเชื่อว่าเขารู้สึกภูมิใจในผลงาน ทำให้เขาเกิดอารมณ์ในทางบวกซึ่งทำให้เขามีเจตคติที่ดีที่มีต่อคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด และ 3) ฟอง (นักเรียนคนที่ 3) เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของฟองในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิดได้เกิดขึ้นในทางบวกเป็นส่วนใหญ่ เขามีความกระตือรือร้นทุกครั้งในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งบ่งบอกถึงเจตคติที่ดีที่มีต่อคณิตศาสตร์ แต่อารมณ์ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่มีต่อกลุ่มเพื่อนในบางช่วงเท่านั้นที่ทำให้เขามีเจตคติในแง่ลบบ้าง ตั้งแต่ช่วงต้นกิจกรรมจนถึงช่วงท้ายกิจกรรม อารมณ์เชิงสถานการณ์ของฟองมีทั้งแง่บวกและแง่ลบปะปนกันไป การให้คุณค่าของฟองคือการที่ทุกคนในกลุ่มได้ทำงานช่วยกัน บางครั้งที่เพื่อนไม่ได้แบ่งหน้าที่กันทำ ก็ทำให้ฟองเกิดอารมณ์ ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ในเชิงลบ แต่เขาก็ยังมีอารมณ์ที่มีต่อกิจกรรมในทางบวก

กฤษดา นรินทร์ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โครงการการศึกษาพหุภาษาศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวยที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกจริงสำหรับกลุ่มทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้แบบเรียนปกติสำหรับกลุ่มควบคุม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในโลกจริงเรื่องภาคตัดกรวย และแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) และสถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t – test dependent sample โดยใช้โปรแกรม SPSS ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงของกลุ่มทดลองหลังเรียน โดยใช้กิจกรรมทดลองสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ ที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างซับซ้อนและเป็นนามธรรมไปสู่ชีวิตจริงนั้น ทำให้นักเรียนมองเห็นได้ชัดเจนว่าสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่นการนำความรู้เรื่องวงกลมไปใช้ในการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหว ในทางการแพทย์ที่มีการนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติการสะท้อนของรังสีไปใช้ประดิษฐ์เครื่องสลายนิวตริโน เทคโนโลยีการสื่อสารดาวเทียมประกอบด้วยจานรับสัญญาณตัวจานรับ

สัญญาณมีผิวโค้งเพื่อรับสัญญาณที่ส่งตรงมาจากดาวเทียมและสะท้อนรวมกันที่จุดรับสัญญาณ อาศัยความรู้เกี่ยวกับพาราโบลาและความรู้เกี่ยวกับไฮเพอร์โบลา สามารถนำไปใช้อธิบายวิถีโคจรของดาวหางและการหาตำแหน่งของพายุได้ตัวอย่างที่กล่าวมาทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและตระหนักว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีอยู่ในโลกจริงจึงทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น

นภสร เรือนโรจน์รุ่ง (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 68 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และแบบทดสอบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test) ชนิดกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระแก่กัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

ภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 39 คน โรงเรียนวังทองพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตน่ารู้ และแบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test) ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระแก่กัน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุฬาลักษณ์ ใจอ่อน (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 153 คน จากโรงเรียนบ้านป่าคลอก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาภูเก็ต จำนวน 26 คน และโรงเรียนอุตรกิจ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากระบี่ จำนวน 127 คน ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ

รวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกภาคสนาม แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินเจตคติเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol Analysis) ประกอบการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกล้าคิดและกล้าแสดงออกมากขึ้น มีความมั่นใจในตนเองสูงขึ้น กล้าออกไปนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ทั้งนี้ นักเรียนยังมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน 2) นักเรียนมีเจตคติเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

Mata, M., Monteiro, V., & Peixoto, F. (2012) ได้ศึกษาทัศนคติของนักเรียนต่อคณิตศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบส่วนบุคคลด้านแรงจูงใจและการสนับสนุนทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 – 12 ผู้เข้าร่วมในการศึกษาเป็นนักเรียนเพศชาย จำนวน 869 คน และนักเรียนเพศหญิง จำนวน 850 คน ของโรงเรียนในโปรตุเกส ปี ค.ศ. 1719 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามที่เกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ในการรับรู้การปรับตัวของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบลำดับขั้นที่เป็นแบบจำลองสมการที่มีโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งทัศนคติที่ดีนั้นมาจากการสนับสนุนทางสังคมที่ได้มาจากเพื่อนและครู

Motanya (2018) ได้ศึกษาผลกระทบที่มีต่อเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อคณิตศาสตร์และเจตคติของครูที่มีต่อการปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ ในมณฑลย้อยทางตอนเหนือของประเทศเคนยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวนทั้งสิ้น 240 คน เป็นนักเรียนจำนวน 200 คน และครู จำนวน 40 คน โดยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายใน Masaba North Sub County ประเทศเคนยา เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามสำหรับครูและนักเรียนเป็นคำถามลักษณะกึ่งโครงสร้างและคำถามปลายเปิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการเชิงคุณภาพและวิธีการเชิงปริมาณ โดยใช้ SPSS ในการวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าคณิตศาสตร์เป็นรายวิชาที่ยากและน่าเบื่อ ทั้งนี้หากโรงเรียนมีการสนับสนุนทรัพยากรในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก็จะส่งผลให้มีการพัฒนาทัศนคติเชิงลบของนักเรียนได้เป็นอย่างดี รวมถึงการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนคณิตศาสตร์ของครูผู้ปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ ที่ไม่ควรเน้นการบรรยายเนื้อหาจนเกินไป

Mazana, M., Montero, C., & Casmir, R. (2018) ได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศแทนซาเนีย ผู้เข้าร่วมในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 419 คน ชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 318 คน และนักศึกษาวิทยาลัย จำนวน 132 คน จากโรงเรียน 17 แห่ง และวิทยาลัย 6 แห่ง ของประเทศแทนซาเนีย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสำรวจเกี่ยวกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ

ความสัมพันธ์ของ ANOVA การถดถอย และการวิเคราะห์เฉพาะเรื่อง ผลการวิจัยพบว่าในการศึกษาเริ่มต้นนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ แต่เมื่อได้รับการศึกษาที่สูงขึ้นเจตคติที่ดีเหล่านั้นนั้นจึงกลับลดลง ด้วยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชอบหรือไม่ชอบคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัจจัยของสภาพแวดล้อมด้านวิธีการสอนและจิตวิทยาสังคม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ พอสรุปได้ว่า

1. การสร้างเจตคติในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้สมควรเริ่มจากการที่นักเรียนมีความพร้อม ซึ่งให้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม หรือการเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ ที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างซับซ้อนที่เป็นนามธรรมไปสู่ชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนมองเห็นได้ชัดเจนว่าสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการให้การเสริมแรงเพื่อสร้างเจตคติที่ดี ตลอดจนการจัดการจัดสภาพภายในชั้นเรียนที่น่าสนใจ ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนและตระหนักเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์

2. การส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ การส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์นั้นเริ่มต้นโดยครูผู้สอนจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อน จากนั้นทำการศึกษาค้นคว้าหาเทคนิคหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมเจตคติของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ กิจกรรมในการเรียนรู้จากกระตุ้นนักเรียนมีความอยากรู้ อยากเห็น เช่นการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจลักษณะ โครงสร้างและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อที่นักเรียนจะได้มีความมั่นใจในวิธีการคิดหาคำตอบของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย แล้วนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งชั้นเรียนกับผู้อื่น จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ดังนี้

พิทยากร บุสยา (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดป่าประดู่ จังหวัดระยอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นด้วยการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เห็นได้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนในชั้นของการเรียนรู้ด้วยตนเอง และชั้นการแก้ปัญหาาร่วมกัน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาได้ปริมาณมากและหลากหลายแนวทาง สามารถเลือกใช้แนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม สามารถเขียนอธิบายการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนละเอียดชัดเจน มีการใช้รูปภาพแทนปัญหาที่สมบูรณ์ และเมื่อสังเกตนักเรียนบางกลุ่มพบว่านักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ

นันทน์ภัส สุพงษ์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองจิก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 คน ภาคเรียนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของครูที่สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง การคูณ การหาร ที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด จำนวน 16 แผน แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก โดยด้านแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้สื่อการเรียนรู้มีข้อคำถามที่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ที่มีการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง และ 2) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดหลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนา

พรเพ็ญ เฟื่องฟู และนฤมล ช่างศรี (2563) ได้ศึกษาความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ระเบียบวิจัยเชิงคุณภาพเน้นการวิเคราะห์โพโตคอลและการบรรยายเชิงวิเคราะห์ กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2562 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบบันทึกการสังเกตการสอน กล้องบันทึกวิดีโอ และเครื่องบันทึกเสียง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลแผนการจัดการเรียนรู้ ผลงานของนักเรียน โพโตคอลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบบันทึกการสังเกตการสอนของทีมศึกษาชั้นเรียน และบันทึกการสะท้อนผลของทีมโดยเน้นการวิเคราะห์โพโตคอล ตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดและการศึกษาชั้นเรียนควบคู่ไปกับการรอบแนวคิดของ Imai, T. (Imai, T., 2000) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยชั้นสังเกตการสอนร่วมกันทีมสังเกตการสอนตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดพบแนวคิดทั้งหมด 7 แนวคิด คือ การเปรียบเทียบพื้นที่โดยตรง, การสร้างตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส,

การแปลงรูปพื้นที่, การใช้สูตรการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม, การหาพื้นที่โดยการบวก, การหาพื้นที่โดยการคูณ, การใช้ความกว้างหรือความยาว ขึ้นสะท้อนผลการสอนร่วมกันพบว่านักเรียนบรรลุเป้าหมายชั้นเรียน ส่วนความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ในระยะแรกมีแนวคิดไม่หลากหลาย แต่เมื่อใช้ครบหนึ่งปีการศึกษาพบแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น บางกิจกรรมเกิดแนวคิดที่ทีมไม่ได้คาดการณ์ ทำให้ทีมเรียนรู้แนวคิดต่าง ๆ และคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนได้ครอบคลุมมากขึ้น

สุดาพร ตีปาละ (2563) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับการฝึกเชิงพุทธิปัญญาที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังเหนือวิทยา จังหวัดลำปาง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 32 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความเบ้ ความโด่ง การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการฝึกเชิงพุทธิปัญญากับรูปแบบการสอนแบบปกติมีผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลังเรียน ได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการฝึกเชิงพุทธิปัญญากับรูปแบบการสอนแบบปกติมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Kwon, O.N., Park, J.S. & Park, J.H. (2006) ได้ศึกษาการพัฒนาการสร้างความคิดพื้นฐานที่แตกต่างของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 398 คน จำนวน 13 โรงเรียน ที่เข้าศึกษา Middle School ในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนที่เน้นวัดทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้วยปัญหาปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการนี้มีทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรเป็นสิ่งที่นักเรียนจะมีอิสระในการพยายามค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ด้วยตนเอง

Abdul Fatah (2016) ได้ศึกษาการใช้แนวทางปลายเปิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเมืองเซรัง จังหวัดบันเติน ประเทศอินโดนีเซีย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนที่ใช้แนวทางปลายเปิด

และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินตนเองที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถ ประสิทธิภาพ ทักษะและแรงจูงใจ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ANOVA ผลการวิจัยพบว่าวิธีการสอนแนวทางปลายเปิดส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากกว่าวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ibrahim (2020) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ปัญหาปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียน จำนวน 72 คน แบ่งเป็น 2 ชั้นเรียนโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิด และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใช้ทดสอบก่อน-หลังเรียน และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่วไป ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ Mann-Whitney test และ one-way ANOVA ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิดส่งผลให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเปิด (Open Approach) พอสรุปได้ว่า

1. สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เริ่มกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามความสามารถหรือความรู้เดิมของตนเอง ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องตระหนักในคุณค่าในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยที่จะพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกแนวความคิด ซึ่งสุดท้ายแล้วคำตอบที่ได้นั้นก็จะเป็นคำตอบที่หลากหลายนั่นเอง
2. การทำความเข้าใจแนวคิดที่เกิดขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้ได้มากที่สุด ทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการใช้การเจรจาต่อรองวิธีการคิดกับนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน หรืออาศัยข้อเสนอแนะจากครูผู้สอน ดังนั้นวิธีการแบบเปิด (Open Approach) จึงมุ่งที่จะเปิดใจในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบ
3. การส่งเสริมทักษะการคิด ในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระทางการคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ส่งผลให้เกิดการแสดงการแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยการวาดรูป บล็อกสี่เหลี่ยม วงกลม ไดอะแกรม และการเขียนสัญลักษณ์ เพื่อใช้แทนการอธิบายแนวคิดของการแก้ปัญหา

4. การประเมินแนวคำตอบของนักเรียน เป้าหมายของวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไม่ใช่เพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่เพื่อส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนั้นจึงเกิดการประเมินที่มีความหลากหลายในคำตอบของนักเรียน ทั้งนี้แล้วการประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียนก็สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์การประเมินแนวคำตอบของนักเรียนที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างหรือพัฒนาขึ้นมาขึ้นนั่นเอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เน้นการวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol Analysis) ประกอบการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) ในการอธิบายความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น รวมถึงการใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance และวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. แบบแผนการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยผู้ร่วมวิจัย ดังนี้

- 1.1 ผู้วิจัย จำนวน 1 คน ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในชั้นเรียน
- 1.2 ผู้ช่วยวิจัย จำนวน 1 คน คือ นางสาวอัจฉราพรรณ ศรีจรัสกุล ตำแหน่งครู โรงเรียนบ้านสุโข-ลก สังกัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยทำหน้าที่ 1) สังเกตพฤติกรรม บันทึกคำพูดและวิธีคิดหาคำตอบของนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) 2) ร่วมสะท้อนผลบทเรียนหลังการจัดการเรียนรู้กับผู้วิจัย และ 3) นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับผู้วิจัย

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ห้องเรียนพิเศษ โรงเรียนบ้านสุโข-ลก อำเภอสุโข-ลก จังหวัดนราธิวาส ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน โดยเลือกชั้นเรียนที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้และเป็นชั้นเรียนที่เน้นความสามารถพิเศษของ

นักเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความตั้งใจเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ชอบศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกับผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกันได้ มีลักษณะชอบพูด แสดงออกทางความคิด เป็นคนกล้าพูด กล้าตัดสินใจ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เอาใจใส่ต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย เป็นอย่างดี อีกทั้งผู้ปกครองของนักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการติดตามความก้าวหน้าของนักเรียน

3. แบบแผนการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Method) ประกอบด้วย การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ซึ่งการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocal Analysis) ประกอบการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) เพื่อใช้อธิบายความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นภายใต้ผลงานหรืองานเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาเรื่องการนำเสนอข้อมูลในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ผ่านการสังเกตแบบมีส่วนร่วมของผู้วิจัย (Participatory Observations) และผู้ช่วยวิจัย รวมถึงการใช้การวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance และศึกษาเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่เน้นการบูรณาการเนื้อหา ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 แผน ใช้เวลา 10 ชั่วโมง โดยใช้เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การนำเสนอข้อมูล ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักร่วมกับใช้หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ญี่ปุ่น เรียนคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ สำหรับระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแปลและเรียบเรียงโดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้ และการคาดการณ์

แนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวทางของกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับสถานการณ์ ปัญหาปลายเปิดเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนภายใต้คำแนะนำและการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ของคาบที่ 1 – 10 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

คาบที่	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายของกิจกรรม	เป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้
1	การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล	1.1 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง 1.2 จำแนกและจัดกลุ่มข้อมูลได้ถูกต้อง	1.เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2.นำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง และกราฟเส้นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และตัดสินใจได้ถูกต้อง
2	การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ	2.1 อ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะได้ถูกต้อง 2.2 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูลได้ถูกต้อง	
3	การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ	3.1 อ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะได้ถูกต้อง 3.2 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูลได้ถูกต้อง 3.3 หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	
4	การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ	เขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับได้ถูกต้อง	

ตารางที่ 6 แสดงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) (ต่อ)

คาบที่	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายของกิจกรรม	เป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้
5	การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ	5.1 อ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบได้ถูกต้อง 5.2 พิจารณาความแตกต่างของปริมาณข้อมูลแต่ละชุดที่มากหรือใกล้เคียงได้ถูกต้อง	
6	การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ	6.1 อ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบได้ถูกต้อง 6.2 พิจารณาความแตกต่างของปริมาณข้อมูลแต่ละชุดที่มากหรือใกล้เคียงได้ถูกต้อง 6.3 หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	
7	การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ	เขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับได้ถูกต้อง	
8	การอ่านกราฟเส้น	8.1 อ่านกราฟเส้นได้ถูกต้อง 8.2 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนและหลังของเวลาได้ถูกต้อง	
9	การอ่านกราฟเส้น	9.1 อ่านกราฟเส้นได้ถูกต้อง 9.2 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนและหลังของเวลาได้ถูกต้อง 9.3 คาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นได้ถูกต้อง	
10	การเขียนกราฟเส้น	เขียนกราฟเส้นจากข้อมูลที่กำหนดได้ถูกต้อง	

4.1.2 แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ตามกรอบแนวคิดของ Hannula, M.S. (2002 อ้างถึงในเจริญ ราคาแก้ว, 2551)

4.1.3 แบบบันทึกภาคสนาม ใช้สำหรับบันทึกพฤติกรรม คำพูด และวิธีคิดหาคำตอบ ในขณะที่นักเรียนทำการแก้ปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งพฤติกรรมอื่น ๆ ที่เกิดจากการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ตามแนวคิดของชาย โพธิ์สิตา. (2552)

4.1.4 การบันทึกวิดีโอและภาพนิ่ง โดยใช้โปรแกรม ShareX เนื่องจากต้องจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ชั้นเรียน ด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทั้งนี้เพื่อใช้สำหรับบันทึกภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงสนทนาของนักเรียน ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อให้เห็นถึงรายละเอียดของการทำงาน เสียงพูด และพฤติกรรมของนักเรียน

4.1.5 ผลงานนักเรียน ได้แก่ ชิ้นงาน ใบกิจกรรม จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ข้อมูลโพรโตคอล (Protocal) ในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเสียงการสนทนาของนักเรียนตั้งแต่เริ่มต้นและสิ้นสุดของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยนำข้อมูลภาพเคลื่อนไหวและเสียงที่ทำการบันทึกไว้นั้นมาถอดออกในรูปของเสียง คำ วลี หรือประโยค รวมทั้งพฤติกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนแสดงออกในระหว่างการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความชัดเจนและครบถ้วนของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการพูดคุยสนทนาและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนแสดงออกในขณะการทำกิจกรรมนี้เรียกว่าโพรโตคอล โดยถือว่่าสิ่งที่มนุษย์พูดในระหว่างการแก้ปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับการคิดของคนคนนั้นในขณะนั้นมากที่สุด ดังนั้นในการศึกษาถึงการคิดของคนจึงทำได้โดยใช้วิธีการคิดแบบออกเสียงดัง (Think aloud) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการพูดนั้นเปรียบเสมือนข้อมูลที่แสดงออกถึงการคิดของคนคนนั้น (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546)

4.2.2 แนวคิดที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลโพรโตคอล (Protocal) โดยยึดตามการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1 ปรากฏในหน้า 18

4.2.3 เกณฑ์การตรวจผลงานการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยปรับเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance โดยแบ่งเป็นเกณฑ์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

เพื่อเป็นเกณฑ์ในการใช้ตรวจผลงานใบกิจกรรมของนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ดังตารางที่ 4 ปรากฏในหน้า 29

4.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

4.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีแนวทางในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2) วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เป็นแบบเรียนไทย โดยใช้เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การนำเสนอข้อมูล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ แผนภูมิแท่งและกราฟเส้น รวมทั้งใช้แบบเรียนญี่ปุ่น ที่ทำการแปลและเรียบเรียงโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ โดยใช้เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การจัดการกับข้อมูล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ทั้งนี้การนำแบบเรียนญี่ปุ่นควบคู่กับแบบเรียนไทยนั้น มาใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาตามแนวทางของวิธีการแบบเปิด (Open Approach) โดยโครงสร้างของแบบเรียนในหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยของแบบเรียนญี่ปุ่นได้นำเสนอเนื้อหาที่ซ่อนอยู่ในสถานการณ์ปัญหา (Problem Situation) แทนการนำเสนอเนื้อหาโดยตรง โดยสถานการณ์ปัญหานั้นมีการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสร้างความหมายจากสถานการณ์สู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้มีการนำเสนอแนวคิดของนักเรียน เพื่อให้ครูเห็นมุมมองแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกันไป ตลอดจนการที่นักเรียนได้นำเอาวิธีการ (Howto) ที่ได้จากการเรียนหน่วยนี้ไปใช้ในหน่วยถัดไปหรือในระดับชั้นเรียนที่สูงขึ้น

3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) จำนวน 10 แผน รวมเป็นจำนวน 10 ชั่วโมง โดยมีลำดับกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เป็นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning) เป็นการที่นักเรียนแต่ละคนใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) เป็นการนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนชั้นเรียนมาอภิปรายเพื่อให้ให้นักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากแนวคิดของเพื่อน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำ

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ของ Likert's Five Rating Scale แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553: 103) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 10 แผน ปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับความเหมาะสมมาก คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.36 – 4.56 และค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.48 ซึ่งได้ผลการพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีการออกแบบกิจกรรมที่น่าสนใจ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งนี้ในส่วนประเด็นของการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียน ต้องเพิ่มการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้อย่างน้อย 3 แนวคิด

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน แล้วไปทำการทดลองใช้สอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนบ้านสุโหงโกลกที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 40 คน

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงอีกครั้งแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและถูกต้อง

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย

4.3.2 แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ตามกรอบแนวคิดของ Hannula, M.S. (2002 อ้างถึงในเจริญ ราคาแก้ว, 2551) ซึ่งมีแนวทางในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดของ Hannula, M.S. (2002) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับเจตคติเรื่อง Attitude towards mathematics: emotions, expectations and values อ้างถึงในเจริญ ราคาแก้ว (2551)

2) ศึกษาหลักการสร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ และสร้างโดยยึดกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งแยกเป็น 4 กระบวนการเชิงการประเมินที่แตกต่างกัน (เจริญ ราคาแก้ว, 2551: 37 - 38) ดังนี้

2.1) อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Situational emotions) เป็นอารมณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยรวมทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นความพอใจ เบื่อหน่าย อึดอัด ภูมิใจ กระตือรือร้น สนุกสนาน ตื่นเต้น เป็นต้น

2.2) อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Associations) เป็นอารมณ์ของนักเรียนขณะที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดว่ามีสิ่งเร้าอะไรบ้างที่มากกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำกิจกรรมหรือไม่อยากทำกิจกรรม เช่น การที่มีครูมากระตุ้นในขณะที่ทำกิจกรรมหรือการที่มีกิจกรรมแปลกใหม่หรือการที่มีเพื่อนในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม

2.3) อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ (Expectations) เป็นอารมณ์ของนักเรียนที่แสดงออกขณะที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดว่ามีเหตุเกิดขึ้นอย่างไรถึงให้นักเรียนมีอารมณ์อย่างนั้นขึ้นมา เช่น เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาและสามารถทำมันได้ ฉันรู้สึกดีมาก ๆ เหตุก็คือในช่วงระหว่างที่แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกิดการติดขัดบางอย่าง นักเรียนพยายามแก้ปัญหาต่อไปเรื่อย ๆ และพอแก้ปัญหาได้ความรู้สึกหรืออารมณ์ในช่วงนั้น เขาก็จะรู้สึกดีมาก ๆ แสดงออกโดยการยิ้มอย่างภาคภูมิใจ หรือโชว์ผลงานให้เพื่อนดู

2.4) อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Values) เป็นอารมณ์ของนักเรียนที่แสดง

ออกมาในระหว่างที่ทำกิจกรรมที่ใช้สถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับ ค่านิยมส่วนบุคคลของแต่ละคนหรือการให้คุณค่าต่อสิ่งนั้นอย่างไร เช่น เวลาทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ถ้าฉันทำไม่ได้ ฉันก็จะพยายามมีส่วนร่วมในการทำต่อไป ถึงแม้ว่าตัวเองจะทำได้ แต่ก็ยังพยายาม แสดงความคิดเห็นช่วยยับยั้งอุปสรรค หรือว่าเมื่อฉันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้ ฉันอยากให้ครูมา อธิบายชี้แนะเป็นการให้คุณค่ากับคำแนะนำ หรือการอธิบายของครู แต่บางคนอาจจะให้คุณค่า ในเรื่องของการทำงานของตัวเอง พยายามแก้ปัญหาต่อไปเรื่อย ๆ เป็นต้น

3) สร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ตามวิธีสร้างของ Likert's Five Rating Scale โดยข้อความถามจะมุ่งแสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกหรืออารมณ์ของนักเรียนขณะที่ทำ กิจกรรมคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) โดยข้อความของข้อความถามแสดงความรู้สึกทางบวกและทางลบ ซึ่งมีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีเกณฑ์ในการประเมิน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการพิจารณาการให้คะแนนของข้อความแสดงความรู้สึกทางบวกและทางลบ

ข้อความทางบวก		ข้อความทางลบ	
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีค่าเป็น 5 คะแนน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีค่าเป็น 1 คะแนน
เห็นด้วย	มีค่าเป็น 4 คะแนน	เห็นด้วย	มีค่าเป็น 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	มีค่าเป็น 3 คะแนน	ไม่แน่ใจ	มีค่าเป็น 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	มีค่าเป็น 2 คะแนน	ไม่เห็นด้วย	มีค่าเป็น 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีค่าเป็น 1 คะแนน	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีค่าเป็น 5 คะแนน

4) นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบ เปิด (Open Approach) ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ ความถูกต้อง ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำ

5) นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบ เปิด (Open Approach) ที่ปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความ เหมาะสม โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของการสร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งมีมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ของ Likert's Five Rating Scale แล้วนำไปวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยเพื่อเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553: 103) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ประเมินความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับความเหมาะสมมากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.51 เมื่อพิจารณา 4 กระบวนการเชิงการประเมินเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์แต่ละกระบวนการ ดังนี้

1. อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.60

2. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.50

3. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.43

4. อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.50 โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะเฉพาะกระบวนการที่ 2 ดังนี้

อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หากต้องการใช้คำว่า “สิ่งเร้าที่มากกระตุ้น” ต้องอยู่นอกเหนือจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่นการที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นหรือชี้แนะ ให้กำลังใจ ครูจึงเป็นสิ่งเร้า หรืออารมณ์ก่อนเข้าชั้นเรียนของนักเรียน อารมณ์จึงเป็นสิ่งเร้าได้เช่นกัน

6) นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ไปทำการทดลองใช้ โดยสำรวจเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายจำนวน 40 คน จากนั้นตรวจสอบความเชื่อมั่นโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ซึ่งกำหนดค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ซึ่งได้ทำการทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ทั้งหมดรวมกันได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) เท่ากับ 0.963 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70 ดังนั้นสามารถยอมรับแบบวัดเจตคติดังกล่าว

7) นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์มาปรับปรุงอีกครั้งแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและถูกต้อง

8) นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย

จากข้อมูลเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ได้ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการสรุปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	ข้อมูลที่ได้	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)	ผลงานนักเรียน โดยวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive analysis)	เกณฑ์การวัดและประเมินตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance
2. แบบบันทึกภาคสนาม	ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม คำพูด และวิธีคิดหาคำตอบของนักเรียน	
3. กล้องบันทึกวิดีโอและภาพ โดยใช้โปรแกรม ShareX	ข้อมูลจากการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol)	
4. ผลงานนักเรียน	ข้อมูลจากกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน	
5. แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน	ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)	กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ของ Hannula M.S. (2002)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 เตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) จำนวน 10 แผน และแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนฉบับ

สมบูรณ์ที่ผ่านการทดลองใช้และได้ปรับปรุง จนผ่านการพิจารณาประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2 ขอนหนังสือแนะนำตัวผู้วิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ไปถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสุโข-ลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต 2 จังหวัดนราธิวาส เพื่อขอความร่วมมือและขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยสร้างความรู้ ความเข้าใจต่อผู้ช่วยวิจัยในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554)

2.2 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยประชุมเพื่อกำหนดบทบาทหน้าที่ของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ทั้งการสังเกตพฤติกรรม บันทึกคำพูดและวิธีคิดหาคำตอบของนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) การร่วมสะท้อนผลบทเรียนหลังการจัดการเรียนรู้กับผู้วิจัย และการนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับผู้วิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งในการจัดการเรียนรู้จะให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาเป็นคู่ ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

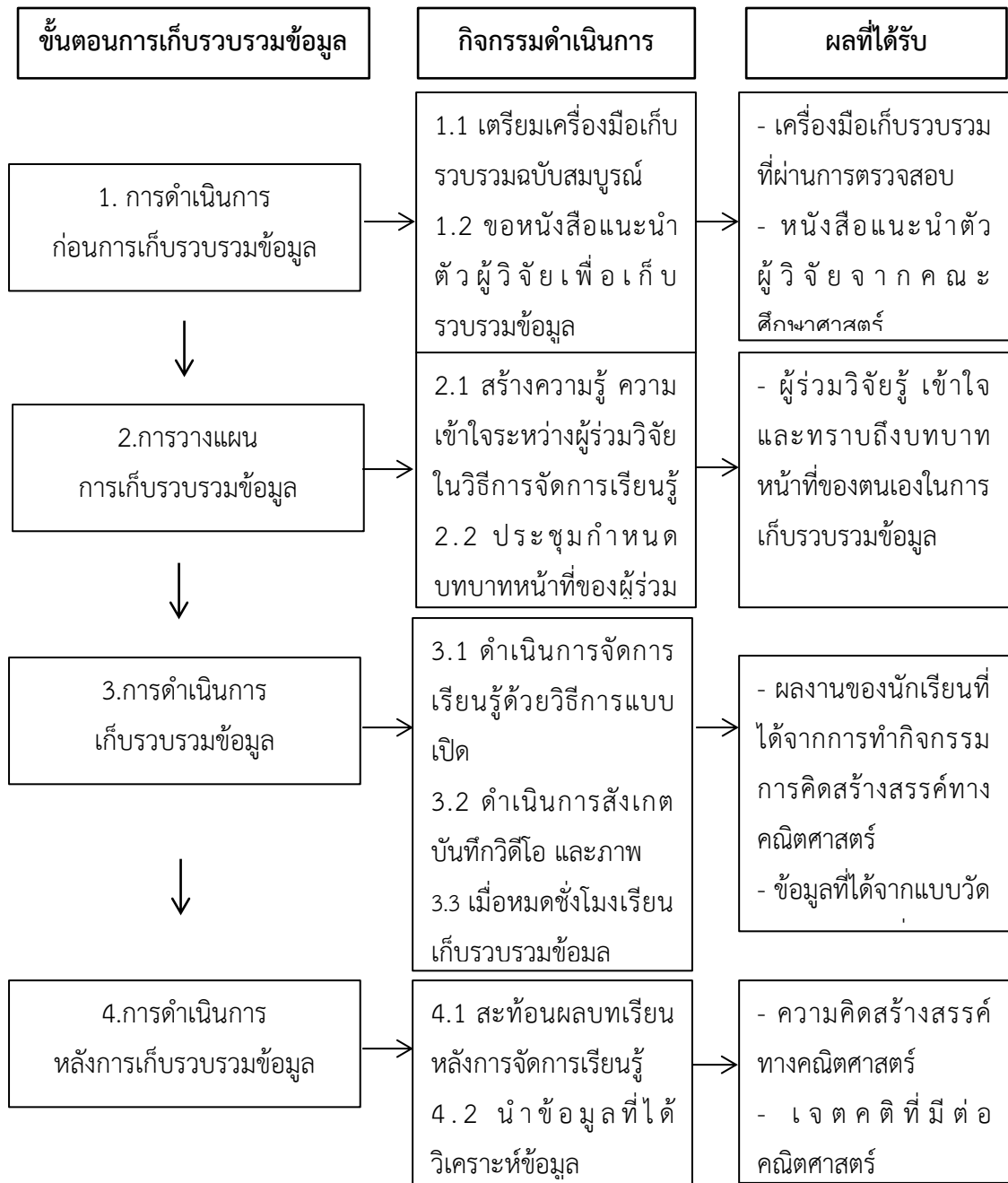
3.2 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยดำเนินการสังเกตและทำการบันทึกวิดีโอและภาพนิ่งในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแต่ละคาบ

3.3 เมื่อหมดชั่วโมงการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมผลงานของนักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการหลังการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันสะท้อนผลบทเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

4.2 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวิดีโอ เสียง และภาพนิ่ง ถอดเป็นข้อความในลักษณะการเขียนแทนการบรรยายคำพูดและพฤติกรรมความคิดของนักเรียน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

6.1 ข้อมูลจากการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocal Analysis) ในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

6.1.1 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันถอดข้อความจากวิดีโอ เสียง และภาพนิ่ง ในลักษณะการเขียนแทนการบรรยายคำพูดและพฤติกรรมความคิดของนักเรียนในขณะที่ทำกิจกรรมที่ได้จากการสนทนากันในระหว่างที่นักเรียนทำการแก้ปัญหา ตลอดจนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยแบ่งข้อความที่นักเรียนพูดออกเป็นเสียง พยางค์ คำ วลี หรือประโยค จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ให้ได้ว่าสิ่งเหล่านั้นแสดงถึงการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างไร มีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามการสังเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1 ปรากฏในหน้า 18 ที่ใช้ในการวิจัยนี้ จำนวนที่องค์ประกอบ อะไรบ้าง

6.2 ข้อมูลผลงานจากกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

6.2.1 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยดำเนินการจัดกลุ่มกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตามการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1 ปรากฏใน หน้า 18 โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ การคิดคล่อง (Fluency) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) การคิดริเริ่ม (Originality) และการคิดละเอียดลออ (Elaboration)

6.2.2 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทำการประเมินความคิดสร้างสรรค์แต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ตามเกณฑ์การตรวจผลงานการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยปรับเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance โดยแบ่งเป็นเกณฑ์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังตารางที่ 4 ปรากฏในหน้า 29 และนำข้อมูลที่ได้ออกมาเป็นสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (Percentage)

6.3 ข้อมูลจากแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ตามกรอบแนวคิดของ Hannula, M.S. (2002) ซึ่งเป็นการสำรวจเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ห้องเรียนพิเศษ โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก อำเภอสุโขทัย-ลก จังหวัดนราธิวาส ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน โดยรวมของชั้นเรียน นำข้อมูลที่ได้ออกมาเป็นสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำค่าเฉลี่ย (\bar{X}) มาแปลผลว่าอยู่ในระดับความคิดเห็นใดตามหลักการของ Likert's Five Rating Scale (บุญชม ศรีสะอาด, 2553: 100) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การแปลความหมายที่จัดระดับค่าเฉลี่ย (\bar{x})

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็นทางบวก	ระดับความคิดเห็นทางลบ
1.00 - 1.80	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.81 - 2.60	ไม่เห็นด้วย	เห็นด้วย
2.61 - 3.40	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ
3.41 - 4.20	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
4.21 - 5.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา โดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังนี้

7.1 ร้อยละ

$$\text{ร้อยละ} = \frac{\text{จำนวนข้อมูลที่ต้องการแปลค่า}}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} \times 100$$

7.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ คือ ผลรวมของค่าของข้อมูล

N คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

7.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ คือ ผลรวมของค่าของข้อมูล

$\sum x^2$ คือ ผลรวมของค่าของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง

n คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

X คือ ค่าของข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์
2. ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์

1. ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 แผน 10 ชั่วโมง ในลักษณะการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ชั้นเรียน เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) อนึ่งชื่อของนักเรียนที่ปรากฏเป็นนามสมมติทั้งสิ้น โดยมีเนื้อหาหลัก 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการจัดการข้อมูล ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ส่วนที่ 2 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแผนภูมิแท่ง ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 – 7

ส่วนที่ 3 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกราฟเส้น ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 – 10

ทั้งนี้หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่จัดการเรียนรู้ ได้แก่ ข้อมูลจากการบันทึกวิดีโอและภาพนิ่งของนักเรียนมาวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) โดยมีโครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 สรุปผลการวิเคราะห์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance จำนวน 10 แผน

1.1 วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ครูเริ่มต้นชั้นเรียนด้วยการพูดถึงสถานการณ์ปัญหาที่มีความใกล้เคียงชีวิตจริงของนักเรียนหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเพื่อให้นักเรียนนั้นเกิดความคุ้นชินและสามารถเข้าถึง เข้าใจ ในสถานการณ์ปัญหาที่ตนกำลังเผชิญ เช่น

สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา นราธิวาส) จากสถิติการติดเชื้อของเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 พบว่า 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา นราธิวาส) จะมีจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) สูงสุดเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ ดังสถานการณ์ปัญหาสำหรับกิจกรรมต่อไปนี้



ภาพที่ 7 สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19)

แม้แต่สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพอากาศในอำเภอสุโขทัย-ลก จังหวัดนราธิวาส ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่นักเรียนมีความรู้สึกถึงอากาศที่ร้อนขึ้นในชีวิตจริงและในชั้นนี้ นักเรียนสามารถพิจารณาได้จากภาพที่ครูนำมาให้พิจารณาทั้งบริเวณต่าง ๆ ในพื้นที่อำเภอสุโขทัย-ลก เช่น สภาพอากาศในบริเวณพื้นที่ในเมือง บริเวณริมแม่น้ำ และบริเวณนอกเมือง ทั้งนี้ครูได้ให้นักเรียนพิจารณาและอ่านกราฟเส้นเกี่ยวกับอุณหภูมิสูงสุดของของอำเภอสุโขทัย-ลก จังหวัดนราธิวาส ในสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 ดังสถานการณ์ปัญหาสำหรับกิจกรรมต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหา



สถานการณ์ปัญหา



สถานการณ์ปัญหา

อุณหภูมิสูงสุดของอำเภอสุโขทัย-ลก จังหวัดนราธิวาส ในสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 เป็นดังนี้



ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา

คำสั่ง

1. วันใดบ้างที่อุณหภูมิสูงสุดเท่ากัน และมีอุณหภูมิเท่าใด
2. ให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการหาจำนวนเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์นี้
3. ช่วงใดที่อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด สังเกตได้อย่างไร

ภาพที่ 8 สถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิสูงสุดของอำเภอสุโขทัย-ลก

เมื่อนักเรียนได้พิจารณาและอ่านกราฟเส้นข้างต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูจึงใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากการพิจารณา ดังภาพและตัวอย่างโพโตคอลของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การอ่านกราฟเส้น ต่อไปนี้

ครู : กราฟเส้นนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใด

นักเรียน : อุณหภูมิสูงสุดของของอำเภอสุโขทัย-ลก จังหวัดนราธิวาส ในสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564

ครู : นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวันของอำเภอสุโขทัย-ลก ที่ได้ดูจากกราฟเส้นเป็นอย่างไรบ้างครับ

นักเรียน: มีสภาพอากาศที่ร้อนนะ จะเห็นว่าอุณหภูมิอยู่ที่ 28 องศาเซลเซียส ขึ้นไป

ครู : ใช่ครับ เยี่ยมมากเลย แล้วในสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายน มีวันใดบ้าง

ดี : วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ มี 7 วัน ครับ

ครู : วันใดที่มีอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์นี้ สังเกตอย่างไร

เอ : วันอาทิตย์ค่ะ โดยสังเกตจุดที่อยู่บนกราฟเส้นจะอยู่สูงที่สุดค่ะ

ครู : วันใดที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดในสัปดาห์นี้ สังเกตอย่างไร

ซี : วันพุธและวันเสาร์ค่ะ โดยสังเกตจุดเช่นเดียวกับ เอ ที่อยู่ต่ำสุดบนกราฟเส้นค่ะ

ครู : แล้ววันใดบ้างที่อุณหภูมิสูงสุดเท่ากันและมีอุณหภูมิต่ำเท่าใด

เอ : อุณหภูมิสูงสุดเท่ากันก็จะมี

1) วันจันทร์และวันศุกร์มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

2) วันพุธและวันเสาร์มีอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ค่ะ ดังภาพที่

9 และ 10 ที่แสดงถึงความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1

แนวคิดของนักเรียน

วันที่อุณหภูมิสูงสุดเท่ากันคือ ① วันจันทร์และวันศุกร์ มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส
② วันพุธและวันเสาร์ มีอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 9 แนวคิดของ เอ

โอ : ของหนูก็ได้เหมือนของ เอ ค่ะ ดังภาพที่ 10

แนวคิดของนักเรียน

1) วันจันทร์ - วันศุกร์ มีอุณหภูมิอยู่ 32°C 2) วันพุธ-วันเสาร์ มีอุณหภูมิอยู่ 28°C

ภาพที่ 10 แนวคิดของ โอ

ครู : แล้วอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายนนี้เป็นอย่างไรครับ โดยครูให้นักเรียนเขียนแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการหาจำนวนเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์นี้ลงในใบกิจกรรมอีกครั้งนะครับ ให้นักเรียนหาจำนวนเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายน

หลังจากนั้นครูให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจกับคำสั่งที่ 2 โดยให้นักเรียนเขียนแนวคิดลงในใบกิจกรรม เพื่อแสดงวิธีการคิดในการหาจำนวนเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์แรกของเดือนมิถุนายน

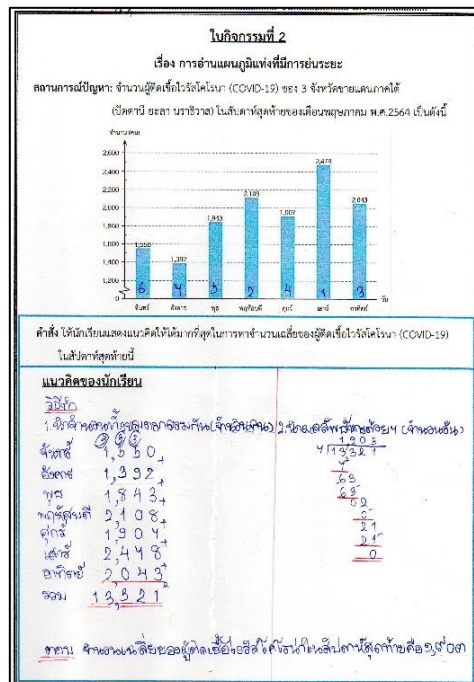
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาแล้วในทุก ๆ คาบของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยเขียนแนวคิดลงไปใบบกกิจกรรม ในช่วงต้นของขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ประมาณ 2-3 นาที ครูพยายามสอบถามและกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาว่า เราจะใช้วิธีการใดได้บ้างในการแก้ปัญหาครั้งนี้และพยายามให้นักเรียนเขียนแนวคิดในการหาคำตอบให้ได้มากที่สุด

2.1 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแผนภูมิแท่ง

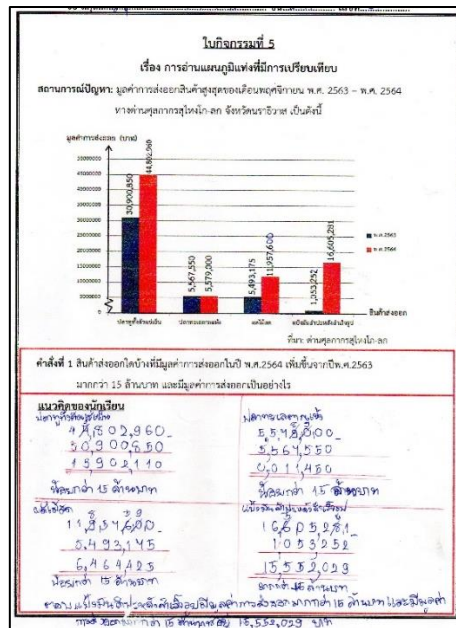
นักเรียนจะพิจารณาแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะและคำสั่งของสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับแล้วพยายามที่จะแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุด

2.1.1 การอ่านแผนภูมิแท่ง ในการหาจำนวนเฉลี่ย นักเรียนส่วนใหญ่พยายามอธิบายว่า เขาพยายามที่จะนำจำนวนข้อมูลทั้งหมดมาบวกกันก่อน จากนั้นจึงนำผลบวกที่ได้มาหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ดังภาพที่ 11



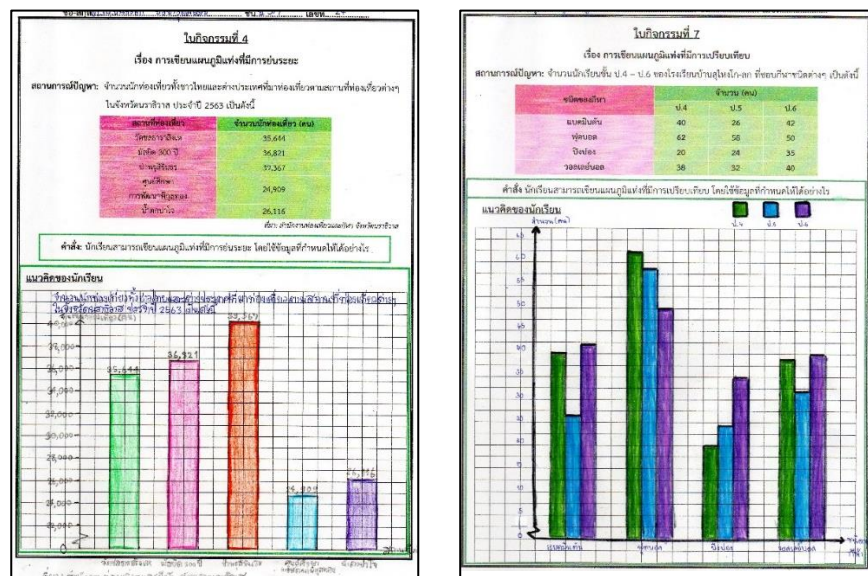
ภาพที่ 11 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการหาจำนวนเฉลี่ย

การเปรียบเทียบของจำนวน นักเรียนส่วนใหญ่พยายามอธิบายว่า เขาพยายามที่จะใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนของการบวกหรือการลบในการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเปรียบเทียบของจำนวน

2.1.2 การเขียนแผนภูมิแท่ง นักเรียนส่วนใหญ่มีการเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะในการนำเสนอข้อมูลในรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูลที่มากหรือใกล้เคียงของแต่ละชุดใช้เครื่องหมายแสดงการย่อระยะของเส้นแสดงจำนวน เพื่อลดการแสดงข้อมูลในช่วงนั้น ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเขียนแผนภูมิแท่ง

2.2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกราฟเส้น

นักเรียนจะพิจารณากราฟเส้นและคำสั่งของสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับแล้วพยายามที่จะแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุด

2.2.1 การอ่านกราฟเส้นในการหาจำนวนเฉลี่ย นักเรียนส่วนใหญ่พยายามอธิบายว่า เขาพยายามที่จะนำจำนวนข้อมูลทั้งหมดมาบวกกันก่อน จากนั้นจึงนำผลบวกที่ได้มาหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ดังภาพที่ 14

$$\begin{aligned} \text{วิธีการหาค่าเฉลี่ย} &= \frac{\text{นำข้อมูลทั้งหมดมาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล}}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} \\ &= \frac{32 + 29 + 28 + 30 + 32 + 28 + 33}{7} \\ &= \frac{212}{7} = \square \quad (\text{212 คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดมาบวกกัน} \quad (7 \text{ คือ จำนวนข้อมูล})) \\ &= 30.29 \text{ องศาเซลเซียส} \end{aligned}$$

ภาพที่ 14 การหาจำนวนเฉลี่ย โดยเขียนอยู่ในรูปการหาร

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางคนที่พยายามอธิบายว่า การหาจำนวนเฉลี่ยสามารถทำได้ โดยนำจำนวนข้อมูลทั้งหมดมาเขียนไว้ก่อนแล้วแต่ละจำนวนต้องเขียนคั่นด้วยเครื่องหมายบวก เพื่อบ่งบอกว่านำมาบวกกันก่อน เสร็จแล้วจึงเขียนเส้นส่วนเพื่อนำมาหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดดังภาพที่ 15

$$\frac{32 + 29 + 28 + 30 + 32 + 28 + 33}{7} = \frac{212}{7} = 30.29 \text{ องศาเซลเซียส}$$

นำข้อมูลสูงสุดสุดจากแต่ละส่วนมาบวกกัน = อุณหภูมิเฉลี่ย

จำนวนทั้งหมด

$$\begin{array}{r} 7 \overline{) 212.000} \\ \underline{030.225} \end{array}$$

ภาพที่ 15 การหาจำนวนเฉลี่ย โดยเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน

การคาดการณ์แนวโน้มที่เกิดขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่มีการคาดการณ์แนวโน้มที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนและหลังของเวลา หรือใช้การพิจารณาความชันของกราฟเส้นเพื่อคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต ทั้งนี้อาศัยการให้เหตุผลตามหลักความเป็นจริงที่เกิดขึ้นตามเหตุการณ์ปัจจุบัน ดังภาพที่ 16

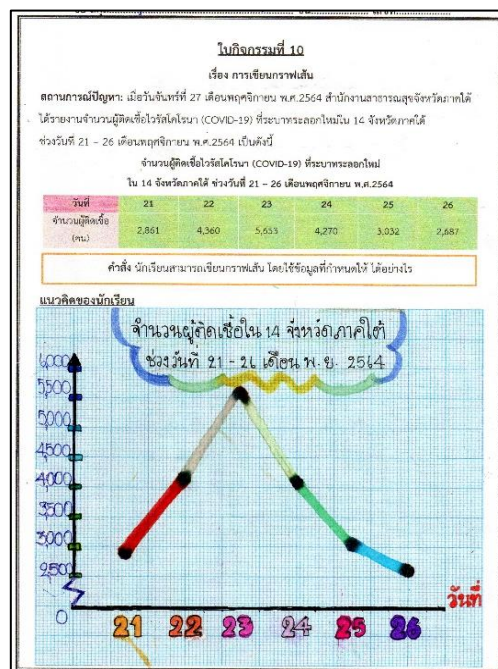
จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา COVID-19 รายใหม่โดยเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ระหว่างเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 อัตรา: 64 ราย

- ① มีผู้ติดเชื้อลดลงทำให้การรวมของโรคลดลง
- ② มีกาชดุดแลตัวเองเพิ่มขึ้น เช่น สวมแมส্ক ดั้งมือ เว้นระยะห่างเพิ่มขึ้น ฯลฯ
- ③ มีคนได้รับวัคซีนเพิ่มขึ้น
- ④ มีการตรวจคัดกรองมากขึ้น

ผู้ไปซื้อหน้ากากอนามัย จากวันที่ถ้าตรงตามลำดับ เพราะ วัคซีนออกแล้ว ผู้คนก็กลัวมากขึ้น ผู้คนเริ่มสวมหน้ากากอนามัย ล้างมือให้สะอาด ใส่อุปกรณ์ต่าง ฯลฯ เชื้อยงทอชกันทางไปยงไม่เพิ่ม

ภาพที่ 16 การคาดการณ์แนวโน้มที่เกิดขึ้นจากการอ่านกราฟเส้น

2.2.2 การเขียนกราฟเส้น นักเรียนส่วนใหญ่เขียนกราฟเส้นที่มีการย่อระยะของเส้นแสดงจำนวนในการนำเสนอข้อมูล โดยการใช้จุดแทนปริมาณของข้อมูลที่มากหรือใกล้เคียงของแต่ละรายการ และใช้ส่วนของเส้นตรงเชื่อมต่อระหว่างจุดกับรายการ จนเห็นการเปลี่ยนของข้อมูลอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนและหลังของเวลา ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเขียนกราฟเส้น

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้สถานการณ์ปัญหาและคำสั่ง แล้วแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลด้วยตนเองเป็นที่เรียบร้อย ในขั้นนี้ครูได้ขออาสาสมัครหรือนักเรียนที่มีความพร้อมในการนำเสนอเพื่ออธิบายผลงานของตนเอง รวมทั้งมีการอภิปรายแนวคิดที่เกิดขึ้นร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ดังภาพและตัวอย่างโปรโตคอลที่ปรากฏองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1 ปรากฏในหน้า 18 ต่อไปนี้

3.1 การคิดคล่อง (Fluency) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในประเด็นหรือสถานการณ์ปัญหาเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว มีหลายคำตอบที่เป็นไปได้ โดยไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก ภายในเวลาที่กำหนด ดังภาพและโปรโตคอล (Protocal) ในการหาจำนวนเฉลี่ย ต่อไปนี้

ภาพที่ 18 การนำเสนอผลงานของ ด.ญ. เอ โดยเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน

ตัวอย่างโปรโตคอล (Protocal) ในการคิดคล่องของ ด.ญ. เอ ดังนี้

“หนูพร้อมค่ะ ขออนุญาตอธิบายนะคะ ในการหาอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยนี้ เป็นการนำอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวันมาบวกกันแล้วส่วนด้วยจำนวนวันทั้งหมด ก็จะได้อุณหภูมิเฉลี่ย นั่นก็คือ นำ $32^{\circ} + 29^{\circ} + 28^{\circ} + 30^{\circ} + 32^{\circ} + 28^{\circ} + 33^{\circ}$ ทั้งหมดส่วนด้วย 7 เนื่องจาก 1 สัปดาห์เรามี 7 วัน ก็จะได้ 212° ส่วน 7 เท่ากับ 30.29° ค่ะ”

เช่นเดียวกับ ด.ญ. ซี “สำหรับของเราก็จะนำอุณหภูมิทุกวันมาบวกกัน แล้วนำผลลัพธ์หารด้วย 7 (จำนวนวันทั้งหมด)” ดังภาพที่ 19

ภาพที่ 19 แนวคิดของ ด.ญ. ซี

ทั้งนี้ ด.ช.เอฟ ก็ได้แสดงถึงความเข้าใจในการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของตน “อ้อ แสดงว่าเราต้องเอาจำนวนอนุกรมทั้ง 7 วัน มารวมกันแล้วไปหารด้วย 7 เพราะที่หารด้วย 7 ก็คือมี 7 วัน”

และแนวคิดของ ด.ญ.บี ก็ยังใช้วิธีการเดียวกับ ด.ญ.ซี คือ “นำ จำนวนอนุกรมทั้ง 7 วัน มารวมกันแล้วไปหารด้วยจำนวนวันทั้งหมด” ดังภาพที่ 20

วิธีการหาค่าเฉลี่ย = นำอนุกรมทั้งหมดมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนวัน

$$= 32 + 31 + 30 + 29 + 28 + 27 + 26$$

$$= 213 \div 7 = \square \quad (213 \text{ คือ จำนวนอนุกรมทั้งหมดที่นำมารวมกัน} \quad (7 \text{ คือ จำนวนวัน}))$$

$$= 30.2 \text{ องศาเซลเซียส}$$

ภาพที่ 20 แนวคิดของ ด.ญ.บี

จะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการพูดคุย สนทนาแลกเปลี่ยนทางความคิดของนักเรียนในชั้น การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียนถึงวิธีการหาจำนวนเฉลี่ย ปรากฏการคิดคล่อง (Fluency) ดังที่แสดงในโปรโตคอล (Protocal) ของ ด.ญ.เอ “การนำอนุกรมสูงสุดของแต่ละวัน มาบวกกันแล้วส่วนด้วยจำนวนวันทั้งหมด”, โปรโตคอล (Protocal) ของ ด.ญ.ซี “นำอนุกรมทุกวัน มาบวกกันแล้วนำผลลัพธ์หารด้วย 7 (จำนวนวันทั้งหมด)” เช่นเดียวกับ ด.ช.เอฟ และโปรโตคอล (Protocal) ของ ด.ญ.บี “นำจำนวนอนุกรมทั้ง 7 วัน มารวมกันแล้วไปหารด้วยจำนวนวันทั้งหมด”

จากนั้นครูได้สอบถามนักเรียนว่ามีนักเรียนคนใดที่แสดงแนวคิดได้แตกต่างจากแนวคิดของเพื่อน ๆ เหล่านี้บ้าง เพื่อนำไปสู่การเกิดการคิดริเริ่ม (Originality) ดังต่อไปนี้

3.2 การคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม โดยมีวิธีการหรือแนวทางการคิดที่ซ้ากับความคิดของคนอื่นน้อยที่สุดในชั้นเรียน ดังตัวอย่างภาพและโปรโตคอล (Protocal) ต่อไปนี้

3.2.1 การหาจำนวนเฉลี่ย

ตัวอย่างโปรโตคอล (Protocal) ในการคิดริเริ่มของ ด.ญ. เจ ดังนี้

“จะเป็นไปได้ป่าว ถ้าเรามองว่าอนุกรมทั้ง 7 วัน เท่ากับ 212 องศาเซลเซียส แล้วเอามาเทียบกับ 1 วัน ว่าจะมีอนุกรมเท่าใด โดยข้อมูลเรามี 7 วัน เมื่อต้องการหาเฉลี่ยจึงเทียบกับ 1 วัน จะได้อนุกรมที่มีค่าเป็นกลาง ๆ ของอนุกรมทั้ง 7 วัน ดังนั้นอนุกรมทั้ง 7 วัน เท่ากับ 212 องศาเซลเซียส ก็จะได้อนุกรมเฉลี่ยวันละ 30.28 องศาเซลเซียสนั่นเอง”

จะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการพูดคุย สนทนาแลกเปลี่ยนทางความคิดของ ด.ญ. เจ มีแนวคิดหรือวิธีการที่แตกต่างจากเพื่อนในชั้นเรียนในการหาจำนวนเฉลี่ย ซึ่งแนวคิดนี้ปรากฏเพียงแนวคิดเดียวในชั้นเรียน และไม่มีนักเรียนคนใดคิดโดยใช้วิธีการนี้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่า ด.ญ. เจ มีการคิดริเริ่ม (Originality) ที่เป็นแนวคิดไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน ดังที่แสดงในโปรโตคอล (Protocal) ของ ด.ญ. เจ “ข้อมูลเรามี 7 วัน เมื่อต้องการหาเฉลี่ยจึงเทียบกับ 1 วัน จะได้ข้อมูลที่มามีค่าเป็นกลาง ๆ ของข้อมูลที่ทั้ง 7 วัน”

3.2.2 การเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ โดยกำหนดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่ใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูล 3 ชุด ได้แก่ ชั้น ป.4 ป.5 และ ป.6 แล้วกำหนดสัญลักษณ์เพื่อแสดงข้อมูลแต่ละชุด ทั้งนี้มีการกำหนดชื่อแผนภูมิและตัวแผนภูมิที่ประกอบด้วยเส้นแสดงจำนวน เส้นแสดงรายการ หรือแม้แต่การกำหนดความกว้างที่เท่ากันของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละชุด แต่ละรายการที่เท่ากัน รวมถึงการกำหนดจำนวนที่เส้นแสดงจำนวนที่ให้ช่วงห่างหรือจำนวนบนเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันไปของแต่ละคน ดังภาพและโปรโตคอล (Protocal) ต่อไปนี้

ตัวอย่างโปรโตคอล (Protocal) ด.ญ. จี ซึ่งมีลักษณะการคิดที่สอดคล้องกับนักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียน ดังนี้

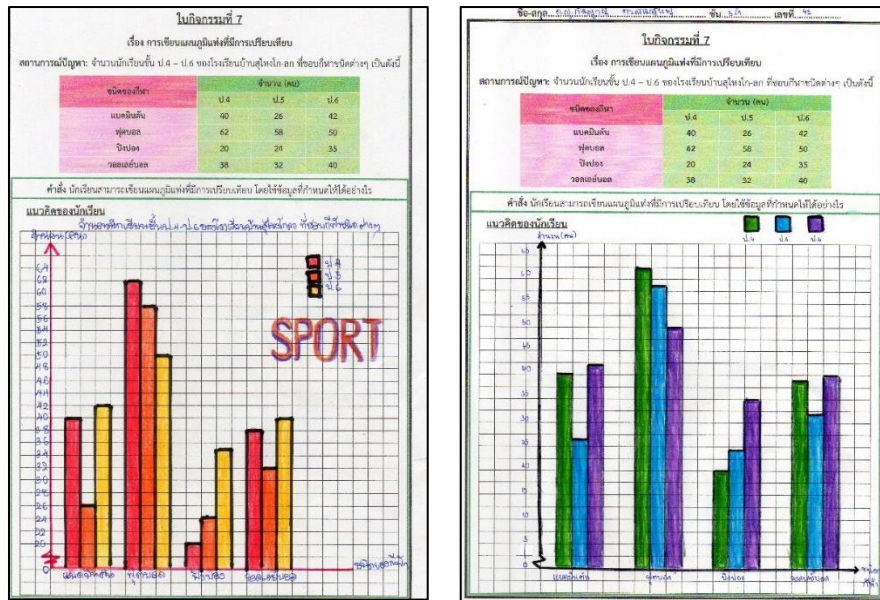
“แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจะมีตัวของแผนภูมิ ซึ่งมีเส้นแสดงจำนวน แสดงเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่ชอบกีฬาชนิดต่าง ๆ โดยมีรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงรายการแต่ละรายการ ซึ่งแต่ละรายการ มีนักเรียนที่ชอบชนิดกีฬานั้น ๆ อยู่ 3 ชั้น คือ ป.4 ป.5 และป.6 เช่นรายการแบดมินตันเราก็ต้องเขียนรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 3 รูป ซึ่ง 3 รูป คือ 3 ชั้น มีการกำหนดระยะห่างระหว่างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรายการเท่า ๆ กัน และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากก็ต้องกว้างเท่า ๆ กันด้วย ส่วนข้อมูล ป.4 ป.5 และป.6 แม้เป็นรายการเดียวกันก็สามารถเขียนติดกันได้เลย รวมทั้งเส้นแสดงรายการเริ่มต้นที่ 0 แต่ข้อมูลแต่ละรายการมีมาก เราก็ใช้เส้นหยักเพื่อย่นระยะเหมือนครั้งก่อน”

ทั้งนี้ ด.ญ.เอ มีการอภิปรายเพิ่มเติมในส่วนของข้อกำหนดสัญลักษณ์แทนลงไปในรูปแบบสี่เหลี่ยมมุมฉากในแต่ละรายการดังนี้

“เรากำหนดให้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีแดงแทนชั้นป.4 รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีส้มแทนชั้นป.5 และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีเหลืองแทน ชั้นป.6”

ส่วนของ ด.ช.โอ ได้กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีเขียวแทนชั้นป.4 รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีส้มแทนชั้นป.5 และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีฟ้าแทนชั้นป.6

และด.ช.เค ได้กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีเขียวเข้มแทนชั้นป.4 รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากน้ำเงินแทนชั้นป.5 และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสีม่วงแทนชั้นป.6 ดังภาพที่ 21

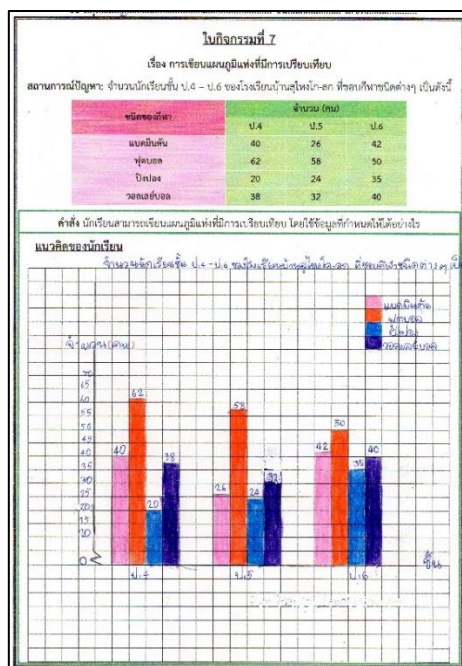


ภาพที่ 21 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการเขียนกราฟเส้น

ทั้งนี้ ด.ญ. ลา มีลักษณะการคิดที่แตกต่างกับนักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียน ซึ่งเป็นแนวคิดเดียวที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ดังตัวอย่างภาพและโปรโตคอล (Protocal) ในการคิดริเริ่มของ ด.ญ. ลา ดังนี้

ตัวอย่างโปรโตคอล (Protocal) ในการคิดริเริ่มของ ด.ญ. ลา (นามสมมติ) ดังนี้

“หนูต่างจากของเพื่อนตรงที่เส้นแสดงรายการแทนเป็นชั้น เส้นแสดงจำนวนแทนจำนวนนักเรียนที่ชอบชนิดกีฬาต่าง ๆ เหมือนกับเพื่อน ๆ ในส่วนของการกำหนดสีบนรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นก็ต่างจากเพื่อน ๆ ตรงที่หนูใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนชนิดกีฬาต่าง ๆ โดยสี่เหลี่ยม แทน แบดมินตัน สีส้ม แทน ฟุตบอล สีน้ำเงิน แทน ปิงปอง และสีม่วง แทน วอลเลย์บอลคะ”
ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 แนวคิดของ ด.ญ.ลา

จะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการพูดคุย สนทนาแลกเปลี่ยนทางความคิดของ ด.ญ. ลา มีแนวคิดหรือวิธีการที่แตกต่างจากเพื่อนในชั้นเรียนในการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ ซึ่งแนวคิดนี้ปรากฏเพียงแนวคิดเดียวในชั้นเรียน และไม่มีนักเรียนคนใดคิดโดยใช้วิธีการนี้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่า ด.ญ. ลา มีการคิดริเริ่ม (Originality) ที่เป็นแนวคิดไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน ดังที่แสดงใน โพรโตคอล (Protocal) ของ ด.ญ. ลา “กำหนดเส้นแสดงรายการแทนเป็นชั้น และเส้นแสดงจำนวนแสดงจำนวน (คน) ต่อชนิดกีฬา”

เมื่อพิจารณาแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิด จึงสามารถจัดกลุ่มทางแนวคิดในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การเกิดการคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ดังต่อไปนี้

3.3 การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีหลากหลายวิธีการหรือแนวทางการคิดซึ่งได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด จึงเกิดกลุ่มแนวคิดที่แตกต่างหลายประเภท ดังตัวอย่างโพรโตคอล (Protocal) ต่อไปนี้

3.3.1 การหาจำนวนเฉลี่ย

กลุ่มแนวคิดที่ 1 การแสดงวิธีหาอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ย จากความสัมพันธ์
การหาค่าเฉลี่ย (เขียนอยู่ในรูปเศษส่วน)

$$\begin{aligned}
 \text{จาก ค่าเฉลี่ย} &= \frac{\text{ผลรวมของจำนวนข้อมูลทั้งหมด}}{\text{จำนวนของข้อมูลทั้งหมด}} \\
 &= \frac{\text{ผลรวมของจำนวนอุณหภูมิทั้งหมด}}{\text{จำนวนวันทั้งหมด}} \\
 &= \frac{32^{\circ} + 29^{\circ} + 28^{\circ} + 30^{\circ} + 32^{\circ} + 28^{\circ} + 33^{\circ}}{7} \\
 &= 30.29^{\circ}
 \end{aligned}$$

กลุ่มแนวคิดที่ 2 การแสดงวิธีหาอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ยจากการเขียนอยู่ในรูปของการหาร

<p>1) นำจำนวนอุณหภูมิของวันจันทร์ถึงอาทิตย์มาบวกกัน</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding-right: 20px;">จันทร์</td><td style="text-align: right;">32°</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td>อังคาร</td><td style="text-align: right;">29°</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td>พุธ</td><td style="text-align: right;">28°</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td>พฤหัสบดี</td><td style="text-align: right;">30°</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td>ศุกร์</td><td style="text-align: right;">32°</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td>เสาร์</td><td style="text-align: right;">28°</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td>อาทิตย์</td><td style="text-align: right;">33°</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td>รวม 7 วัน</td><td style="text-align: right;"><u>212°</u></td></tr> </table>	จันทร์	32°		+	อังคาร	29°		+	พุธ	28°		+	พฤหัสบดี	30°		+	ศุกร์	32°		+	เสาร์	28°		+	อาทิตย์	33°		+	รวม 7 วัน	<u>212°</u>	<p>2) นำจำนวนอุณหภูมิทั้งหมดหารด้วย 7 วัน</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">30.285</td></tr> <tr><td style="border-top: 1px solid black; text-align: right;">7) 212°</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">21</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">02.0</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">01.4</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">0.60</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">0.56</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">0.040</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">0.035</td></tr> <tr><td style="text-align: right;"><u>0.005</u></td></tr> </table>	30.285	7) 212°	21	02.0	01.4	0.60	0.56	0.040	0.035	<u>0.005</u>
จันทร์	32°																																								
	+																																								
อังคาร	29°																																								
	+																																								
พุธ	28°																																								
	+																																								
พฤหัสบดี	30°																																								
	+																																								
ศุกร์	32°																																								
	+																																								
เสาร์	28°																																								
	+																																								
อาทิตย์	33°																																								
	+																																								
รวม 7 วัน	<u>212°</u>																																								
30.285																																									
7) 212°																																									
21																																									
02.0																																									
01.4																																									
0.60																																									
0.56																																									
0.040																																									
0.035																																									
<u>0.005</u>																																									

หากผลลัพธ์ต้องการทศนิยม 2 ตำแหน่ง จึงตอบได้ว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์นี้เป็น 30.29°

กลุ่มแนวคิดที่ 3 การแสดงวิธีหาอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ย จากการเทียบ
บัญญัติไตรยางค์

ใน 7 วัน มีอุณหภูมิสูงสุดทั้งหมด 212 องศาเซลเซียส

ถ้า 1 วัน มีอุณหภูมิสูงสุดเป็น $\frac{212}{7} = 30.28$ องศาเซลเซียส

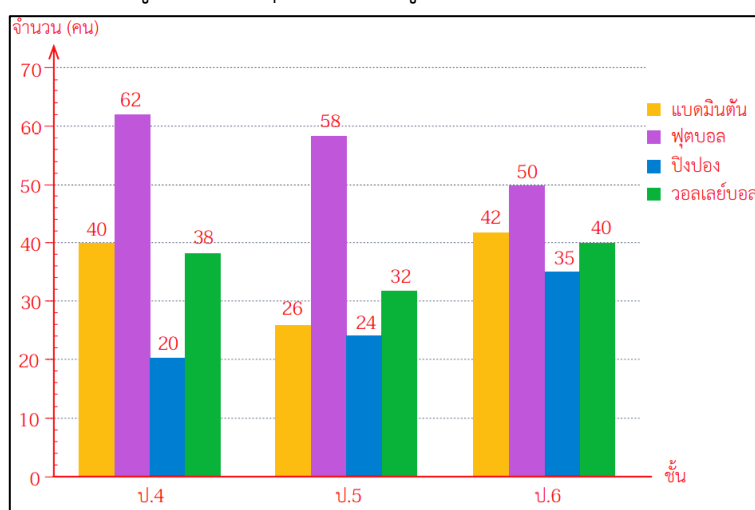
7

ดังนั้นอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ยในสัปดาห์นี้เป็น 30.28 องศาเซลเซียส

จะเห็นได้ว่า นักเรียนพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งนี้ครูและนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียนที่เกิดขึ้น จนเกิดกลุ่มแนวคิดในการหาจำนวนเฉลี่ยเป็น 3 กลุ่มแนวคิด ได้แก่ กลุ่มแนวคิดที่ 1 การใช้ความสัมพันธ์การหาค่าเฉลี่ยที่เขียนอยู่ในรูปเศษส่วน กลุ่มแนวคิดที่ 2 การเขียนอยู่ในรูปของการหาร และกลุ่มแนวคิดที่ 3 การใช้การเทียบบัญญัติไตรยางศ์

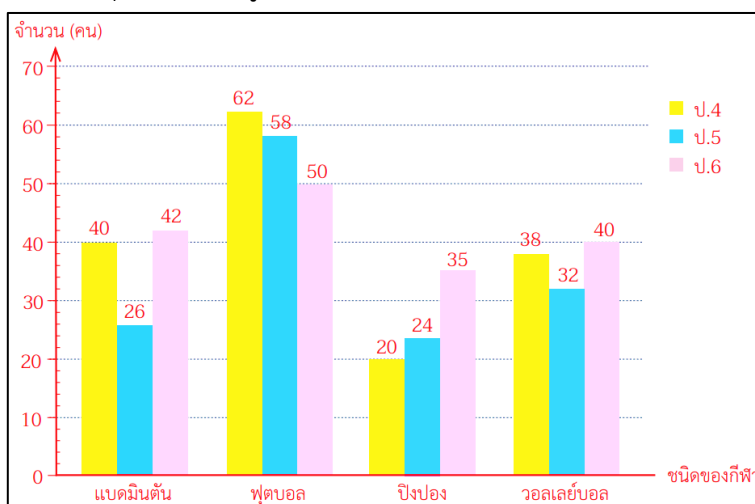
3.3.2 การเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

กลุ่มแนวคิดที่ 1 กำหนดเส้นแสดงรายการระบุเป็นชนิดของกีฬา และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปจะแทนเป็นชั้นเรียน ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 กลุ่มแนวคิดที่ 1 ในการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

กลุ่มแนวคิดที่ 2 กำหนดเส้นแสดงรายการระบุเป็นชั้นเรียนและสัญลักษณ์ที่ใช้แทนของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปจะแทนเป็นชนิดของกีฬา ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 กลุ่มแนวคิดที่ 2 ในการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

3.4 การคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิดตามหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จัดระบบการคิดในการวางแผนและอธิบายได้ชัดเจน กระชับ ครบถ้วน สมบูรณ์แบบในการคิดอย่างรอบคอบ จากการพิจารณาโพรโตคอล (Protocol) ทั้งการคิดคล่อง (Fluency) การคิดริเริ่ม (Originality) และการคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ข้างต้น เมื่อพิจารณาหลักการทางคณิตศาสตร์ทำให้ค้นพบการคิดละเอียดลออ (Elaboration) กล่าวคือ

3.4.1 การหาจำนวนเฉลี่ย

นักเรียนนำหลักการทางคณิตศาสตร์และพยายามที่จะอธิบายถึงวิธีการหาค่าเฉลี่ย ทั้งการใช้ความสัมพันธ์การหาค่าเฉลี่ยที่เขียนอยู่ในรูปเศษส่วน หรือการเขียนอยู่ในรูปของการหาร และการใช้บัญญัติไตรยางศ์เพื่อเปรียบเทียบในการหาความสัมพันธ์ของจำนวนทั้งสอง

3.4.2 การเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

นักเรียนมีการกำหนดชื่อแผนภูมิ และตัวแผนภูมิที่ประกอบด้วยเส้นแสดงจำนวนเส้นแสดงรายการ การกำหนดความกว้างที่เท่ากันของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละชุด แต่ละรายการ รวมถึงการกำหนดจำนวนที่เส้นแสดงจำนวนที่ให้ช่วงห่างหรือจำนวนบนเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันไปของนักเรียนแต่ละคน ตามหลักการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากที่มีการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนได้ทบทวนถึงวิธีการในการแก้ปัญหาที่ตนได้เรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งการร่วมอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ทั้งนี้ครูได้มีการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำให้นักเรียนได้เห็นถึงกระบวนการของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน การนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและการมองถึงคณิตศาสตร์อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ดังตัวอย่างโพรโตคอลต่อไปนี้

ครู : นักเรียนจับประเด็นสำคัญของคำสั่งที่ 2 ในการหาอนุกรมสูงสุดโดยเฉลี่ยได้อย่างไรบ้างครับ

นักเรียน : เหมือนเราต้องนำเอาจำนวนอนุกรมทั้งหมดมาบวกกัน และหลังจากนั้นก็นำไปหารกับ 7 วัน

ครู : ใช่เลยครับ จะเห็นได้ว่าในคำสั่งที่ 2 การหาอนุกรมสูงสุดโดยเฉลี่ยสามารถที่จะนำผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหารด้วยจำนวนรายการของข้อมูลได้ โดยอาจจะเขียนในรูปของความสัมพันธ์ในการหาค่าเฉลี่ยที่เขียนอยู่ในรูปเศษส่วนหรือการนำเขียนอยู่ในรูปของการหาร ไม่ทราบว่าสำหรับ 2 วิธีการนี้ นักเรียนพอเข้าใจไหมครับ

นักเรียน : เข้าใจครับ/ค่ะ

ครู : และอีกวิธีการหนึ่งจะสังเกตว่ามีการใช้บัญญัติไตรยางศ์ที่เปรียบเทียบสัดส่วนเพื่อหาความสัมพันธ์ของจำนวนทั้งสองให้ได้ค่าเฉลี่ยออกมา จนได้ผลลัพธ์เดียวกันกับ 2 วิธีการข้างต้น

นักเรียน : โอเคเลย

ครู : โอนะครับ ในคาบเรียนถัดไป เรายังคงเรียนรู้ในเรื่องของการอ่านกราฟเส้น โดยเฉพาะจะมีการคาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นของเหตุการณ์ปัจจุบันตามช่วงเวลา ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เราทุกคนกำลังเผชิญอยู่ ขอให้นักเรียนเตรียมตัวเองให้พร้อมนะครับ

1.2 สรุปผลการวิเคราะห์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance จำนวน 10 แผน

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยของคะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 10

การจัดการเรียนรู้ที่	ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย \bar{X} (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล	2.64	2.25	1.48	1.68
2 การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ	1.45	1.52	1.41	1.68
3 การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ	1.00	1.00	1.80	1.95
4 การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ	N/A	N/A	1.52	1.98
5 การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ	2.36	1.11	1.50	1.86
6 การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ	1.16	1.82	1.75	2.05
7 การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ	N/A	N/A	1.82	2.07
8 การอ่านกราฟเส้น	1.86	1.61	1.66	1.95
9 การอ่านกราฟเส้น	2.39	1.57	1.61	1.95
10 การเขียนกราฟเส้น	N/A	N/A	1.61	1.64
ภาพรวม	1.84	1.55	1.62	1.88

จากตารางที่ 12 การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านของนักเรียนทั้ง 44 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในการจัดการเรียนรู้ที่ 1-10 เมื่อพิจารณาเป็นภาพรวมรายด้านพบว่า

1) ด้านการคิดละเอียดลออ มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเป็น 1.88 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ส่งผลให้เกิดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดละเอียดลออทั้ง 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่า 1.1) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูล นักเรียนมีการนำสิ่งที่เก็บรวบรวมข้อมูลมาได้นำมาจัดการกับข้อมูลตามหลักการคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการนับเบื้องต้นในการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ เพื่อพิจารณาจำนวนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การสัมภาษณ์ หรือการสอบถาม 1.2) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับแผนภูมิแท่งใน ส่วนของการอ่านแผนภูมิแท่ง นักเรียนมีการใช้หลักการคณิตศาสตร์ เช่น การเทียบบัญญัติไตรยางศ์ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนในการหาความสัมพันธ์ของจำนวนทั้งสองให้ได้มาซึ่งการหาค่าเฉลี่ย ใช้หลักการประมาณค่าของจำนวนเต็มและใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนของการบวกหรือการลบในการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลหรือการพิจารณาเชิงรูปธรรมที่ใช้ภาพแทน และในส่วนของการเขียนแผนภูมิแท่ง นักเรียนมีการเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวนในการนำเสนอข้อมูลในรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูลที่มากหรือใกล้เคียงของแต่ละชุด หรือแต่ละรายการและใช้เครื่องหมายแสดงการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน เพื่อละการแสดงข้อมูลในช่วงนั้น จนทำให้อ่านข้อมูลได้ง่ายขึ้น ทั้งยังมีการกำหนดความกว้างที่เท่ากันของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละชุด แต่ละรายการที่เท่ากัน รวมถึงการกำหนดจำนวนที่เส้นแสดงจำนวนที่ให้ช่วงห่างหรือจำนวนบนเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันไปของนักเรียนแต่ละคน 1.3) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการกราฟเส้นใน ส่วนของการอ่านกราฟเส้น นักเรียนมีการใช้หลักการคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการลบเพื่อหาความต่างของการเปลี่ยนแปลงที่มากที่สุดหรือน้อยที่สุด ทั้งยังมีการคาดการณ์แนวโน้มที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนและหลังของเวลาหรือใช้การพิจารณาความชันของกราฟเส้นเพื่อคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต ทั้งนี้อาศัยการให้เหตุผลตามหลักความเป็นจริงที่เกิดขึ้นที่เป็นเหตุการณ์ปัจจุบันและในส่วนของการเขียนกราฟเส้น นักเรียนมีการเขียนกราฟเส้นด้วยการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวนในการนำเสนอข้อมูล โดยใช้จุดแทนปริมาณของข้อมูลที่มากหรือใกล้เคียงของแต่ละรายการ และใช้ส่วนของเส้นตรงเชื่อมต่อระหว่างจุดกับรายการ จนเห็นการเปลี่ยนของข้อมูลอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนและหลังของเวลา ทั้งนี้นักเรียนมีการวางแผน มีการจัดระบบทางความคิดและพยายามเขียนแนวคิดของตนเองลงใบกิจกรรมคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายถึงวิธีการคิดตามหลักการคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ตนได้รับ

2) ด้านการคิดคล่องมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.84 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ส่งผลให้เกิดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ด้านการ

คิดคล่อง ทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่า 2.1) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูล นักเรียนมีการวางแผนถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลตามประเด็นที่ตนสนใจ 2.2) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการอ่านแผนภูมิแท่งและกราฟเส้น นักเรียนมีการเขียนแสดงถึงการคิดหาคำตอบที่เหมาะสมหลากหลายแนวทางให้ได้มาซึ่งคำตอบในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งปรากฏแนวทางของคำตอบ 1 – 2 แนวทางของการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ 2.3) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการเขียนแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นจะไม่ปรากฏการคิดคล่อง เนื่องจากการเขียนแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นนั้นจะมีหลักการเขียนเพื่อแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งในส่วนของการกำหนดชื่อแผนภูมิและตัวแผนภูมินั้นเอง

3) ด้านการคิดริเริ่มมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.62 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ส่งผลให้เกิดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดริเริ่มทั้ง 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่า 3.1) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูล นักเรียนมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยมีการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหานั้นได้ถูกต้อง เช่นการสังเกต การสัมภาษณ์ การสอบถาม ทั้งยังมีวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนที่คาดไม่ถึงคือการใช้แบบสอบถามออนไลน์ เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถใช้เทคโนโลยี 3.2) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการอ่านแผนภูมิแท่ง นักเรียนมีการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาเพิ่มอีก 1 แนวทาง ซึ่งจะเป็นนักเรียนที่มีความคิดที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน เช่นการหาค่าเฉลี่ย นักเรียนส่วนใหญ่จะหาโดยการนำผลรวมของข้อมูลทั้งหมดที่มีหารด้วยจำนวนรายการของข้อมูลแต่ยังมีนักเรียน 1 – 2 % ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมดที่หาค่าเฉลี่ยโดยการใช้บัญญัติไตรยางศ์ในการเปรียบเทียบสัดส่วนเพื่อหาความสัมพันธ์ของจำนวนทั้งสองและการเขียนแผนภูมิแท่ง นักเรียนมีการกำหนดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่ใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนปริมาณของข้อมูลแต่ละชุดแต่ละรายการหรือแม้แต่การกำหนดความกว้างที่เท่ากันของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรายการ รวมถึงการกำหนดจำนวนที่เส้นแสดงจำนวนที่ให้ช่วงห่างหรือจำนวนบนเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันไปของนักเรียนแต่ละคน 3.3) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการกราฟเส้นในส่วนของการอ่านกราฟเส้น นักเรียนมีการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาเพิ่มอีก 1 แนวทาง ซึ่งจะเป็นนักเรียนที่มีความคิดแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน เช่นการหาช่วงวันที่อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่เอาช่วงวันที่อยู่ติดกันมาลบกันแล้วดูความต่างของอุณหภูมิ หากช่วงวันนั้นมีความต่างของอุณหภูมิมาก แสดงว่าช่วงวันนั้นมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากที่สุด แต่ยังมีนักเรียน 1 – 2 % ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมดที่หาช่วงวันที่อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยการสังเกตความชันของเส้นกราฟ ทั้งความชันที่เป็นไปทางบวกหรือลบ และการเขียนกราฟเส้น นักเรียนมีการกำหนดชื่อแผนภูมิและตัวแผนภูมิที่ประกอบด้วยเส้นแสดงจำนวน เส้นแสดงรายการ หรือแม้แต่การกำหนดระยะห่างระหว่างข้อมูลของแต่ละรายการที่เท่ากัน

รวมถึงการกำหนดจำนวนที่เส้นแสดงจำนวนที่ให้ช่วงห่างหรือจำนวนบนเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันไปของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้ นักเรียนอาศัยประสบการณ์ความรู้เดิมของตนเองมาแก้ปัญหา จึงทำให้วิธีการนั้นมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร

และ4) ด้านการคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเป็น 1.55 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ส่งผลให้เกิดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดยืดหยุ่นทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่า 4.1) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับจัดการข้อมูล นักเรียนมีการพยายามนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาจัดการกับข้อมูล โดยแบ่งกลุ่มหรือจัดประเภทของข้อมูลนั้นตามประสบการณ์ความรู้เดิมของตนเอง ซึ่งส่วนมากปรากฏได้จำนวน 2 กลุ่มแนวคิด ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ 4.2) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการอ่านแผนภูมิแท่งและกราฟเส้น นักเรียนได้พยายามเปรียบเทียบถึงวิธีการหาคำตอบทั้ง 2 แนวทาง ว่ามีความเหมือน ต่างกัน รวมถึงการกล่าวถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาถึงการจัดกลุ่มของแนวคิดในการแก้ปัญหาซึ่งส่วนใหญ่แบ่งออกเป็น 2-3 กลุ่ม เช่น การหามูลค่าของสินค้าที่มีความแตกต่างกันในแต่ละปี นักเรียนได้จัดกลุ่มแนวทางของการแก้ปัญหาเป็นการหาคำตอบที่ใช้การรู้สึกเชิงจำนวนการลบและอีกกลุ่มหนึ่งใช้การพิจารณาเชิงรูปธรรมโดยพิจารณาความแตกต่างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือความชันของกราฟเส้น 4.3) เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการเขียนแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นจะไม่ปรากฏการคิดยืดหยุ่น เนื่องจากการเขียนแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นนั้นจะมีหลักการเขียนเพื่อแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งในส่วนของกาหนดชื่อแผนภูมิและตัวแผนภูมิ นักเรียนจึงไม่สามารถที่จะจัดกลุ่มแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

2. ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 1 อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1.1 ฉันมีความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.11	0.84	เห็นด้วย
1.2 ฉันรู้สึกสนุกสนานในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.43	0.69	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.3 เมื่อฉันอ่านคำสั่งของกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกตื่นเต้นและอยากที่จะทำ	4.11	0.84	เห็นด้วย
1.4 ขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกเบื่อหน่าย เพราะคำสั่งที่ให้อากเกินไป	3.97	0.87	ไม่เห็นด้วย
1.5 เมื่อครูถามปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกไม่อยากตอบ เพราะฉันไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน	4.04	0.88	ไม่เห็นด้วย
1.6 ฉันรู้สึกอึดอัด หวาดกลัว เมื่อครูเรียกให้แสดงความคิดเห็น ขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.04	0.88	ไม่เห็นด้วย

จากตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในกระบวนการที่ 1 อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยต่อความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{x} = 4.11$, S.D. = 0.84) นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อความรู้สึกสนุกสนานในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{x} = 4.43$, S.D. = 0.69) นักเรียนเห็นด้วยต่อคำสั่งของกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ทำให้รู้สึกตื่นเต้นและอยากที่จะทำ ($\bar{x} = 4.11$, S.D. = 0.84) นักเรียนไม่เห็นด้วยในขณะที่ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความรู้สึกเบื่อหน่าย เพราะคำสั่งที่ให้อากเกินไป ($\bar{x} = 3.97$, S.D. = 0.87) นักเรียนไม่เห็นด้วยเมื่อครูถามปัญหาคณิตศาสตร์ แล้วทำให้รู้สึกไม่อยากตอบ เพราะไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน ($\bar{x} = 4.04$,

S.D. = 0.88) และนักเรียนไม่เห็นด้วยต่อความรู้สึกที่อัดอั้น หวาดกลัว เมื่อครูเรียกให้แสดงความ
 คิดเห็น ขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.88)

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open
 Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 2 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้อง
 กับสิ่งเร้าที่มากระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
2.1 เมื่อครูให้กำลังใจ ชี้แนะในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ครั้งนี้	4.52	0.62	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.2 ฉันรู้สึกชอบ เมื่อได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จากคำสั่งในกิจกรรม	4.15	0.74	เห็นด้วย
2.3 ฉันรู้สึกดีใจที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความ คิดเห็นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.22	0.77	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.4 ก่อนที่จะเข้าชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ฉันจะมี อารมณ์เบื่อหน่าย	4.06	0.95	ไม่เห็นด้วย
2.5 คำสั่งในกิจกรรมยากจนเกินไปทำให้ฉันรู้สึกไม่ อยากทำ	4.20	0.87	ไม่เห็นด้วย
2.6 ฉันรู้สึกไม่มั่นใจในวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อครูให้นำเสนอแนวคิด	3.77	1.07	ไม่เห็นด้วย

จากตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย
 วิธีการ แบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในกระบวนการที่ 2 อารมณ์ของ
 นักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วย
 อย่างยิ่งเมื่อครูให้กำลังใจ ชี้แนะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จึงรู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ($\bar{X} =$
 4.52 , S.D. = 0.62) นักเรียนเห็นด้วยต่อความรู้สึกชอบ เมื่อได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากคำสั่งใน
 กิจกรรม ($\bar{X} = 4.15$, S.D. = 0.74) นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อความรู้สึกดีใจที่ครูเปิดโอกาสให้แสดง
 ความคิดเห็นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.77) นักเรียนไม่เห็นด้วยต่ออารมณ์ที่
 เบื่อหน่าย ก่อนที่จะเข้าชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.95) นักเรียนไม่เห็นด้วยต่อคำสั่งใน
 กิจกรรมที่ยากจนเกินไป จึงทำให้รู้สึกไม่อยากทำ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.87) และนักเรียนไม่เห็นด้วย
 ต่อความรู้สึกที่ไม่มั่นใจในวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อครูให้นำเสนอแนวคิด ($\bar{X} = 3.77$, S.D. =
 1.07)

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 3 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์

รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
3.1 ถ้าฉันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจและสำเร็จ ทำให้ฉันรู้สึกมั่นใจว่าครั้งต่อไปฉันก็ทำได้	4.52	0.66	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.2 ฉันคิดว่าผลงานของฉันที่ได้จากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นผลงานที่ดีและน่าพอใจ	4.25	0.68	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.3 เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และสามารถทำได้ ฉันรู้สึกดีมาก ๆ และนั่นคือความภาคภูมิใจ	4.54	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.4 ฉันรู้สึกกังวลและอึดอัดทุกครั้งในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.00	0.91	ไม่เห็นด้วย
3.5 เมื่อถึงเวลาที่ครูเรียกถาม ฉันตอบคำถามครูไม่ได้ เพราะฉันทำไม่เป็น	4.00	0.91	ไม่เห็นด้วย
3.6 ฉันคิดว่ากิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทำให้เพื่อนในชั้นเรียน มองว่าฉันเป็นคนไม่เก่งในการแก้ปัญหา จึงทำให้ไม่ชอบคณิตศาสตร์	4.06	0.90	ไม่เห็นด้วย

จากตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในกระบวนการที่ 3 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งเมื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจและสำเร็จ จึงทำให้รู้สึกมั่นใจว่าครั้งต่อไปตนก็ทำได้ ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.66) นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลงานที่ดีและน่าพอใจ ($\bar{x} = 4.25$, S.D. = 0.68) นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และสามารถทำได้ ซึ่งทำให้รู้สึกดีมาก ๆ จนเกิดความภาคภูมิใจ ($\bar{x} = 4.54$, S.D. = 0.58) นักเรียนไม่เห็นด้วยต่อความรู้สึกกังวลและอึดอัดทุกครั้ง ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.91) นักเรียนไม่เห็นด้วยต่อเวลาที่ครูเรียกถามที่ตอบคำถามครูไม่ได้เพราะทำไม่เป็น ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.91) และนักเรียนไม่เห็นด้วยต่อกิจกรรมการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์ ที่ทำให้เพื่อนในชั้นเรียน มองว่าตนเป็นคนไม่เก่งในการแก้ปัญหา จึงทำให้ไม่ชอบคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.90)

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 4 อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยง ความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
4.1 เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองจนสำเร็จ จึงทำให้ฉันชอบที่จะเรียนคณิตศาสตร์	4.38	0.72	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.2 ฉันให้ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองทุกครั้ง ซึ่งทำให้ฉันรู้สึกภาคภูมิใจ	4.50	0.62	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.3 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันตั้งใจที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง	4.43	0.81	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4.4 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกตึงเครียดเมื่อเพื่อนไม่ยอมรับในแนวคิดที่ฉันเสนอ	4.06	0.81	ไม่เห็นด้วย
4.5 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันไม่มั่นใจในตนเอง จึงทำงานไม่สำเร็จ	3.95	0.96	ไม่เห็นด้วย
4.6 ฉันรู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.31	1.00	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จากตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่ 4 อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งกับการพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองจนสำเร็จ จึงทำให้ชอบที่จะเรียนคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.72) นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งในความสัมพันธ์กับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองทุกครั้ง ซึ่งทำให้รู้สึกภาคภูมิใจ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.62) นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งรู้สึกตั้งใจที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.81) นักเรียนไม่เห็นด้วยในขณะที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ที่รู้สึกตึงเครียดเมื่อเพื่อนไม่ยอมรับในแนวคิดที่ตนเสนอ ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.81) นักเรียนไม่เห็นด้วยขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ เมื่อไม่มั่นใจในตนเอง จึงทำงานไม่สำเร็จ ($\bar{X} = 3.95$, S.D. = 0.96) และนักเรียนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งที่รู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 1.00)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นของการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูจะเริ่มต้นชั้นเรียนด้วยการพูดถึงสถานการณ์ปัญหาที่มีความใกล้เคียงชีวิตจริงของนักเรียนหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเพื่อให้ นักเรียนนั้นเกิดความคุ้นชินและสามารถเข้าถึง เข้าใจ ในสถานการณ์ปัญหาที่ตนกำลังเผชิญ ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมายของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ครูจำเป็นที่จะต้องกระตุ้นให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนได้พิจารณาในประเด็นเดียวกันจากการแชร์หน้าจอของครูที่ทำการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ชั้นเรียน เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จากนั้นครูจึงใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากการพิจารณาสถานการณ์ ปัญหาของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาแล้วใน ทุก ๆ คาบของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยเขียนแนวคิดลงไปใบบกกิจกรรม ในช่วงต้นของขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ประมาณ 2-3 นาที ครูพยายามสอบถาม และกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาว่า เราจะใช้วิธีการใดได้บ้างในการแก้ปัญหาครั้งนี้ และพยายามให้นักเรียนเขียนแนวคิดในการหาคำตอบให้ได้มากที่สุด เนื่องด้วยสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนเผชิญอยู่ไม่ได้ต้องการแค่วิธีการเดียว จนได้แนวคิดใหม่ ๆ วิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ครูอาจคาดการณไม่ถึง

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน

ในขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้สถานการณ์ปัญหาและคำสั่ง แล้วแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลด้วยตนเองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในขั้นนี้จะเป็นการขออาสาสมัครหรือนักเรียนที่มีความพร้อมในการนำเสนอเพื่ออธิบายผลงานของตนเอง เนื่องด้วยเป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ชั้นเรียนที่ครูไม่สามารถเดินสังเกตแนวคิดนักเรียนได้ตามปกติและนักเรียนบางคนส่งชิ้นงานไม่ทันในเวลาที่กำหนด แต่ทุก ๆ คาบเรียนยังคงมีนักเรียนส่วนใหญ่และนักเรียนอาสาสมัครที่จะนำเสนอแนวคิดของตนเองให้เพื่อน ๆ ได้รับฟัง รวมทั้งการอภิปรายแนวคิดที่เกิดขึ้นร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมของนักเรียนในขั้นนี้เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยจะนำไปสู่การพิจารณาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ตามการสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากโพรโตคอลและใบกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังต่อไปนี้

1. ด้านการคิดคล่อง ปรากฏว่านักเรียนมีการวางแผน มีการเขียนแสดงถึงการคิดหาคำตอบที่เหมาะสมหลากหลายแนวทางให้ได้มาซึ่งคำตอบในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งปรากฏแนวทางของคำตอบ 1 – 2 แนวทางของการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ ทั้งนี้ในการเขียนแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นไม่ปรากฏการคิดคล่อง เนื่องจากการเขียนแผนภูมิแท่งและกราฟเส้นนั้น จะมีหลักการเขียนเพื่อแสดงองค์ประกอบของแผนภูมิที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งในส่วนของกำหนดยี่ห้อแผนภูมิและตัวแผนภูมิ

2. ด้านการคิดยืดหยุ่น ปรากฏว่านักเรียนมีการพยายามนำข้อมูลวิธีการที่ปรากฏในชั้นเรียนมาจัดการกับข้อมูล โดยแบ่งกลุ่มหรือจัดประเภทของข้อมูลนั้นตามประสบการณ์ความรู้เดิมของตนเอง ซึ่งส่วนมากปรากฏได้จำนวน 2 กลุ่มแนวคิดในการแก้ปัญหา อีกทั้งนักเรียนมีการพยายามเปรียบเทียบถึงวิธีการหาคำตอบว่ามีความเหมือน ต่างกัน รวมถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

3. ด้านการคิดริเริ่ม ปรากฏว่านักเรียนมีการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง โดยในชั้นเรียนมีการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาเพิ่มอีก 1 แนวทาง จาก 1 – 2 แนวทางที่ปรากฏในชั้นเรียน ซึ่งนั่นจะเป็นนักเรียนที่มีความคิดที่แตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน เช่นการหาค่าเฉลี่ย นักเรียนส่วนใหญ่จะหา โดยการนำผลรวมของข้อมูลทั้งหมดที่มีหารด้วยจำนวนรายการของข้อมูล แต่ยังมีนักเรียน 2 % ของนักเรียนในห้องทั้งหมดที่หาค่าเฉลี่ยโดยการใช้บัญญัติไตรยางศ์ในการเปรียบเทียบสัดส่วนเพื่อหาความสัมพันธ์ของจำนวนทั้งสอง ทั้งนี้นักเรียนอาศัยประสบการณ์ความรู้เดิมของตนเองมาแก้ปัญหา จึงทำให้วิธีการนั้นมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใครในชั้นเรียน

4. ด้านการคิดละเอียดลออ ปรากฏว่านักเรียนมีการใช้หลักการคณิตศาสตร์ เช่น การเทียบบัญญัติไตรยางศ์เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนในการหาความสัมพันธ์ของจำนวนทั้งสองให้ได้มา

ซึ่งการหาค่าเฉลี่ย ใช้หลักการประมาณค่าของจำนวนเต็มและใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนของการบวกหรือการลบ ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลหรือการพิจารณาเชิงรูปธรรมที่ใช้ภาพแทน มีการคาดการณ์แนวโน้มที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนและหลังของเวลาหรือใช้การพิจารณาความชันของกราฟเส้นเพื่อคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตที่อาศัยการให้เหตุผลตามหลักความเป็นจริงที่เกิดขึ้นตามเหตุการณ์ปัจจุบัน ในส่วนของการเขียนแผนภูมิแท่งและกราฟเส้น นักเรียนมีการกำหนดชื่อแผนภูมิและตัวแผนภูมิที่ประกอบด้วยเส้นแสดงจำนวน โดยใช้เครื่องหมายแสดงการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน เพื่อละการแสดงข้อมูลในช่วงนั้น รวมถึงเส้นแสดงรายการ หรือแม้แต่การกำหนดความกว้างของข้อมูลแต่ละชุด แต่ละรายการที่เท่ากัน รวมถึงการกำหนดจำนวนที่เส้นแสดงจำนวนที่ให้ช่วงห่างหรือจำนวนบนเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันไปของแต่ละคน ทั้งนี้ นักเรียนมีการวางแผน มีการจัดระบบทางความคิดและพยายามเขียนแนวคิดของตนเองลงใบกิจกรรมคณิตศาสตร์พร้อมทั้งอธิบาย ถึงวิธีการคิดตามหลักการคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ตนได้รับ

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากที่มีการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนได้ทบทวนถึงวิธีการในการแก้ปัญหาที่ตนได้เรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งการร่วมอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ทั้งนี้ครูได้มีการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านกระดานออนไลน์เพื่อให้นักเรียนได้เห็นจึงทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ เห็นถึงกระบวนการของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากนั้นครูทำการรวบรวมแนวคิดทั้งหมดของนักเรียน ถึงแม้บางแนวคิดจะเหมือนหรือซ้ำ ครูจึงต้องให้ความสำคัญและยืนยันแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทั้งนี้แนวคิดที่ได้นำเสนอแต่ไม่ถูกต้อง ครูจึงแนะนำแล้วปรับแนวคิดนั้นจากข้อเสนอแนะจากครูหรือนักเรียน นำไปซึ่งการสรุปการเรียนรู้เพื่อที่จะเตรียมพร้อมนักเรียนในคาบเรียนถัดไป นำไปซึ่งการนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการมองเห็นว่าคณิตศาสตร์อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียน

1.2 ผลการวิเคราะห์เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นดังนี้

กระบวนการที่ 1 อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกกระตือรือร้น สนุกสนาน ในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด เนื่องด้วยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดและคำสั่งของกิจกรรมมีความใกล้เคียงและพบเจอในชีวิตประจำวัน จึงทำให้มีความรู้สึกเช่นนั้น ในขณะที่ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก็ไม่มีความรู้สึกที่เบื่อหน่าย อึดอัด หวาดกลัว โดยเฉพาะเมื่อครูเรียกให้แสดงความคิดเห็น เพราะการที่เราได้แสดงความคิดเห็นหรือได้อภิปรายหรือได้โต้แย้งร่วมกับเพื่อนในชั้น

เรียนเป็นการเปิดโอกาสให้เรา มีพื้นที่ได้แสดงความสามารถ ศักยภาพของตนเอง และความกล้าแสดงออกในชั้นเรียน

กระบวนการที่ 2 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่า ทุกครั้งก่อนเข้าชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด นักเรียนมีความรู้สึกหรืออารมณ์ที่ไม่เป็นอเนกนาค ด้วยคาบเรียนที่ผ่านมาโดยเฉพาะคำสั่งของกิจกรรม ไม่ได้ยากจนเกินไป อีกทั้งครูคอยให้กำลังใจ ให้คำชี้แนะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และมีการปรับความเข้าใจที่ถูกต้องตอนการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จึงส่งผลต่อความรู้สึกชอบเมื่อได้เรียนคณิตศาสตร์และอยากที่จะเข้ามาเรียนทุกครั้ง

กระบวนการที่ 3 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกมั่นใจว่าครั้งต่อไปตนก็ทำได้ ส่งผลให้เกิดความรู้สึกที่ดีมาก ๆ ไม่มีความรู้สึกกังวลและอึดอัด เมื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองตามความเข้าใจ จนเกิดความสำเร็จ อีกทั้งมีความรู้สึกน่าพอใจและภาคภูมิใจในผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด แต่ในบางครั้งเวลาที่ครูเรียกถามจนตอบคำถามครูไม่ได้ ก็ไม่ได้ทำให้ครูและเพื่อนในชั้นเรียนมองว่าตนเป็นคนไม่เก่ง เนื่องด้วยครูพยายามแนะนำและช่วยปรับความเข้าใจในการแก้ปัญหาใหม่ จนทำให้รู้สึกเข้าใจและรู้สึกมั่นใจมากขึ้นต่อการแก้ปัญหา รวมถึงเพื่อนในชั้นเรียนก็พยายามที่ช่วยกันอธิบาย ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน จนได้มาซึ่งข้อสรุปในการแก้ปัญหาร่วมกัน

กระบวนการที่ 4 อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกถึงการพยายามแก้ปัญหา ยิ่งเมื่อไรถ้าให้ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองทุกครั้ง ก็ทำให้รู้สึกภาคภูมิใจชอบที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ และรู้สึกว่าคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่ถ้าเพื่อนในชั้นเรียนไม่ยอมรับในแนวคิดที่ตนเสนอ ตนก็ไม่ได้รู้สึกดีใจหรือเสียความมั่นใจในการแก้ปัญหาของตนเอง เพราะนั่นคือการโต้แย้งทางความคิดเพื่อให้แนวคิดที่เกิดขึ้นเหล่านั้นมีความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้นในการแก้ปัญหาที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด มีประเด็นที่นำมาอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการให้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ลงมือแก้ปัญหา ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นำมาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย รวมทั้งการสร้างความตื่นตัวให้กับครูที่ให้ความสำคัญกับแนวคิดของ

นักเรียนที่ได้มาจากกระบวนการของการแก้ปัญหา **ในขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด** ครูจะเป็นผู้นำเสนอปัญหาที่มีลักษณะปลายเปิดในชั้นเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา มีการใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและเห็นปัญหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทั้งนี้ปัญหาปลายเปิดจะแตกต่างจากปัญหาทั่วไปที่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว ซึ่งปัญหาปลายเปิดสร้างขึ้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหลากหลายคำตอบและมีหลากหลายวิธีการ หรือเป็นแนวทางสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ (Becker & Shimada, 1997: 1) สอดคล้องกับ Nohda (1998 อ้างถึงใน โมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547: 5 – 6) ได้กล่าวถึง ปัญหาปลายเปิดปัญหา เป็นปัญหาที่มีการระบุคำถามเพื่อให้นักเรียนได้พยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลาย ทั้งนี้แนวทางการหาคำตอบที่หลากหลายนั้น ทำให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมไปได้ด้วยความสามารถและความสนใจ แต่ต้องอาศัยการอภิปรายแนวคิดร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน จึงจะทำให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับ โมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ได้กล่าวถึง ปัญหาปลายเปิด เป็นสถานการณ์ที่มีความเหมาะสมในการส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการในการแก้ปัญหา มีความตระหนักคิด และสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเผชิญในการแก้ปัญหา **ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน** นักเรียนแต่ละคนใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างอิสระครูไม่กำหนดแนวทางการคิด แต่เน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียวมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการของการแก้ปัญหาด้วยปัญหาปลายเปิด จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการในการแก้ปัญหตามศักยภาพของตนเอง นำมาซึ่งการค้นพบวิธีการและคำตอบในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ครูจะทำหน้าที่ในการสำรวจและบันทึกเพื่อเก็บข้อมูลวิธีการในการแก้ปัญหานักเรียนในประเด็นสำคัญ ๆ ของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (Cai, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับโมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นกระบวนการเรียนรู้เป็นรายบุคคลนำไปสู่การเรียนรู้เป็นกลุ่มหรือทั้งชั้นเรียน ซึ่งครูไม่ได้มองหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่คาดหวังถึงกระบวนการในการแก้ปัญหานักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูจะต้องเอาใจใส่ ให้ความสำคัญของแนวคิดที่เกิดขึ้นและไม่กำหนดทิศทางที่เฉพาะเจาะจงในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ Stigler & Hiebert (1999) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน จะเป็นการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ประมาณไม่เกิน 20 นาที โดยมากประมาณ 5 – 10 นาที จากนั้นจึงเข้าไปทำงานกับกลุ่มเล็ก ๆ หรือกลุ่มย่อย เพื่อแก้ปัญหาและแสดงวิธีการคิดร่วมกันนั่นเอง **ในขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน** เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้สถานการณ์ปัญหาและคำสั่ง แล้วแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลด้วยตนเองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะมีอาสาสมัครหรือนักเรียนที่มีความพร้อมในการนำเสนอเพื่ออธิบายผลงานของตนเอง ซึ่งการที่นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดและพูดถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจใน

สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ให้ นำมาซึ่งการพัฒนาการคิดของนักเรียน ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ทั้งนี้ นักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียนก็จะมีโอกาสในการเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนที่นำเสนอ และสามารถร่วมกันโต้แย้งให้ได้มาซึ่งแนวคิดที่สมบูรณ์แบบ ซึ่งสอดคล้องกับ Inoue (2011) ที่ได้กล่าวถึง การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน เป็นกระบวนการให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างกันที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยจะพิจารณาประเด็นที่สำคัญ ๆ ของแนวคิดที่อภิปราย นำมาซึ่งการได้มาของแนวคิดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ ธีรวัฒน์ กันทะ (2557) ได้กล่าวถึง การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน โดยครูจะทำหน้าที่ในการเลือกและจัดอันดับในการนำเสนอผลงานของนักเรียน ซึ่งครูเลือกนำเสนอผลงานที่ไม่ถูกต้องหรืออาจมีข้อผิดพลาดเป็นลำดับแรก ๆ เนื่องด้วยข้อผิดพลาดเหล่านั้นจะเกิดประโยชน์กับชั้นเรียน ทั้งนี้ ครูจะมีบทบาทในการขยายแนวคิดของนักเรียนด้วยการพูดซ้ำ แล้วเขียนข้อความที่นักเรียนนำเสนอลงบนกระดาน เพื่อขยายแนวคิดที่เกิดขึ้นไปสู่ชั้นเรียน ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในการนำเสนอ และเชื่อมโยงความเข้าใจให้เกิดขึ้นในรูปของบทนิยามที่ครูให้ใหม่ **และในขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน** โดยครูจะเป็นผู้เชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ด้วยการเขียนแนวคิดของแต่ละคนบนกระดานออนไลน์ เพื่อให้ทุกคนเห็นถึงแนวคิดที่หลากหลาย แล้วครูจึงทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดนั้น ๆ ทั้งนี้ นักเรียนจะได้รับการพิจารณาทบทวนผลงานของตนเองและได้สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้ นำไปซึ่งการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ โมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) ได้กล่าวถึง การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูต้องรวมแนวคิดที่นักเรียนได้เสนอทั้งหมดบนกระดาน แม้บางคนอาจจะคล้ายหรือซ้ำกับคนอื่น ๆ ในชั้นเรียนแต่นักเรียนนั้นควรได้รับการส่งเสริมเพื่อยืนยันว่าผลงานของพวกเขามีความสอดคล้องกันหรือสามารถรวมกันเป็นเรื่องเดียวกันได้ แม้แต่แนวคิดนั้นจะผิดพลาด หรือไม่สมบูรณ์ก็ตาม ครูควรจะปรับความเข้าใจกับสิ่งที่เกิดข้อผิดพลาดเหล่านั้นของนักเรียนในทางบวก ทั้งนี้ เจนสมุทร แสงพันธ์ (2555) ได้กล่าวถึง การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เมื่อครูและนักเรียนได้ทำการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนร่วมกันทั้งชั้นเรียนแล้ว ครูจึงมีหน้าที่ในการทำการสรุปเนื้อหาบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่ได้มีการอภิปราย ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงสิ่งที่นักเรียนได้แก้ปัญหาเพื่อการเตรียมพร้อมที่จะเรียนในคาบเรียนถัดไป

2.2 การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เป็นรายด้านของนักเรียนทั้ง 44 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในการจัดการเรียนรู้ที่ 1-10 ภาพรวมรายด้านพบว่าด้านการคิดละเอียดลออ

มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเป็น 1.88 ลำดับถัดมาคือด้านการคิดคล่องมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.84 ด้านการคิดริเริ่มมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.62 และด้านการคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเป็น 1.55 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนคิด ลงมือแก้ปัญหา มีการระดมความคิดเพื่อการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกัน จนได้ข้อสรุปร่วมกัน ทั้งนี้ความสามารถในการคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคนนั้นอาจมีความหลากหลายและมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลายคำตอบ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละด้าน เป็นดังนี้

1) ด้านการคิดละเอียดลออ มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเป็น 1.88 จะเห็นได้ว่าเมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ก็พยายามคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดนั้น โดยมีการวางแผน จัดระบบทางความคิด และเขียนแนวคิดของตนเองลงไปกิจกรรมคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายถึงวิธีการคิดที่ตนอาศัยตามหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ หลังจากนั้นจึงร่วมอภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อเติมเต็มแนวคิดที่ยังไม่สมบูรณ์ให้มีความชัดเจนในวิธีการคิดที่นำมาซึ่งการแก้ปัญหาตามหลักคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีการขยายขอบเขตของความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ละเอียดและน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดที่มีอยู่เดิมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูมีการเริ่มต้นด้วยการตั้งสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นให้นักเรียนเสนอรายละเอียดให้มากที่สุดเท่าที่จะ คิดได้ (Burns, 1995: 25-39) และ Torrance (1965 อ้างถึงในอัมพร ม้าคนอง, 2553: 64 - 65) ได้กล่าวถึง การคิดละเอียดลออไว้ว่า เป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างลึกซึ้ง และคิดในรายละเอียดปลีกย่อย อย่างรอบคอบนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับพัทธยากร บุสสุยา (2559) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านการคิดละเอียดลออที่นักเรียนได้มีการเขียนแสดงวิธีทำของปัญหาปลายเปิดอย่างเป็นขั้นตอนและเขียนอธิบายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน ทั้งนี้ได้มีการสังเกตจากสิ่งที่นักเรียนเขียนอธิบายนั้นก็ได้มีการชี้แนะหรือเพิ่มเติมในสิ่งที่ยังไม่สมบูรณ์ ทั้งยังฝึกนักเรียนใช้รูปภาพแทนในการแก้ปัญหา เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาและเปิดโอกาสนักเรียนได้อธิบายแสดงเหตุผลในสิ่งที่นักเรียนแก้ปัญหา หรือคำตอบของนักเรียน พร้อมทั้งเป็นการส่งเสริมแนวคิดของนักเรียนจากการที่มีการเพิ่มเติมลงไป ในการแก้ปัญหา

2) ด้านการคิดคล่อง มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.84 จะเห็นได้ว่าเมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ก็พยายามคิดหาคำตอบที่เหมาะสมและเขียนแนวคิดของตนเองลงไปกิจกรรมคณิตศาสตร์ หลาย ๆ คำตอบจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้เพียง 1 สถานการณ์ปัญหา ซึ่งต้องคิดและเขียนคำตอบที่เหมาะสมเหล่านั้นภายในระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocal Analysis) และนำไปกิจกรรมคณิตศาสตร์มา

ตรวจสอบและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance พบว่า นักเรียนมีการเสนอคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้องมากที่สุดจำนวน 2 คำตอบจาก สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ อาจเป็นเพราะความสามารถเฉพาะบุคคลในการคิดหา คำตอบที่คิดได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองที่ได้มากหรือน้อยในระยะเวลาที่ จำกัด (อุบลวรรณ ภาวนันท์, 2556: 400 - 401) และ Burns (1995: 25-39) ได้กล่าวถึง การคิด คล่อง ไวว่าเป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ใช้ความรวดเร็ว มีเวลาเป็นข้อจำกัด โดยครู และนักเรียนจะต้องตระหนักว่าจากสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออกและจะต้อง กำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ อาจจะมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกร่วมกันทั้งชั้น เรียน ซึ่งสอดคล้องกับปรียานุช พายบุตร (2557) ได้กล่าวถึง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด ด้านการคิดคล่อง นักเรียนสามารถคิดหา คำตอบได้หลากหลายมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ให้ คำตอบของนักเรียนที่ได้มีความ น่าสนใจ ตอบได้ตรงประเด็นมีการแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ไขปัญหาหลายวิธี

3) ด้านการคิดริเริ่ม มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.62 จะเห็นได้ว่าเมื่อนักเรียนได้รับ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ก็พยายามคิดหาคำตอบ เขียนแนวคิดของตนเองลงใบกิจกรรม คณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายถึงวิธีการคิด โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและ สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหานั้นได้ถูกต้อง ทั้งนี้ในการเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ จะมีนักเรียนเลือกใช้วิธีการนี้เพียงไม่กี่คนของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด บางคนใช้วิธีการคิดจาก ประสบการณ์ความรู้เดิมของตนเองมาแก้ปัญหา จึงทำให้วิธีการนั้นมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่นใน ชั้นเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการคิดริเริ่มเป็นการคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ที่ไม่เคยมีใครคิดมาก่อน อาจใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการประยุกต์สิ่งใหม่ ให้มีความแปลกใหม่และมีประโยชน์มากกว่าเดิม (Torrance, 1965 อ้างถึงในอัมพร ม้าคอง, 2553: 64 - 65) สอดคล้องกับ Mendoza (2009: 25-27) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดริเริ่มไว้ว่า การคิด ริเริ่มเป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา โดยความคิดนั้นมีสติการซ้ำกับความคิด ของคนอื่นน้อย และ Guilford (1967: 145 - 151 อ้างถึงในอุบลวรรณ ภาวนันท์, 2556: 367 - 370) ได้กล่าวถึง การคิดริเริ่มเป็นความสามารถในความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น แตกต่างจากธรรมดาและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน แต่อาจเกิดจากการสะสมและรวบรวมความรู้เพิ่มเติมแล้วมาคิดดัดแปลงประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งความคิดแปลกใหม่นี้อาจแสดงออกในรูปผลผลิตหรือกระบวนการคิดก็ได้ อาจเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก โดยอาศัยความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งต้องอาศัยจินตนาการ ซึ่งสอดคล้องกับ สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์ (2551) ได้กล่าวถึง ผลการ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้านการคิดริเริ่ม นักเรียนบางคนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง แสดงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของปัญหาปลายเปิด มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยไม่เน้นคำตอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งประกอบกับการใช้คำถาม กระตุ้นการคิดของนักเรียนว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่แปลกใหม่ไหมหรือไม่ อย่างไร เพื่อให้ นักเรียนได้นำความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ จนเกิด แนวคิดที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง สอดคล้องกับปริยานุช พายุบุตร (2557) ได้กล่าวถึง พัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด ด้านการคิดริเริ่ม นักเรียนมีความกล้าคิด กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตนเอง ซึ่งแนวคิดของแต่ละคนเป็นความคิด แปลกใหม่และอาจไม่มีใครนึกถึงมาก่อน เป็นความคิดริเริ่มที่อาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมา คิดดัดแปลงใหม่นั้นเอง รวมถึงสอดคล้องจุฬาลักษณ์ ใจอ่อน (2551) ได้กล่าวถึง การก้าวข้ามภาวะยึด ติดในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด โดยอาศัยการประเมินความคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดริเริ่ม เมื่อนักเรียนก้าวข้ามการยึดติดอยู่กับขั้นตอนวิธี ทำให้ครูเห็นถึงการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มาจากวิธีคิด ของนักเรียนเอง ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความแปลกใหม่ และไม่มีมาก่อนในการจัดการเรียนรู้

และ 4) ด้านการคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเป็น 1.55 จะเห็นได้ว่า เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ก็พยายามคิดหาคำตอบและเขียนแนวคิดของตนเองลง ใบกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยพยายามนำคำตอบจากการคิดคล่องที่ตนเองคิดได้หรือจากการอภิปราย ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนมาจัดกลุ่มของแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ โพรโตคอล (Protocal Analysis) และนำไปกิจกรรมคณิตศาสตร์มาตรวจสอบและประเมินความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance พบว่า นักเรียนมีการ เสนอวิธีการแก้ปัญหาในการคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้อง พยายามจัดกลุ่มของวิธีการแก้ปัญหาหรือ แนวคิด ซึ่งส่วนมากปรากฏได้จำนวน 2 กลุ่มแนวคิดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ที่กำหนดให้ อาจเป็นเพราะความสามารถเฉพาะบุคคลในการคิดเพื่อให้ได้ซึ่งกลุ่มของวิธีการหาคำตอบ หลายทิศทาง หลายประเภท หลายชนิด และหลายกลุ่ม (อุบลวรรณ ภาวกานันท์, 2556: 400 - 401) และ Rawlison (2005: 15-16) ได้กล่าวถึง การคิดยืดหยุ่นไว้ว่า เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ที่แตกต่างหลายทิศทางหรือหลายประเภท ทั้งนี้ครูจะต้องฝึกฝนนักเรียนให้เกิดการ แตกต่างจากความคิดคล่องและต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อฝึกการคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะนำ วิธีการคิดนั้นมาจัดกลุ่มทางการคิดร่วมกันทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มได้ ซึ่งสอดคล้องกับพัทธยากร บุสสยา (2559) ที่ได้กล่าวถึง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการ แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านการคิด ยืดหยุ่น นักเรียนมีการเลือกใช้กลุ่มแนวคิดเพื่อการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและหลากหลายมากกว่า

หนึ่งกลุ่มแนวคิด ทั้งนี้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่นักเรียนได้รับนั้นอาจเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป เพื่อที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนนั้นได้เลือกใช้กลุ่มแนวคิดที่จัดกลุ่มได้สู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเหมาะสม รวมถึงสอดคล้องกับสุภาวดี ศรีธรรมศาสน์ (2551) ได้กล่าวถึง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้านการคิดยืดหยุ่น ครูพยายามจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการแสวงหาความรู้ จนได้แนวทางการแก้ปัญหาตามแนวคิดของตนจากประสบการณ์ของนักเรียนนำมาซึ่งการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากมุมมองที่หลากหลาย จนเกิดการสร้างทางเลือกจัดกลุ่มของทางเลือกได้หลากหลายและแตกต่างกัน

2.2 การศึกษาเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นดังนี้

กระบวนการที่ 1 อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อความรู้สึกสนุกสนานในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.69) ลำดับถัดมาคือนักเรียนเห็นด้วยต่อความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.11$, S.D. = 0.84) และนักเรียนเห็นด้วยต่อคำสั่งของกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ทำให้รู้สึกตื่นเต้นและอยากที่จะทำ ($\bar{X} = 4.11$, S.D. = 0.84) กล่าวได้ว่า นักเรียนมีความรู้สึกกระตือรือร้น สนุกสนาน ในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด เนื่องด้วยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดและคำสั่งของกิจกรรมมีความใกล้เคียงและพบเจอในชีวิตประจำวัน ในขณะที่ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก็ไม่มีความรู้สึกที่เบื่อหน่าย อึดอัด หวาดกลัว เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมีการสนับสนุนกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์และการคิดแบบคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปพร้อม ๆ กันในระหว่างการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนแต่ละคนจะมีอิสระในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีอิสระในความคิดเพื่อความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งความก้าวหน้าในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับความสามารถ ความสนใจ และอารมณ์ของตนเอง (เจริญ ราคาแก้ว, 2551: 27) สอดคล้องกับ Isoda & Katagiri (2012) ได้กล่าวถึง สถานการณ์การแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมความคิดและความรู้สึกของนักเรียนในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนและแก้ไขบทเรียนตามความจำเป็น

กระบวนการที่ 2 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งเมื่อครูให้กำลังใจ ชี้แนะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จึงรู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.62) และนักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อความรู้สึกดีใจที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.77) กล่าวได้ว่า นักเรียนมีความรู้สึกหรืออารมณ์ที่ไม่เบื่อหน่าย ด้วยคาบเรียนที่ผ่านมา

โดยเฉพาะคำสั่งของกิจกรรมไม่ได้ยากจนเกินไป อีกทั้งครูคอยให้กำลังใจ ให้คำชี้แนะในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และมีการปรับความเข้าใจที่ถูกต้อง จึงส่งผลต่อความรู้สึกชอบเมื่อได้เรียนคณิตศาสตร์ และอยากที่จะเข้ามาเรียนทุกครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากอารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากระดับ ในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น มักเป็นอารมณ์ของนักเรียนขณะที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งสิ่งเร้าเมื่อมากระดับจะส่งผลให้นักเรียนอยากทำกิจกรรม หรือไม่อยากทำกิจกรรม (Hannula, M.S., 2002 อ้างถึงในเจริญ ราคาแก้ว, 2551: 37 - 38) ซึ่งสอดคล้องกับเจริญ ราคาแก้ว (2551) ที่ได้กล่าวถึง เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้น เรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่าคำสั่งของกิจกรรมจะเป็นตัวที่นำพาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ร่วมกัน นักเรียนจะตีความจากคำสั่งของกิจกรรมที่หลากหลาย แตกต่างกัน ตามความสามารถของแต่ละ บุคคลและจะมีการโต้แย้งกัน ซึ่งจะได้วิธีการและคำตอบที่แตกต่างกัน ทั้งนี้กำลังใจจากครูหรือการ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีพื้นที่แสดงความคิดเห็น พูดหรือบอกเล่าในชั้นเรียนเกี่ยวกับแนวคิดตนเอง ก็เป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีและจะทำให้เขารู้สึกมั่นใจในวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และชอบในการทำกิจกรรม

กระบวนการที่ 3 อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำ กิจกรรมคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถทำได้ ซึ่งทำให้รู้สึกดีมาก ๆ จนเกิดความภาคภูมิใจ ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.58) และ นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งเมื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจและสำเร็จจึงทำให้รู้สึกมั่นใจว่าครั้ง ต่อไปตนก็ทำได้ กล่าวได้ว่า นักเรียนมีความรู้สึกมั่นใจว่าครั้งต่อไปตนก็ทำได้ในการทำ กิจกรรมคณิตศาสตร์ ส่งผลให้เกิดความรู้สึกที่ดีมาก ๆ ไม่มีความรู้สึกกังวลและอึดอัด อีกทั้งยังมีความรู้สึก ภาคภูมิใจในผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมีผลต่อความคาดหวังเพื่อความสำเร็จในการทำ กิจกรรมคณิตศาสตร์จนเกิดความภาคภูมิใจ ซึ่งสอดคล้องกับเจริญ ราคาแก้ว (2551) ที่ได้กล่าวถึง เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่า การที่นักเรียนมี การพยายามในการแก้ปัญหาและสามารถทำได้ อารมณ์เชิงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นของนักเรียนเหล่านั้น จะเกิดความพอใจและภูมิใจในผลงานที่เขาได้ทำหรือสร้างขึ้น จึงทำให้เขารู้สึกดีใจ ไม่รู้สึกกังวลในการ แก้ปัญหานั้น และนั่นคือผลงานที่ดีและน่าพอใจสำหรับนักเรียน

กระบวนการที่ 4 อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับ ค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งใน ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองทุกครั้ง ซึ่งทำให้รู้สึกภาคภูมิใจ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.62) และนักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งรู้สึกดีใจที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้จริง ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.81) กล่าวได้ว่า นักเรียนมีความรู้สึกถึงการพยายาม

แก้ปัญหา ยิ่งเมื่อไรถ้าให้ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองทุกครั้ง ก็ทำให้รู้สึกภาคภูมิใจ ชอบที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ และรู้สึกว่าการคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถแสดงออก ถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแก้ปัญหอย่างมียุทธวิธี ซึ่งทำให้นักเรียนรู้สึกมั่นใจ และตอบสนองความสามารถควบคู่กับการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ ทั้งนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เจรจาต่อรองความหมายและแนวคิดกับนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนตระหนักและเห็นคุณค่าของกิจกรรมเหล่านั้นว่ามีความสำคัญเพียงใด (เจริญ ราคาแก้ว, 2551: 28 - 29) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักจิตวิทยา Shaw and Wright (1967 อ้างถึงในมะลิวรรณศรีชัยปัญญา, 2550: 29 - 30) ได้กล่าวว่า เจตคติเกิดจากการเรียนรู้มากกว่ามีมาเองแต่กำเนิด ถ้าเรียนรู้ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าก็จะเกิดเจตคติในทางที่ดี ถ้าเรียนรู้ว่าสิ่งนั้นไม่มีคุณค่าก็จะเกิดเจตคติในทางที่ไม่ดี ดังนั้นสิ่งใดที่เราไม่เคยเรียนรู้หรือไม่เคยรู้จักก็จะไม่เกิดเจตคติ เพราะไม่ได้ศึกษารายละเอียดของสิ่งนั้น

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามความสามารถหรือความรู้เดิมของตนเอง ทั้งนี้ครูต้องตระหนักในคุณค่าของการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยไม่พยายามเข้าไปสอดแทรกแนวความคิดของนักเรียน แต่ทำหน้าที่เพียงผู้ชี้แนะและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายถึงวิธีการคิดกับนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางของคำตอบที่หลากหลายที่ได้มาจนได้ข้อสรุปร่วมกัน

3.1.2 การประเมินแนวคำตอบของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไม่ใช่เพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่เพื่อส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์และการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินแนวคำตอบการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ครูเป็นผู้สร้างหรือพัฒนาขึ้น

3.1.3 การส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของการแก้ปัญหาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงเพื่อที่นักเรียนจะได้มีความคุ้นเคย มั่นใจในวิธีการคิดหาคำตอบของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ด้วยสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงต้องจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ ครูต้องเตรียมความพร้อมและเตรียมการทางด้านการเรียนการสอน การถ่ายทอด การบริหารจัดการเวลาที่ยืดหยุ่น การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน รวมถึงความสามารถทางเทคโนโลยีเป็นอย่างดี เพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพให้นักเรียน

3.2.2 สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดควรเป็นสถานการณ์ที่มีความท้าทาย ใกล้เคียงชีวิตจริงและเหมาะสมกับวัย ความสามารถของนักเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดของการแก้ปัญหาจนนักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

3.2.3 ควรมีการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องในการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมความคิดขั้นสูงของนักเรียน

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับปีที่ 12 (พ.ศ.
2560 – 2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวง
ศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษดา นรินทร์. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยที่เน้นการ
เชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์. *วารสารการศึกษา
มหาวิทยาลัยย่นเรศวร*, 15(2), 7-16.
- จกมลรัตน์ อางค์ตรู. (2544). *การศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง).
- เจนสมุทร แสงพันธ์. (2555). *พัฒนาการของกิจกรรมเชิงสัญญาของนักเรียนผ่านวาทกรรมร่วมในชั้น
เรียนคณิตศาสตร์ ที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด*. (ปริญญาปรัชญา
ดุขุภักดิ์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- เจริญ ราคาแก้ว. (2551). *เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด*.
(ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- จุฬาลักษณ์ ใจอ่อน. (2551). *การวิเคราะห์การก้าวข้ามภาวะยึดติดในสถานการณ์การแก้ปัญหา
ปลายเปิด โดยอาศัยการประเมินความคิดสร้างสรรค์*. (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- _____. (2562). *การพัฒนาความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด*. *วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 30(2), 82-96.
- ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์. (2557). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open approach)*. (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ชาย โปธิสิตา. (2552). *ศาสตร์และศิลป์แห่งการวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชัยวัฒน์ อัยปาอาจ. (2552). *ผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (ปริญญาการศึกษาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- ดุจเดือน พันธุนาวิน และคณะ. (2547). *ปัจจัยทางจิตสังคมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสนับสนุนทางสังคมของหัวหน้าในสถานีนอมาลัยตำบล*. กรุงเทพฯ : คณะพัฒนาสังคมสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ธิดารัตน์ ธนะขำง. (2553). *การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- ธีรวัฒน์ กันทะ. (2557). *การพัฒนาความเข้าใจเชิงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด*. (ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- นภสร เรือนโรจน์รุ่ง. (2558). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2: รายงานการวิจัย*. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- นวลทิพย์ นวพันธุ์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (ปริญญาการศึกษาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- นฤมล อินประสิทธิ์. (2552). *การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) : นวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูและนักเรียน*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นันทน์ภัส สุพงศ์. (2560). *การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open approach) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 4*. (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศรี สุเสาร์จ. (2556). การพัฒนาการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เทคนิค พรินต์ติ้ง.
- ปริญานุก พายุกบุตร. (2557). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open approach). (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- พรเพ็ญ เฟื่องฟู และนฤมล ช่างศรี. (2563). ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์, 7(12), 41-56.
- พัทธยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2552). การวิจัยทางการบริหารการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา. วิทยาลัยการฝึกหัดครู: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2546). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภิญญาปวีร์ แสงกล้า. (2561). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตนารู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารการศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร, 20(1), 126 - 138.
- มะลิวรรณ ศรีชัยปัญญา. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกรุงเทพมหานคร. (ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ภาควิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- _____. (2547, มกราคม-มิถุนายน). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education* 1(1), 18 – 28.
- _____. (2547, กรกฎาคม-ธันวาคม). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education* 2(5), 30 – 35.
- _____. (2554). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเรื่องการศึกษาชั้นเรียนเพื่อการพัฒนาเครือข่ายครูคณิตศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- _____. (2555). การใช้วิธีการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนแบบ Open Approach เพื่อส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ แบบ Lesson Study Approach มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- _____. (2557). กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- รอฮานี ปูตะ. (2561). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปริญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- รัชดา เขาวนัสนฤกุล (2559). การพัฒนาตนเองสู่ครูนักวิจัยในบริบทการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. (ปริญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรืองและอชิป จิตตฤกษ์ (แปล). (2554). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โอเพ่นเวิลด์ส.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิต และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad. (ปริญาการศึกษาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- วิภาพร สุทธิอัมพร. (2549). การประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด. (ปริญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- _____. (2555). ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวัฒนธรรมชั้นเรียนแบบใหม่. (ปริญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วีไลวรรณ ศรีสงคราม และคณะ. (2549). *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ทริบเพิล กรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพฯ :สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุคนธ์ ลินธพานนท์ และคณะ. (2555). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ :
ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควิธีคิด.
- _____. (2558). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*.
กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุดาพร ตีปปาละ. (2563). *ผลการใช้รูปแบบการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการฝึกเชิงพุทธิ
ปัญญาที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์*. (ปริญาการศึกษา
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยพะเยา).
- สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (ปริญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2554). *เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ (Education
technology : Principles theories to practices)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น:
คลังนานาวิทยา.
- _____. (2559). *การออกแบบการสอน : หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ (Instructional design :
principles and theories to practices)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สาขาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุรัช อินทสังข์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์*. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*, 31(124), 37-38.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2557). *ชุดฝึกอบรมการยกระดับคุณภาพผู้เรียนสู่ความพร้อมในการประเมินระดับนานาชาติ (PISA) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (mathematical literacy)*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน.
- _____. (2560). นโยบายปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๐ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2564 จาก <http://www.petburi.go.th/web/attachments/article/765/%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%A2%E0%B8%9A%E0%B8%B2%E0%B8%A2%20%E0%B8%AA%E0%B8%9E%E0%B8%9060.pdf>.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี พันธมณี. (2544). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เลฟแอนด์ลิฟเพรส.
- อุบลวรรณ ภาวานันท์. (2556). *จิตวิทยาการรู้คิด และปัญหา (Cognitive Psychology)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Abdul Fatah. (2016). Open-Ended Approach: An Effort In Cultivating Students' Mathematical Creative Thinking Ability And Self-Esteem In Mathematics. *Journal on Mathematics Education* 1(7), 11 – 20.
- Benjamin S. Boom. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- Becker & Shimada. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, INC.
- Burns, D.E. (1995). *Think Skill Planning Guide*. Mimeographed.
- Cai, J. (2003). Investigating parental roles in students' learning of mathematics from a cross-national perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 15(2), 87- 106.
- Cangelosi. (1996). *Teaching Mathematics in Secondary and Middle School: An Interactive Approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Cropley, A. J. (1966). Creativity and intelligence. *British Journal of Educational Psychology*, 36(3), 259–266.
- Gerhard, T. E. (1971). *Teaching creative behavior. In How to teach Creativity to children of All Ages*. New Jersey: Prentice-Hall. Englewood Cliffs.
- Getzels and Jackson. (1962). *Creativity and intelligence*. New York: Wiley.
- Guilford. (1967). Creativity: Yesterday, today, and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior* 1(1), 3–14.
- Hannula, M.S. (2002). Attitude towards mathematics: emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*. 49(1), 25–46.
- Kwon, O.N., Park, J.S. & Park, J.H. (2006). Cultivating Divergent Thinking in Mathematics through an Open-Ended Approach. *Asia Pacific Education Review* 1(7), 51-61.
- Ibrahim. (2020). Advocacy Approach with Open-Ended Problems To Mathematical Creative Thinking Ability. *Journal on Mathematics Education* 1(9), 93 – 102.
- Imai, T. (2000). The relationships between fluency and flexibility of divergent thinking in open ended mathematics situation and overcoming fixation in mathematics on Japanese junior high school. In T. Nakahara, M.Koyama (Eds.), *Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Hiroshima, Japan: Hiroshima University.
- Inoue, N. (2011). “Zen and the art of neriage: Facilitating consensus building in mathematics inquiry lessons through lesson study”. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1 (14), 5-13.
- Isoda & Katagiri. (2012). *Mathematical thinking: How to develop it in the classroom*. Singapore: World Scientific.
- Mata, M., Monteiro, V., & Peixoto, F. (2012). Attitudes towards Mathematics: Effects of Individual, Motivational, and Social Support Factors. *Child Development Research* 1(34), 1 – 10.
- Mazana, M., Montero, C., & Casmir, R. (2018). Investigating Students’ Attitude towards Learning Mathematics. *Journal of Mathematics Education* 1(14), 207 – 231.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Mendoza, t. P. (2009). Creativity in school mathematics - focus on rubrics. *Workshop on Mathematics, Thinking and Creativity*. Meeting room 10-210 of Mathematics Department Srinakarinwirot University. November 5.
- Motanya. (2018). *Impact of students attitude on mathematics performance among public secondary schools students in MASABA north sub county, nyamira county*. (Graduate diploma). Nairobi University, Republic of Kenya.
- Rawlison, J. G. (2005). *Creative and Brain Storming Thinking*. Jaico Publishing House.
- Stigler & Hiebert. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from The World's Teachers for Improving Education In The Classroom*. New York: The Free Press.
- Torrance. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, INC.
- Triandis, H.C. (1971). *Attitude and Attitude Change*. New York: John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย เรื่องการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จำนวน 10 แผน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การนำเสนอข้อมูล และ 2) แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด

1. ผศ.ดร.สรินญา บุติ อาจารย์ประจำสาขาจิตวิทยา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
2. ดร.อลิสรา ชมชื่น อาจารย์ประจำสาขาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
3. ดร.ธัญญา กาศรุณ อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
4. ดร.สุทธารัตน์ บุญเลิศ อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
5. นางสาวอำไพพร นาคแก้ว ศึกษานิเทศก์ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นราธิวาส เขต 2
6. นางสาวตาลทิพย์ ทองคุปต์ ครู ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวัดชลธาราสিংเห (เสาร์ศึกษาคาร)
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นราธิวาส เขต 2
7. นายพลวัต หนูแดง นักจิตวิทยาโรงเรียน ตำแหน่ง พนักงานราชการ
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นราธิวาส เขต 2

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol)

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ITEM No.: ชื่อสมมติ	โปรโตคอล (Protocol)	คำที่แสดง ความคิดสร้างสรรค์	หมายเหตุ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล			
Item 1: ครู	เราจะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนชั้นป.5 เลือกรับประทานอาหารอะไรบ้าง จากเมนูอาหารตามสั่ง		
Item 2: ดี	สอบถามเพื่อน ๆ ครับ	สอบถาม	วิธีการในการเก็บ
Item 3: เอฟ	สังเกตเพื่อน ๆ ตอนที่เขาเลือกซื้อ	สังเกต	รวบรวมข้อมูล
Item 4: เอ	สัมภาษณ์นักเรียนในแต่ละห้องเรียน	การสัมภาษณ์	*การคิดริเริ่ม
Item 5: ครู	เราจะมีวิธีการเก็บข้อมูลประเด็นใด ได้บ้าง อย่างไร		
Item 6: เอ	ถ้าเราไปสัมภาษณ์นักเรียน พวกเขา จะให้ข้อมูลกับเรา แล้วเราก็ทำการ จัดบันทึกตามใบรายชื่อนักเรียน	สัมภาษณ์ และจัดบันทึก	วิธีการในการเก็บ รวบรวมข้อมูล *การคิดริเริ่ม
Item 7: เอฟ	เราคิดว่าถ้าเราใช้ Google forms (แบบสอบถามออนไลน์) แล้วให้ เพื่อน ๆ ป.5 ตอบก็ได้นะ	Google forms แล้วกรอกข้อมูล	
Item 8: ครู	ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกรับประทาน อาหารจากเมนูอาหารตามสั่ง ของนักเรียน ป.5 เป็นอย่างไรบ้าง		
Item 9: เอฟ	เพื่อน ๆ ตอบมาหลากหลาย เมนูอาหารมากครับ เช่น ข้าวผัด ก๋วยเตี๋ยว ลอดช่อง ยำวุ้นเส้น	หลากหลาย เมนูอาหาร	ความหลากหลาย ของเมนูอาหาร ที่สนใจ *การคิดคล่อง
Item 10: เอ	ของหนู ก็จะมีพวกอาหารทานเล่น เช่น โรตีสาน ข้าวเหนียวปิ้งสอดไส้ ซานมไข่มุกค่ะ	อาหารทานเล่น	ความหลากหลาย ของเมนูอาหาร ที่สนใจ *การคิดคล่อง

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
(ต่อ)

ITEM No.: ชื่อสมมติ	โพรโตคอล (Protocol)	ค่าที่แสดง ความคิดสร้างสรรค์	หมายเหตุ
Item 11: ดี	สำหรับที่ผมรวบรวมมาได้ ก็จะมีข้าวหมกไก่ ข้าวเนื้อแดง ข้าวมันไก่ ข้าวผัดกุ้ง ข้าวเหนียวไก่ ข้าวไข่เจียว		
Item 12: เอฟ	โ้วว ทำไมของดี เป็นข้าวหมดเลย		
Item 13: ดี	ใช่ ๆ เราสนใจสอบถามเกี่ยวกับ ข้าวอะ	เมนูข้าว	ความหลากหลาย ของเมนูอาหาร ที่สนใจ *การคิดคล่อง
Item 14: ครู	แล้วเด็ก ๆ จะนำข้อมูลที่ได้ไปเก็บ รวบรวมมาได้แล้วจัดกลุ่มอาหาร หรือจัดประเภทอาหาร ได้อย่างไร		
Item 15: เอช	นำข้อมูลที่ได้มานับจำนวนอาหาร แต่ละเมนู (ความถี่ของอาหาร แต่ละเมนู) ว่านักเรียน ป.5 ชอบเลือกรับประทานอาหารใดบ้าง จำนวนกี่คนในแต่ละอาหาร	นับจำนวนอาหาร แต่ละเมนู	ใช้วิธีการนับ เบื้องต้น *การคิด ละเอียดลออ
Item 16: เอ	เห็นด้วยค่ะ จากนั้นเราอาจจะแบ่ง อาหารได้ตามประเภทของ กรรมวิธี ในการทำ และตามวัฒนธรรมค่ะ	แบ่งอาหารตาม กรรมวิธีในการทำ และตามวัฒนธรรม	จัดกลุ่มอาหาร *การคิดยืดหยุ่น
Item 17: เจ	เราอาจจัดกลุ่มเป็นอาหารคาวและ อาหารหวาน ค่ะ	จัดกลุ่มเป็นอาหาร คาวและอาหาร หวาน	จัดกลุ่มอาหาร *การคิดยืดหยุ่น
Item 18: เอฟ	ผมคิดว่าอาจจะจัดกลุ่มอาหารเป็น อาหารแห้งและน้ำ	จัดกลุ่มอาหารเป็น อาหารแห้งและน้ำ	จัดกลุ่มอาหาร *การคิดยืดหยุ่น

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
(ต่อ)

ITEM No.: ชื่อสมมติ	โพรโตคอล (Protocol)	คำที่แสดง ความคิดสร้างสรรค์	หมายเหตุ
Item 19: เอล	หนุมองว่าเราอาจจะจัดกลุ่มอาหารตามรสชาติของอาหาร หวานเค็มเปรี้ยว เผ็ด และรสจืด ค่ะ	จัดกลุ่มอาหารตามรสชาติของอาหาร หวานเค็ม เปรี้ยว เผ็ด และรสจืด	จัดกลุ่มอาหาร *การคิดยืดหยุ่น
Item 20: ครู	นักเรียนคนอื่น ๆ ว่ายังไงบ้างครับ		
Item 21: ปี	คิดว่าแบ่งเป็นประเภทเส้นและข้าว ค่ะ	แบ่งเป็นประเภทเส้นและข้าว	จัดกลุ่มอาหาร *การคิดยืดหยุ่น
Item 22: เอช	หนุคิดว่าแบ่งตามวัฒนธรรมของแต่ละภาคค่ะ	แบ่งตามวัฒนธรรม	จัดกลุ่มอาหาร *การคิดยืดหยุ่น
Item 23: อี	โอเคเลยครับ เห็นด้วย ๆ		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะ			
Item 1: ครู	แผนภูมิแท่งนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใด		
Item 2: เอฟ	จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา นราธิวาส) ในสัปดาห์สุดท้ายของเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2564		
Item 3: เอ	สำหรับแผนภูมิแท่งนี้มีการลดการแสดงข้อมูลในช่วงเส้นหยักด้วย		
Item 4: เอฟ	ใช่ ๆ เพราะข้อมูลมีปริมาณมากและใกล้เคียงใจ		
Item 5: วาย	สำหรับเส้นแสดงรายการจะแสดงเกี่ยวกับวัน และเส้นแสดงจำนวนจะแสดงเกี่ยวกับจำนวนที่มีหน่วยเป็นคน		

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์โพรโตคอล (Protocol) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
(ต่อ)

ITEM No.: ชื่อสมมติ	โพรโตคอล (Protocol)	คำที่แสดง ความคิดสร้างสรรค์	หมายเหตุ
Item 6: ครู	แล้วเราจะหาจำนวนเฉลี่ยของผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ในสัปดาห์สุดท้ายนี้ได้อย่างไร		
Item 7: เอ	การหาจำนวนเฉลี่ยนี้เป็นการนำจำนวนผู้ติดเชื้อทั้งหมดมาบวกกัน จากนั้นนำผลบวกที่ได้ไปหารด้วยจำนวนวันทั้งหมด	นำจำนวนผู้ติดเชื้อทั้งหมดมาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนวันทั้งหมด	การหาจำนวนเฉลี่ย *การคิดคล่อง
Item 8: ดี	แสดงว่าเราต้องเอาจำนวนผู้ติดเชื้อทั้ง 7 วัน มารวมกัน แล้วไปหารด้วย 7 เพราะที่หารด้วย 7 ก็คือมี 7 วัน	นำจำนวนผู้ติดเชื้อทั้ง 7 วัน มารวมกัน แล้วไปหารด้วย 7	การหาจำนวนเฉลี่ย *การคิดคล่อง
Item 9: พี	แล้วถ้าเรานำจำนวนผู้ติดเชื้อในแต่ละวันมาหารด้วย 7 แล้วค่อยนำมารวมกันตอนสุดท้าย จะได้ไหม	จำนวนผู้ติดเชื้อในแต่ละวันมาหารด้วย 7 แล้วรวมกันตอนสุดท้าย	การหาจำนวนเฉลี่ย *การคิดคล่อง
Item 10: บี	ก็...อาจจะเป็นไปได้นะ ลองหาดูซิ		
Item 11: เจ	ตอนนี้เราได้แนวทางการแก้ปัญหา 2 แนวทางแล้วใครมีอะไรจะเสนออีกบ้าง		
Item 12: บี	จะเป็นไปได้บ้าง ถ้าเรามองว่า 7 วัน มีผู้ติดเชื้อจำนวน 13,321 คน แล้วเอามาเทียบกับ 1 วันว่าจะมีผู้ติดเชื้อเท่าใด		
Item 13: โน	ทำไมต้องเอามาเทียบล่ะ		

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
(ต่อ)

ITEM No.: ชื่อสมมติ	โปรโตคอล (Protocol)	คำที่แสดง ความคิดสร้างสรรค์	หมายเหตุ
Item 14: บี	ต้องการหาเฉลี่ยจึงเทียบกับ 1 วัน จะได้ว่าเมื่อสิ่งหนึ่งลด อีกสิ่งหนึ่ง ก็ลดตาม ก็จะได้จำนวนผู้ติดเชื้อ เฉลี่ยวันละ 1,903 คน	เทียบกับ 1 วัน จะได้ว่าเมื่อสิ่งหนึ่ง ลดอีกสิ่งหนึ่ง ก็ลดตาม	การหา จำนวนเฉลี่ย *การคิดริเริ่ม โดยใช้ บัญญัติไตรยางศ์ *การคิด ละเอียดลออ
Item 15: เอ	แสดงว่าถ้าเรานำจำนวนข้อมูล ทั้งหมดมาบวกกัน แล้วหารด้วย จำนวนของข้อมูล ซึ่งแนวคิดเราก็ค คล้ายเอื้อ ดังนั้นเราก็สามารถ หาค่าเฉลี่ยออกมาได้		
Item 16: เอฟ	ใช่เลยครับ แต่วิธีของพี ก็น่าสนใจนะ และก็เป็นการทำคำตอบ เหมือนของเอ ด้วย เพียงแค่เขาหา ค่าเฉลี่ยในแต่ละวัน แล้วก็นำมา รวมกัน	การทำคำตอบของ ไบพลูเหมือนของ ปั่นสิบ	เปรียบเทียบกับ วิธีการหาคำตอบ ทั้ง 3 แนวทาง ว่ามีความเหมือน ต่างกัน โดยจัด
Item 17: บี	ใช่ ๆ ของปั่นสิบ คิดทั้งหมดแล้ว ค่อยเอามาหาร 7		กลุ่มของแนวทาง ในการแก้ปัญหา
Item 18: เอฟ	แต่ของบี จะต่างกับคนอื่นนะ บีจะเทียบหาจำนวนหนึ่งให้ได้อีก จำนวนหนึ่งออกมา	การทำคำตอบของ พราวจะต่างกับคน อื่นนะ พราวจะ เทียบหาจำนวน หนึ่งให้ได้อีกจำนวน หนึ่งออกมา	ออกเป็น 2 กลุ่ม ทางแนวคิด *การคิดยืดหยุ่น

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค15101	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล		เวลา 10 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล		เวลา 1 ชั่วโมง
ผู้สอน นายอรรถพร เพชรสงค์	โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก	สพป.นราธิวาส เขต 2
สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ.....2565.....		

1.สาระสำคัญ

การเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปข้อความหรือตัวเลข ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ เช่น การสัมภาษณ์ การสอบถาม การสำรวจ การสังเกต และการทดลอง

การจำแนกข้อมูลเป็นการนำข้อมูลมาจัดให้เป็นหมวดหมู่ กลุ่ม หรือเรียงลำดับในลักษณะ ต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่จะนำข้อมูลไปใช้ จากนั้นจึงนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

2.มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา
ตัวชี้วัด

-

3.จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

3.1 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง

3.2 จำแนกและจัดกลุ่มข้อมูลได้ถูกต้อง

3.3 วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายได้เหมาะสม

3.4 แสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกลักษณะที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการ

แบบเปิดได้เหมาะสม

4. สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K: Knowledge)

ข้อมูลเป็นข้อเท็จจริงของสิ่งที่สนใจ ซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมเป็นได้ทั้งรูปข้อความหรือตัวเลข เช่น ความสูง น้ำหนัก รายได้ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ฯลฯ

ด้านทักษะกระบวนการ (P: Process)

- วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม

- การคิดสร้างสรรค์

ด้านเจตคติ คุณค่า (A: Attitude)

นำวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูลไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

5. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

ความสามารถในการคิด

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 มีวินัย มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่

6.2 มีความสนใจใฝ่เรียนรู้

6.3 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (10 นาที)

1. ครูทักทายนักเรียน พูดคุยเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน และสิ่งแวดล้อม จากนั้นครูนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาดังนี้

สถานการณ์ปัญหา อาหารเป็นสิ่งที่รับประทานเข้าไปในร่างกายเพื่อความเจริญเติบโต ปัจจุบันจึงมีร้านอาหารตามสั่งที่อำนวยความสะดวกในการเลือกรับประทานเมนูอาหารที่หลากหลาย เช่น



คำถามที่ 1 จะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนชั้นป.5 เลือกรับประทานอาหารอะไรบ้างจากเมนูอาหารตามสั่ง

คำถามที่ 2 อาหารมีหลากหลายให้เลือกรับประทาน เราจะมีวิธีการเก็บข้อมูลประเด็นใดได้บ้าง อย่างไรบ้าง

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับอาหารที่นักเรียนชั้นป.5 ชอบรับประทานมากที่สุดจากเมนูร้านอาหารตามสั่งที่ตนชอบไปรับประทานคนละ 1 เมนูอาหาร ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลใดก็ได้ตามประเด็นที่แต่ละกลุ่มสนใจ

2. ครูแจกใบรายชื่อให้นักเรียนชั้นป.5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีสมาชิกภายในกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อนำไปเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (30 นาที)

3. นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา คำถาม และคำสั่ง พร้อมทั้งร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางหรือประเด็นที่สนใจในการเก็บข้อมูลครั้งนี้

4. นักเรียนดำเนินการเก็บข้อมูลในสายชั้น ป.5 พร้อมทั้งนำข้อมูลที่ได้มาจัดเรียง จำแนก หรือจัดประเภทตามแนวทางของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (15 นาที)

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายถึงประเด็นที่สนใจในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอาหารที่ชอบรับประทาน

โดยครูถามตัวแทนนักเรียนที่นำเสนอผลงาน ดังนี้

- กลุ่มของนักเรียนเลือกใช้วิธีการใดบ้างในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- กลุ่มของนักเรียนจำแนกและจัดกลุ่มข้อมูลได้อย่างไร
- กลุ่มของนักเรียนจำแนกและจัดกลุ่มข้อมูลได้กี่กลุ่ม อะไรบ้าง

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นในชั้นเรียนร่วมสอบถามประเด็นที่สงสัยจากเพื่อนที่นำเสนอ

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดที่เกิดขึ้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการตอบคำถาม

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (5 นาที)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากการอภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่มว่า นักเรียนได้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้ และบันทึกสรุปสิ่งที่ได้ เพื่อนำวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูลไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงในชีวิตประจำวัน

9. สื่อการเรียนรู้

สื่อหลัก

- แผ่นภาพแสดงตัวอย่างอาหาร
- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล

สื่อเสริม

- บัตรคำสั่ง
- ใบรายชื่อให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
1. ความคิดสร้างสรรค์	1.1 ข้อมูลในรูปแบบของวิดีโอที่บันทึกภาพเคลื่อนไหว เสียงสนทนา และโพรโตคอลในการแก้ปัญหาของนักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหาปลายเปิด เช่นการขีดเขียน ท่าทาง และพฤติกรรมของนักเรียนภายในกลุ่ม	1.กล้องบันทึกวิดีโอและภาพ 2.โพรโตคอลในการแก้ปัญหา
	1.2 ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม คำพูด และวิธีคิดหาคำตอบของนักเรียนผลงาน ชิ้นงาน หรือใบกิจกรรมจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่สะท้อนถึงวิธีการคิดของนักเรียน	แบบบันทึกภาคสนาม
2.องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	2.1 การคิดคล่อง พิจารณาดังนี้ - ระดับ 3 คะแนน นักเรียนเขียนเมนูอาหารได้หลากหลายเมนูภายในเวลาที่กำหนด - ระดับ 2 คะแนน นักเรียนเขียนเมนูอาหารได้เพียง 2 เมนูอาหารภายในเวลาที่กำหนด - ระดับ 1 คะแนน นักเรียนเขียนเมนูอาหารได้เพียง 1 เมนูอาหารภายในเวลาที่กำหนด - ระดับ 0 คะแนน นักเรียนเขียนเมนูอาหารได้เพียง 1 เมนูอาหารแต่ไม่สมบูรณ์ หรือไม่มีคำตอบ ภายในเวลาที่กำหนด	เกณฑ์การตรวจผลงานความคิดสร้างสรรค์ ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ ของ Torrance
	2.2 การคิดยืดหยุ่น พิจารณาดังนี้ - ระดับ 3 คะแนน นักเรียนจัดกลุ่มเมนูอาหารได้หลายกลุ่ม - ระดับ 2 คะแนน นักเรียนจัดกลุ่มเมนูอาหารได้เพียง 2 กลุ่ม - ระดับ 1 คะแนน นักเรียนจัดกลุ่มเมนูอาหารได้เพียง 1 กลุ่ม - ระดับ 0 คะแนน นักเรียนไม่สามารถจัดกลุ่มเมนูอาหารได้	

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
	<p>2.3 การคิดริเริ่ม พิจารณาดังนี้</p> <p>- ระดับ 3 คะแนน นักเรียนกำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ 1-2% ของนักเรียนในห้องทั้งหมด</p> <p>- ระดับ 2 คะแนน นักเรียนกำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ 3-5% ของนักเรียนในห้องทั้งหมด</p> <p>- ระดับ 1 คะแนน นักเรียนกำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ตั้งแต่ 6% ของนักเรียนในห้องทั้งหมด</p> <p>- ระดับ 0 คะแนน นักเรียนไม่สามารถกำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาหาคำตอบได้</p>	
	<p>2.4 การคิดละเอียดลออ พิจารณาดังนี้</p> <p>- ระดับ 3 คะแนน นักเรียนแสดงเหตุผล อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูลได้ชัดเจน กระชับถ้อยคำ โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่า 1 ข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้หลักการนับ <p>- ระดับ 2 คะแนน นักเรียนแสดงเหตุผล อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้ อย่างมาก 1 ข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้หลักการนับ 	

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
	<p>- ระดับ 1 คะแนน</p> <p>นักเรียนแสดงเหตุผล อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล แต่ไม่ชัดเจน</p> <p>- ระดับ 0 คะแนน</p> <p>นักเรียนไม่แสดงเหตุผล อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล</p>	
3.เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน	ข้อมูลจากการสำรวจเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน	แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน

11. คاعدการณ์แนวคิดนักเรียนที่ตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับอาหารที่นักเรียนชั้นป.5 ชอบรับประทานมากที่สุดจากเมนูร้านอาหารตามสั่งที่ตนชอบไปรับประทานคนละ 1 เมนูอาหาร ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลใดก็ได้ตามประเด็นที่แต่ละกลุ่มสนใจ

แนวคิดที่ 1 นักเรียนจัดกลุ่มอาหารเป็นชนิดของอาหาร ได้แก่

อาหารคาว เช่น แกง ผัด ยำ ทอดเผา/ย่าง เครื่องเคียง

อาหารหวาน เช่น ขนมหวานที่ปรุงด้วยกะทิ น้ำตาล และแป้งเป็นหลัก

แนวคิดที่ 2 นักเรียนจัดกลุ่มอาหารเป็นรสชาติของอาหาร ได้แก่

รสเค็ม รสหวาน รสเปรี้ยว รสเผ็ด รสจืด

แนวคิดที่ 3 นักเรียนจัดกลุ่มอาหารเป็นอาหารจานเดียว ได้แก่

อาหารจานเดียวประเภทเส้น

อาหารจานเดียวประเภทข้าว

แนวคิดที่ 4 นักเรียนจัดกลุ่มอาหารเป็นวัฒนธรรมด้านอาหาร 4 ภาค ได้แก่

ภาคใต้ เช่น แกงไตปลา แกงส้ม น้ำบูดู คั่วกลิ้ง ผัดสะตอกุ้งสด

ภาคกลาง เช่น แกงเขียวหวาน ห่อหมก น้ำพริกปลาร้า กุ้งทอดผัดพริก

แกงแห้ง

ภาคอีสาน เช่น ส้มตำ ลาบ ก้อย ซุปหน่อไม้

ภาคเหนือ เช่น น้ำพริกอ่อน ข้าวซอย น้ำพริกหนุ่ม ขนมจีนน้ำเงี้ยว

แนวคิดที่ 5 นักเรียนจัดกลุ่มอาหารเป็นวัฒนธรรมด้านอาหารของแต่ละชาติ ได้แก่

อาหารไทย เช่น ส้มตำ น้ำตกหมู ต้มยำกุ้ง แกงมัสมั่น ฯลฯ

อาหารจีน เช่น แกงจืด หมูทอดราดซอสเปรี้ยวหวาน เต้าหู้ทรงเครื่องสไลต์
เสฉวน เป็ดปักกิ่ง ปอเปี๊ยะ เกี้ยวซ่า ต้มยำ ฯลฯ

อาหารฝรั่ง เช่น สเต็ก ผักโขมอบชีส สปาเก็ตตี้ พิซซ่า ฯลฯ

อาหารญี่ปุ่น เช่น ซูชิ ราเมน เทมปุระ ชาบู ฯลฯ

อาหารแขก เช่น ข้าวหมกไก่ สลัดแตงกวา โรตีส ฯลฯ

12. ความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

- เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่
- นำไปสอนได้
- ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้ ดังนี้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายนุรเด่น สาเมาะ)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

13. ความคิดเห็นของรองผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

- อนุมัติให้ใช้สอนได้
- ไม่อนุมัติ
- อนุมัติโดยมีข้อเสนอแนะ คือ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสิริกัลยา โพธิ์พันธ์)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

14. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

14.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14.2 ปัญหา/อุปสรรคที่พบและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14.3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายอรรถพร เพชรสงค์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับอาหารที่นักเรียนชั้นป.5 ชอบรับประทานมากที่สุดจากเมนูร้านอาหารตามสั่งที่ตนชอบไปรับประทาน คนละ 1 เมนูอาหาร ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลใดก็ได้ตามประเด็นที่นักเรียนสนใจ

ตาราง แสดงการจัดเรียง จำแนก หรือจัดประเภทตามแนวทางของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค15101	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล		เวลา 10 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะ		เวลา 1 ชั่วโมง
ผู้สอน นายอรรถพร เพชรสงค์	โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก	สพป.นราธิวาส เขต 2
สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ.....2565.....		

1.สาระสำคัญ

การอ่านการนำเสนอข้อมูลที่อยู่ในรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูลที่มาหรือใกล้เคียง ซึ่งใช้เครื่องหมายแสดงการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน

2.มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา
ตัวชี้วัด

-

3.จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

- 3.1 อ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะได้ถูกต้อง
- 3.2 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูลได้ถูกต้อง
- 3.3 วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายได้เหมาะสม
- 3.4 แสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกละเอียดที่ทำการกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิดได้เหมาะสม

4. สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K: Knowledge)

แผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน เป็นการนำเสนอข้อมูลที่แต่ละรายการมีปริมาณมาก ๆ หรือข้อมูลที่แต่ละรายการมีปริมาณใกล้เคียงกันมาก

ด้านทักษะกระบวนการ (P: Process)

- วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม
- การคิดสร้างสรรค์

ด้านเจตคติ คุณค่า (A: Attitude)

นำวิธีการอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

5. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

ความสามารถในการคิด

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 มีวินัย มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่

6.2 มีความสนใจใฝ่เรียนรู้

6.3 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

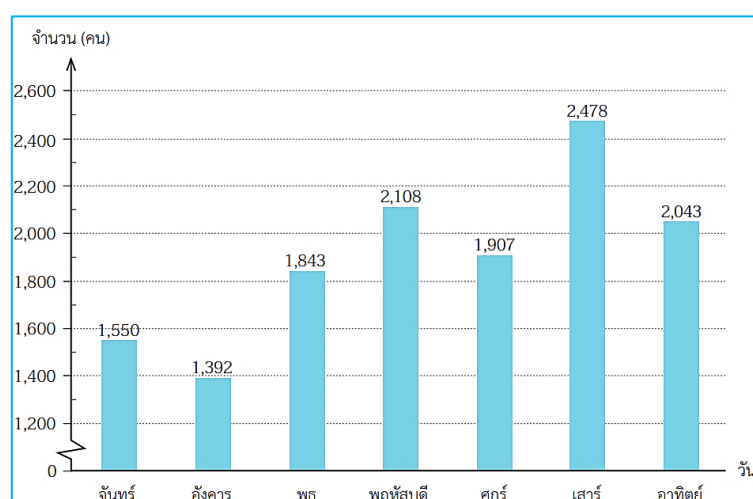
ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (10 นาที)

1. ครูทักทายนักเรียน พูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา นราธิวาส) ในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 จากนั้นครูนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาดังนี้

สถานการณ์ปัญหา จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา นราธิวาส) ในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 เป็นดังนี้



คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการหาจำนวนเฉลี่ยของผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ในสัปดาห์สุดท้ายนี้

2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (30 นาที)

3. นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา คำถาม และคำสั่ง พร้อมทั้งร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนเรียนรู้ไปพร้อมกับปฏิบัติกิจกรรม โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แทนปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ แล้วเขียนแนวคิดของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (15 นาที)

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายถึงประเด็นในคำสั่งของกิจกรรม

6. ครูถามคำถาม ดังนี้

- แผนภูมิแท่งประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
- ตัวแผนภูมิประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
- เส้นแสดงรายการกับเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันอย่างไร
- มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ทั้งหมดกี่คน
- นักเรียนจะหาจำนวนเฉลี่ยของผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ใน

สัปดาห์สุดท้ายนี้ได้อย่างไร

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นในชั้นเรียนร่วมสอบถามประเด็นที่สงสัยจากเพื่อนที่นำเสนอ

8. ครูและนักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดที่เกิดขึ้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการตอบคำถาม

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (5 นาที)

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจากการอภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่มว่า นักเรียนได้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้ และบันทึกสรุปสิ่งที่ได้ เพื่อนำวิธีการอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงในชีวิตประจำวัน

9. สื่อการเรียนรู้

สื่อหลัก

- แผ่นภาพแสดงแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ
- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ

สื่อเสริม

- บัตรคำสั่ง

10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
1. ความคิดสร้างสรรค์	1.1 ข้อมูลในรูปแบบของวิดีโอที่บันทึกภาพเคลื่อนไหว เสียงสนทนา และโพรโตคอลในการแก้ปัญหาของนักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหา ปลายเปิด เช่นการขีดเขียน ทำทาง และพฤติกรรมของนักเรียนภายในกลุ่ม	1. กล้องบันทึกวิดีโอและภาพ 2. โพรโตคอลในการแก้ปัญหา
	1.2 ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม คำพูด และวิธีคิดหาคำตอบของนักเรียนผลงาน ชิ้นงาน หรือใบกิจกรรมจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่สะท้อนถึงวิธีการคิดของนักเรียน	แบบบันทึกภาคสนาม
2. องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	<p>2.1 การคิดคล่อง พิจารณาดังนี้</p> <p>- ระดับ 3 คะแนน นักเรียนเขียนแนวคิดจากคำสั่งที่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ขั้นตอน และได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม ตั้งแต่ 3 แนวคิดขึ้นไป ภายในเวลาที่กำหนด</p> <p>- ระดับ 2 คะแนน นักเรียนเขียนแนวคิดจากคำสั่งที่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ขั้นตอน และได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม เพียง 2 แนวคิด</p> <p>- ระดับ 1 คะแนน นักเรียนเขียนแนวคิดจากคำสั่งที่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ขั้นตอน และได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม เพียง 1 แนวคิด</p>	เกณฑ์การตรวจผลงานความคิดสร้างสรรค์ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance
	<p>- ระดับ 0 คะแนน นักเรียนเขียนแนวคิดจากคำสั่ง โดยไม่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม</p>	

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
	<p>2.2 การคิดยืดหยุ่น พิจารณาดังนี้</p> <p>- ระดับ 3 คะแนน นักเรียนมีวิธีหาคำตอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยสามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้หลายกลุ่ม</p> <p>- ระดับ 2 คะแนน นักเรียนมีวิธีหาคำตอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยสามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้เพียง 2 กลุ่ม</p> <p>- ระดับ 1 คะแนน นักเรียนมีวิธีหาคำตอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยสามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้เพียง 1 กลุ่ม</p> <p>- ระดับ 0 คะแนน นักเรียนไม่สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้</p>	
	<p>- ระดับ 1 คะแนน นักเรียนกำหนดวิธีการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา โดยมีนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ตั้งแต่ 6% ของนักเรียนในห้องทั้งหมด</p> <p>- ระดับ 0 คะแนน นักเรียนไม่สามารถกำหนดวิธีการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำมาหาคำตอบได้</p> <p>2.4 การคิดละเอียดลออ พิจารณาดังนี้</p> <p>- ระดับ 3 คะแนน นักเรียนแสดงผล อธิบายการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจน กระชับถ้วนถี่ โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่า 1 ข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ 	

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
	<p>- ระดับ 2 คะแนน</p> <p>นักเรียนแสดงเหตุผล อธิบายการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาได้ โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้ อย่างมาก 1 ข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ <p>- ระดับ 1 คะแนน</p> <p>นักเรียนแสดงเหตุผล การหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจน</p> <p>- ระดับ 0 คะแนน</p> <p>นักเรียนไม่แสดงเหตุผล การหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา</p>	
3.เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน	ข้อมูลจากการสำรวจเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน	แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน

11. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนที่ตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการหาจำนวนเฉลี่ยของผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ในสัปดาห์สุดท้ายนี้

แนวคิดที่ 1 1 สัปดาห์ มี 7 วัน ได้แก่ วันจันทร์ อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ เสาร์ อาทิตย์

สัปดาห์นี้จึงมีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ทั้งหมด

$$1,550 + 1,392 + 1,843 + 2,108 + 1,907 + 2,478 + 2,043 = 13,321 \text{ คน}$$

ดังนั้น สัปดาห์สุดท้ายนี้มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา

เฉลี่ยวันละ $13,321 \div 7 = 1,903 \text{ คน}$

แนวคิดที่ 2 ใน 7 วัน มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา จำนวน 13,321 คน

ถ้า 1 วัน มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา จำนวน $13,321 \times 1 = 1,903 \text{ คน}$

7

ดังนั้น สัปดาห์สุดท้ายนี้มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยวันละ 1,903 คน

- แนวคิดที่ 3 หาจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยแต่ละวัน แล้วนำทั้งหมดมารวมกัน
(ประมาณผลลัพธ์เป็นทศนิยม 3 ตำแหน่ง)
- วันจันทร์มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยเป็น $1,550 \div 7 = 221.429$
วันอังคารมีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยเป็น $1,392 \div 7 = 198.857$
วันพุธมีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยเป็น $1,843 \div 7 = 263.286$
วันพฤหัสบดีมีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยเป็น $2,108 \div 7 = 301.143$
วันศุกร์มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยเป็น $1,907 \div 7 = 272.429$
วันเสาร์มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยเป็น $2,478 \div 7 = 354.000$
วันอาทิตย์มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยเป็น $2,043 \div 7 = 291.857$
- ดังนั้น สัปดาห์สุดท้ายนี้มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยวันละ
- $$221.429 + 198.857 + 263.286 + 301.143 + 272.429 + 354.000 + 291.857 = 1903.001 \text{ คิดเป็น } 1,903 \text{ คน}$$
- แนวคิดที่ 4 หาจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนาเฉลี่ย จากความสัมพันธ์การหาค่าเฉลี่ย
- จาก ค่าเฉลี่ย = $\frac{\text{ผลรวมของจำนวนข้อมูลทั้งหมด}}{\text{จำนวนของข้อมูลทั้งหมด}}$
- ผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยวันละ = $\frac{1,550 + 1,392 + 1,843 + 2,108 + 1,907 + 2,478 + 2,043}{7}$
- ดังนั้น สัปดาห์สุดท้ายนี้มีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา เฉลี่ยวันละ = 1,903 คน

12. ความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

นำไปสอนได้

ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้ ดังนี้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายนุรเด่น สาเมาะ)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

13. ความคิดเห็นของรองผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

อนุมัติให้ใช้สอนได้

ไม่อนุมัติ

อนุมัติโดยมีข้อเสนอแนะ คือ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสิริกัลยา โพธิ์พันธ์)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

14. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

14.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14.2 ปัญหา/อุปสรรคที่พบและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

14.3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายอรรถพร เพชรสงค์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

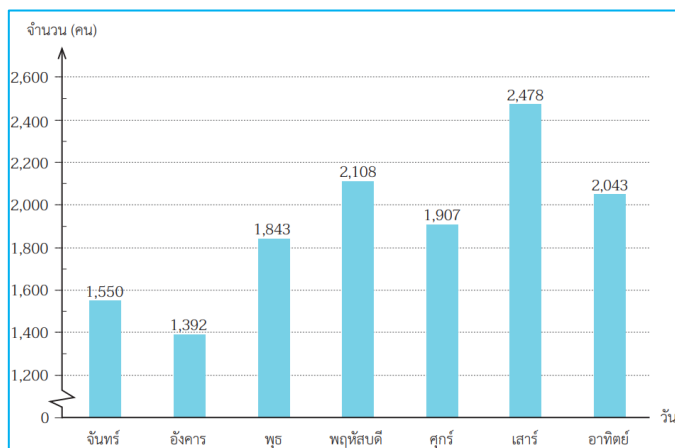
ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ



ตอบคำถามโดยใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่งต่อไปนี้

จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา นราธิวาส) ในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 เป็นดังนี้



คำสั่งที่ ให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ได้มากที่สุดในการหาจำนวนเฉลี่ยของผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ในสัปดาห์สุดท้ายนี้

แนวคิดของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค15101	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล		เวลา 10 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ		เวลา 1 ชั่วโมง
ผู้สอน นายอรรถพร เพชรสงค์	โรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก	สพป.นราธิวาส เขต 2
สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ.....2565.....		

1.สาระสำคัญ

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสี่เหลี่ยมมุมฉากในเรื่องเดียวกันตั้งแต่ข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป ซึ่งมีการกำหนดสัญลักษณ์เพื่อแสดงข้อมูลแต่ละชุด

2.มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา
ตัวชี้วัด

ค 3.1 ป.5/2 เขียนแผนภูมิแท่งจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับ

3.จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

3.1 เขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับได้ถูกต้อง

3.2 วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายได้เหมาะสม

3.3 แสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกลักษณะที่ทำการกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการ

แบบเปิดได้เหมาะสม

4. สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K: Knowledge)

การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ เป็นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนปริมาณของข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป ที่มากหรือใกล้เคียงในเรื่องเดียวกัน ซึ่งมีการกำหนดสัญลักษณ์เพื่อแสดงข้อมูลแต่ละชุด

ด้านทักษะกระบวนการ (P: Process)

- วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม
- การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
- การให้เหตุผล
- การคิดสร้างสรรค์

ด้านเจตคติ คุณค่า (A: Attitude)

นำวิธีการเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

5. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

ความสามารถในการคิด

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 มีวินัย มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่

6.2 มีความสนใจใฝ่เรียนรู้

6.3 มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (10 นาที)

1. ครูทักทายนักเรียน พูดคุยเกี่ยวกับการนำข้อมูลที่อยู่ในตารางหลายทางไปเขียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบหนึ่งที่ใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงปริมาณของข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป ที่มากหรือใกล้เคียงในเรื่องเดียวกัน จากนั้นครูนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนตอบด้วยปากเปล่า ดังนี้

สถานการณ์ปัญหา คุณครูปลายฟ้าได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวนนักเรียนชั้น ป.4 ถึงป.6 ของโรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก ที่ชอบกีฬาชนิดต่าง ๆ เป็นดังนี้

จำนวนนักเรียนชั้น ป.4 – ป.6 ของโรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก ที่ชอบกีฬาชนิดต่าง ๆ

ชนิดของกีฬา	จำนวน (คน)		
	ป.4	ป.5	ป.6
แบดมินตัน	40	26	42
ฟุตบอล	62	58	50
ปิงปอง	20	24	35
วอลเลย์บอล	38	32	40

คำสั่ง นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างไร

2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (35 นาที)

3. นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา คำถาม และคำสั่ง พร้อมทั้งพิจารณาดารางข้อมูลหลายทางเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้น ป.4 – ป.6 ของโรงเรียนบ้านสุโขทัย-ไกล ที่ชอบกีฬาชนิดต่าง ๆ แล้วกำหนดช่วงบนเส้นแสดงจำนวนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ

4. นักเรียนเรียนรู้ไปพร้อมกับปฏิบัติกิจกรรม โดยพิจารณาและเขียนแสดงข้อมูลในรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนปริมาณของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุด ขึ้นไปที่มากหรือใกล้เคียงในเรื่องเดียวกันลงในใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (10 นาที)

5. นักเรียนออกมานำเสนอและอภิปรายถึงประเด็นที่ในแต่ละคำสั่งของกิจกรรม

6. ครูถามคำถาม ดังนี้

- แผนภูมิแท่งนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร
- นักเรียนสามารถนำข้อมูลมาเขียนเป็นแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้

อย่างไร

- ตัวแผนภูมิประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
- เส้นแสดงรายการกับเส้นแสดงจำนวนแตกต่างกันอย่างไร

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นในชั้นเรียนร่วมสอบถามประเด็นที่สงสัยจากเพื่อนที่นำเสนอ

8. ครูและนักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดที่เกิดขึ้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการตอบคำถาม

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (5 นาที)

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจากการอภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่มว่า นักเรียนได้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้ และบันทึกสรุปสิ่งที่ได้ เพื่อนำวิธีการเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงในชีวิตประจำวัน

9. สื่อการเรียนรู้

สื่อหลัก

- ตารางข้อมูลจำนวนนักเรียนที่ชอบกีฬาชนิดต่าง ๆ
- กระดาษกราฟ
- ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ

สื่อเสริม

- บัตรคำสั่ง

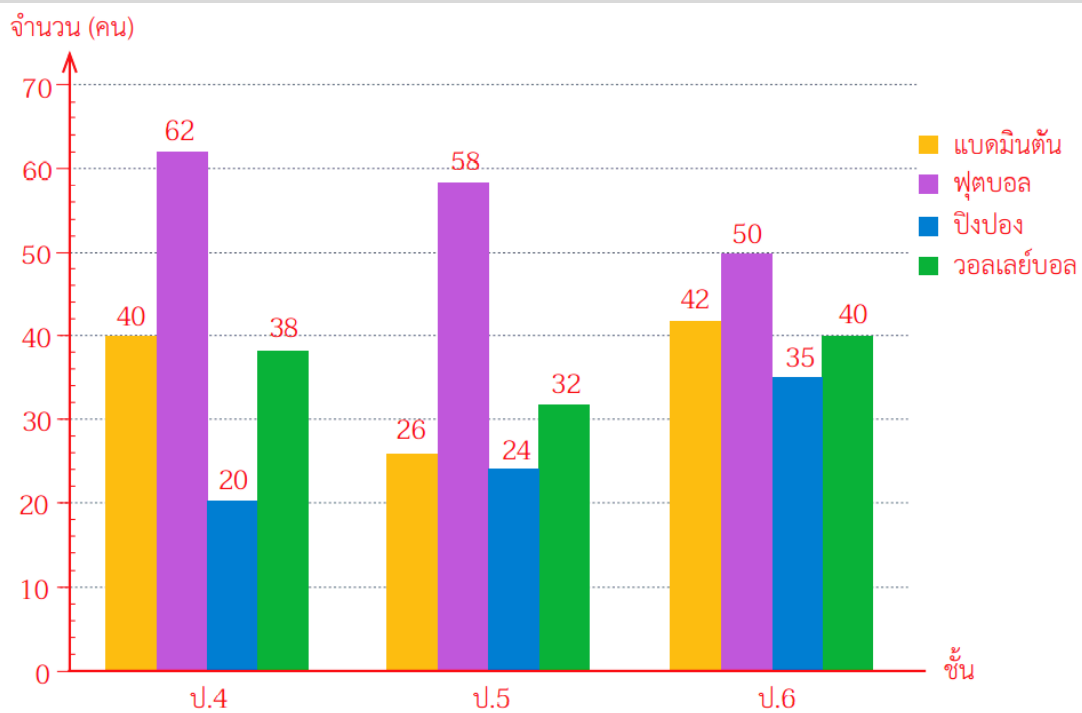
10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
1. ความคิดสร้างสรรค์	1.1 ข้อมูลในรูปแบบของวิดีโอที่บันทึกภาพเคลื่อนไหว เสียงสนทนา และโพรโตคอลในการแก้ปัญหาของนักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหาปลายเปิด เช่นการขีดเขียน ทำทาง และพฤติกรรมของนักเรียนภายในกลุ่ม	1.กล้องบันทึกวิดีโอและภาพ 2.โพรโตคอลในการแก้ปัญหา
	1.2 ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม คำพูด และวิธีคิดหาคำตอบของนักเรียนผลงาน ชิ้นงาน หรือใบกิจกรรมจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่สะท้อนถึงวิธีการคิด	แบบบันทึกภาคสนาม
2.องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	<p>2.1 การคิดริเริ่ม พิจารณาดังนี้</p> <p>- ระดับ 3 คะแนน นักเรียนกำหนดวิธีการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหา โดยมีนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ 1-2% ของนักเรียนในห้องทั้งหมด</p> <p>- ระดับ 2 คะแนน นักเรียนกำหนดวิธีการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหา โดยมีนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ 3-5% ของนักเรียนในห้องทั้งหมด</p> <p>- ระดับ 1 คะแนน นักเรียนกำหนดวิธีการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหา โดยมีนักเรียนที่ใช้วิธีนี้ตั้งแต่ 6% ของนักเรียนในห้องทั้งหมด</p>	เกณฑ์การตรวจผลงานความคิดสร้างสรรค์ตามความหมายความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้
	<p>- ระดับ 0 คะแนน นักเรียนไม่สามารถเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหาได้ หรือมีร่องรอยในการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแต่ไม่สมบูรณ์</p> <p>2.2 การคิดละเอียดลออ พิจารณาดังนี้</p> <p>- ระดับ 3 คะแนน นักเรียนแสดงเหตุผล อธิบายการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจน กระชับถ้วนถี่ โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่า 1 ข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ <p>- ระดับ 2 คะแนน นักเรียนแสดงเหตุผล อธิบายการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหาได้ โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้อย่างมาก 1 ข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ <p>- ระดับ 1 คะแนน นักเรียนแสดงเหตุผล การเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจน</p> <p>- ระดับ 0 คะแนน นักเรียนไม่แสดงเหตุผล การเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจากสถานการณ์ปัญหา</p>	
3.เจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน	ข้อมูลจากการสำรวจเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน	แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน

แนวคิดที่ 2

จำนวนนักเรียนชั้น ป.4 - ป.6 ของโรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก ที่ชอบกีฬาชนิดต่าง ๆ



12. ความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

นำไปสอนได้

ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้ ดังนี้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวตาลทิพย์ ทองคุปต์)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

13. ความคิดเห็นของรองผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

อนุมัติให้ใช้สอนได้

ไม่อนุมัติ

อนุมัติโดยมีข้อเสนอแนะ คือ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสิริกัลยา โพธิ์พันธ์)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสุโขทัย-ลก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

14. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

14.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14.2 ปัญหา/อุปสรรคที่พบและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

14.3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายอรรถพร เพชรสงค์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ภาคผนวก ง

แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด

**แบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในรายวิชาคณิตศาสตร์**

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติฉบับนี้มีจำนวน 24 ข้อ แบ่งเป็น 4 กระบวนการเชิงการประเมิน ในแต่ละรายการ ซึ่งแต่ละข้อความมุ่งแสดงพฤติกรรมทางความรู้สึกหรืออารมณ์ของนักเรียนขณะที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นตามความรู้สึกของนักเรียน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1. อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
1.1 ฉันมีความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
1.2 ฉันรู้สึกสนุกสนานในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
1.3 เมื่อฉันอ่านคำสั่งของกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกตื่นเต้นและอยากที่จะทำ					
1.4 ขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกเบื่อหน่าย เพราะคำสั่งที่ให้ยากเกินไป					
1.5 เมื่อครูถามปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกไม่อยากตอบ เพราะฉันไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน					
1.6 ฉันรู้สึกอึดอัด หวาดกลัว เมื่อครูเรียกให้แสดงความคิดเห็น ขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
2. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
2.1 เมื่อครูให้กำลังใจ ชี้แนะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ครั้งนี้					

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
2.2 ฉันรู้สึกชอบ เมื่อได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จากคำสั่งในกิจกรรม					
2.3 ฉันรู้สึกดีใจที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความ คิดเห็นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
2.4 ก่อนที่จะเข้าชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ฉันจะมีอารมณ์เบื่อหน่าย					
2.5 คำสั่งในกิจกรรมยากจนเกินไป ทำให้ฉัน รู้สึกไม่อยากทำ					
2.6 ฉันรู้สึกไม่มั่นใจในวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อครูให้นำเสนอแนวคิด					
3. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์					
3.1 ถ้าฉันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยความ เข้าใจและสำเร็จ ทำให้ฉันรู้สึกมั่นใจว่าครั้ง ต่อไปฉันก็ทำได้					
3.2 ฉันคิดว่าผลงานของฉันที่ได้จากการทำ กิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นผลงาน ที่ดีและน่าพอใจ					
3.3 เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถทำได้ ฉันรู้สึกดีมาก ๆ และนั่นคือ ความภาคภูมิใจ					
3.4 ฉันรู้สึกกังวลและอึดอัดทุกครั้งในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
3.5 เมื่อถึงเวลาที่ครูเรียกถาม ฉันตอบคำถาม ครูไม่ได้ เพราะฉันทำไม่เป็น					
3.6 ฉันคิดว่ากิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้เพื่อนในชั้นเรียน มองว่าฉัน					

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
เป็นคนไม่เก่งในการแก้ปัญหา จึงทำให้ไม่ชอบ คณิตศาสตร์					
4. อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อ เป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์					
4.1 เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วย ตนเองจนสำเร็จ จึงทำให้ฉันชอบที่จะเรียน คณิตศาสตร์					
4.2 ฉันให้ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาของ ตนเองทุกครั้ง ซึ่งทำให้ฉันรู้สึกภาคภูมิใจ					
4.3 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันตั้งใจที่ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้จริง					
4.4 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกดี เครียด เมื่อเพื่อนไม่ยอมรับในแนวคิดที่ฉันเสนอ					
4.5 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันไม่มั่นใจ ในตนเอง จึงทำงานไม่สำเร็จ					
4.6 ฉันรู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้					

ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
แบบบันทึกภาคสนามเพื่อการวิจัย

แบบบันทึกภาคสนามเพื่อการวิจัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้ร่วมวิจัย.....

วัน/เดือน/ปีที่บันทึก.....

เวลาเริ่มต้นที่บันทึก..... เวลาสิ้นสุดที่บันทึก.....

สถานที่ที่บันทึก.....

ฝั่งที่นั่งเรียน			
กระดาน			ประตูหน้า
			โต๊ะครู
			ประตูหลัง

ภาคผนวก ฉ
การประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือในการวิจัย

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	4	4	4	4	4.00	มาก
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	5	3	5	4	4.20	มาก
ภาพรวม						4.48	มาก

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะ							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	5	4	4	4	4.20	มาก
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	5	4	4	4	4.20	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ภาพรวม						4.46	มาก

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะ							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะ สำคัญของนักเรียน	4	5	4	4	5	4.40	มาก
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเอง ของนักเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและ เปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
6. การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียน เหมาะสมต่อการตอบสนองต่อ คำสั่งกิจกรรม	4	4	4	5	4	4.20	มาก
ภาพรวม						4.48	มาก

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะ							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะ สำคัญของนักเรียน	4	5	4	4	5	4.40	มาก
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	4	4	4	4	4.00	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเอง ของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและ เปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
6. การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียน เหมาะสมต่อการตอบสนองต่อ คำสั่งกิจกรรม	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ภาพรวม						4.46	มาก

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	5	4	4	5	4.40	มาก
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ภาพรวม						4.50	มาก

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	5	4	4	5	4.40	มาก
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	5	4	4	4	4.20	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	5	4	4	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	5	4	4	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	5	4	4	4	4.40	มาก
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00	มาก
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	4	4	4	4	4.00	มาก
ภาพรวม						4.36	มาก

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	5	4	4	5	4.40	มาก
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	4	4	5	4	4.20	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	4	4	5	4	4.20	มาก
ภาพรวม						4.46	มาก

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การอ่านกราฟเส้น							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	4	4	5	4	4.20	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	4	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ภาพรวม						4.52	มากที่สุด

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การอ่านกราฟเส้น							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ภาพรวม						4.54	มากที่สุด

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การเขียนกราฟเส้น							
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมต่อสมรรถนะสำคัญของนักเรียน	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้							
ชั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ชั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ชั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
ชั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	มาก
6. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
7. คาดการณ์แนวคิดนักเรียนเหมาะสมต่อการตอบสนองต่อคำสั่งกิจกรรม	4	5	4	5	4	4.40	มาก
ภาพรวม						4.56	มากที่สุด
ภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-10						4.48	มาก

ตารางที่ 19 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1. อารมณ์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์							
1.1 ฉันมีความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ฉันรู้สึกสนุกสนานในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.3 เมื่อฉันอ่านคำสั่งของกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกตื่นเต้นและอยากที่จะทำ	5	3	4	5	5	4.40	มาก
1.4 ขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกเบื่อหน่าย เพราะคำสั่งที่ให้ยากเกินไป	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.5 เมื่อครูถามปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกไม่อยากตอบ เพราะฉันไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน	5	3	3	5	5	4.20	มาก
1.6 ฉันรู้สึกอึดอัด หวาดกลัว เมื่อครูเรียกให้แสดงความคิดเห็น ขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	5	3	3	5	5	4.20	มาก
2. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นในขณะที่กำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์							
2.1 เมื่อครูให้กำลังใจ ชี้แนะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหาครั้งนี้	5	5	4	4	3	4.20	มาก
2.2 ฉันรู้สึกชอบ เมื่อได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากคำสั่งในกิจกรรม	5	5	5	5	3	4.60	มากที่สุด
2.3 ฉันรู้สึกดีใจที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	5	5	4	5	3	4.40	มาก
2.4 ก่อนที่จะเข้าชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ฉันจะมีอารมณ์เบื่อหน่าย	5	5	5	5	3	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 19 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
2.5 คำสั่งในกิจกรรมยากจนเกินไป ทำให้ฉันรู้สึกไม่อยากทำ	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
2.6 ฉันรู้สึกไม่มั่นใจในวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อครูให้นำเสนอแนวคิด	5	5	4	5	3	4.40	มาก
3. อารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลที่คาดหวังไว้ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์							
3.1 ถ้าฉันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจและสำเร็จ ทำให้ฉันรู้สึกมั่นใจว่าครั้งต่อไปฉันก็ทำได้	5	5	3	4	3	4.00	มาก
3.2 ฉันคิดว่าผลงานของฉันที่ได้จากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นผลงานที่ดีและน่าพอใจ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.3 เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และสามารถทำได้ ฉันรู้สึกดีมาก ๆ และนั่นคือความภาคภูมิใจ	5	5	3	4	5	4.40	มาก
3.4 ฉันรู้สึกกังวลและอึดอัดทุกครั้งในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	5	5	3	5	3	4.20	มาก
3.5 เมื่อถึงเวลาที่ครูเรียกถามฉันตอบคำถามครูไม่ได้ เพราะฉันทำไม่เป็น	5	5	3	4	5	4.40	มาก
3.6 ฉันคิดว่ากิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้เพื่อนในชั้นเรียน มองว่าฉันเป็นคนไม่เก่งในการแก้ปัญหา จึงทำให้ไม่ชอบคณิตศาสตร์	5	5	3	5	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 19 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
4. อารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์กับค่านิยมส่วนบุคคลที่มีต่อเป้าหมายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์							
4.1 เมื่อฉันพยายามแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองจนสำเร็จ จึงทำให้ฉันชอบที่จะเรียนคณิตศาสตร์	5	5	3	5	3	4.20	มาก
4.2 ฉันให้ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองทุกครั้ง ซึ่งทำให้ฉันรู้สึกภาคภูมิใจ	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
4.3 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันดีใจที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง	5	5	5	5	3	4.60	มากที่สุด
4.4 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกตึงเครียดเมื่อเพื่อนไม่ยอมรับในแนวคิดที่ฉันเสนอ	5	5	3	4	4	4.20	มาก
4.5 ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉันไม่มั่นใจในตนเอง จึงทำงานไม่สำเร็จ	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
4.6 ฉันรู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	3	5	4	4.40	มาก
ภาพรวม						4.51	มากที่สุด

ภาคผนวก ข
คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้
ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิดในรายวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 20 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	3	1	1	1
2	3	3	2	1
3	2	1	1	1
4	3	3	2	3
5	3	2	1	2
6	3	1	1	1
7	2	1	2	1
8	3	2	1	1
9	3	2	2	2
10	3	3	1	2
11	3	3	2	2
12	1	1	1	1
13	1	2	1	1
14	3	3	1	1
15	1	1	1	1
16	3	3	2	2
17	3	3	1	2
18	3	2	1	1
19	2	2	1	1
20	3	3	2	2
21	2	2	1	1
22	3	3	3	2
23	3	3	3	3
24	3	3	3	3

ตารางที่ 20 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	3	3	1	2
26	3	2	2	3
27	3	3	1	2
28	3	3	1	3
29	3	2	1	2
30	3	2	1	1
31	3	3	3	3
32	2	2	1	1
33	3	3	3	2
34	3	3	1	2
35	1	1	1	1
36	3	2	1	2
37	1	1	1	1
38	3	3	1	2
39	3	2	2	2
40	3	2	2	1
41	3	2	1	1
42	3	2	2	2
43	2	2	1	1
44	3	3	1	2
รวม	116	99	65	74
คะแนนเฉลี่ย	2.64	2.25	1.48	1.68
S.D.	0.69	0.75	0.70	0.71
ร้อยละของ คะแนน	87.88	75.00	49.24	56.06

ตารางที่ 21 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	1	1	1	1
2	2	2	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	2
5	1	1	1	2
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	2	2	2
10	2	2	1	2
11	1	1	1	2
12	2	2	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	2	2	2
17	1	1	2	2
18	1	1	1	1
19	2	2	1	1
20	2	2	2	2
21	1	1	1	1
22	2	2	2	2
23	3	3	3	3
24	2	2	3	3

ตารางที่ 21 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	2	2	3	2
26	2	2	2	3
27	1	2	1	2
28	2	2	2	3
29	1	1	2	2
30	1	1	1	1
31	2	2	2	3
32	2	2	2	1
33	1	1	1	2
34	2	2	3	2
35	1	1	1	1
36	2	2	1	2
37	2	2	1	1
38	1	1	1	2
39	1	1	1	2
40	1	2	1	1
41	2	2	1	1
42	2	2	1	2
43	2	1	1	2
44	1	1	1	2
รวม	64	67	62	74
คะแนนเฉลี่ย	1.45	1.52	1.41	1.68
S.D.	0.55	0.55	0.66	0.67
ร้อยละของ คะแนน	48.48	50.76	46.97	56.06

ตารางที่ 22 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	1	1	1	1
2	1	1	2	1
3	1	1	1	1
4	1	1	2	3
5	1	1	2	2
6	1	1	1	1
7	1	1	2	2
8	1	1	1	1
9	1	1	2	3
10	1	1	2	2
11	1	1	3	2
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	2	3
15	1	1	1	1
16	1	1	2	3
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	2	2
20	1	1	2	1
21	1	1	2	2
22	1	1	3	2
23	1	1	2	3
24	1	1	2	3

ตารางที่ 22 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	1	1	2	3
26	1	1	2	3
27	1	1	2	2
28	1	1	2	2
29	1	1	2	2
30	1	1	1	2
31	1	1	2	3
32	1	1	2	2
33	1	1	2	3
34	1	1	2	2
35	1	1	2	2
36	1	1	2	2
37	1	1	2	2
38	1	1	1	1
39	1	1	2	2
40	1	1	2	2
41	1	1	2	2
42	1	1	2	2
43	1	1	2	2
44	1	1	2	2
รวม	44	44	79	86
คะแนนเฉลี่ย	1.00	1.00	1.80	1.95
S.D.	0.00	0.00	0.51	0.71
ร้อยละของ คะแนน	33.33	33.33	59.85	65.15

ตารางที่ 23 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	N/A	N/A	1	2
2	N/A	N/A	1	1
3	N/A	N/A	1	1
4	N/A	N/A	2	3
5	N/A	N/A	1	1
6	N/A	N/A	1	1
7	N/A	N/A	1	3
8	N/A	N/A	1	1
9	N/A	N/A	2	2
10	N/A	N/A	1	1
11	N/A	N/A	1	2
12	N/A	N/A	1	1
13	N/A	N/A	1	2
14	N/A	N/A	1	2
15	N/A	N/A	1	1
16	N/A	N/A	1	1
17	N/A	N/A	2	2
18	N/A	N/A	1	1
19	N/A	N/A	1	2
20	N/A	N/A	1	2
21	N/A	N/A	2	2
22	N/A	N/A	3	3
23	N/A	N/A	3	3
24	N/A	N/A	3	3

ตารางที่ 23 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	N/A	N/A	2	3
26	N/A	N/A	2	3
27	N/A	N/A	2	2
28	N/A	N/A	3	3
29	N/A	N/A	2	2
30	N/A	N/A	2	2
31	N/A	N/A	2	3
32	N/A	N/A	1	2
33	N/A	N/A	3	3
34	N/A	N/A	2	3
35	N/A	N/A	1	2
36	N/A	N/A	1	1
37	N/A	N/A	1	1
38	N/A	N/A	1	2
39	N/A	N/A	1	1
40	N/A	N/A	1	2
41	N/A	N/A	1	2
42	N/A	N/A	2	3
43	N/A	N/A	1	2
44	N/A	N/A	2	2
รวม	N/A	N/A	67	87
คะแนนเฉลี่ย	N/A	N/A	1.52	1.98
S.D.	N/A	N/A	0.70	0.76
ร้อยละของ คะแนน	N/A	N/A	50.76	65.91

ตารางที่ 24 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open
Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	2	1	1	2
2	2	1	1	2
3	1	1	1	1
4	2	1	1	1
5	2	1	1	1
6	2	1	1	1
7	2	1	1	2
8	2	1	1	2
9	3	1	3	3
10	3	1	2	2
11	3	1	2	2
12	2	1	1	1
13	1	1	1	1
14	3	1	1	2
15	1	1	1	1
16	2	1	3	3
17	2	1	2	1
18	3	1	3	3
19	2	1	1	1
20	3	1	2	3
21	2	1	1	2
22	3	1	2	3
23	3	3	3	3
24	3	2	3	3

ตารางที่ 24 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	3	1	2	3
26	3	1	1	1
27	2	1	1	2
28	3	1	2	2
29	2	1	1	2
30	2	1	1	1
31	3	3	3	3
32	2	1	1	2
33	3	1	2	2
34	3	1	2	2
35	3	1	1	2
36	1	1	1	1
37	3	1	1	2
38	3	1	1	2
39	2	1	1	1
40	3	1	1	2
41	1	1	1	1
42	3	1	2	2
43	2	1	1	1
44	3	1	1	2
รวม	104	49	66	82
คะแนนเฉลี่ย	2.36	1.11	1.50	1.86
S.D.	0.69	0.44	0.73	0.73
ร้อยละของ คะแนน	78.79	37.12	50.00	62.12

ตารางที่ 25 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	1	2	1	2
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	2	2	2
6	1	2	1	1
7	1	2	2	3
8	1	2	2	2
9	1	2	3	3
10	1	2	3	3
11	1	2	3	3
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	2	1	1
15	1	1	1	1
16	1	2	1	2
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	2	1	2
20	1	1	1	1
21	2	1	2	2
22	1	3	3	3
23	1	3	3	3
24	2	3	3	3

ตารางที่ 25 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	1	3	3	3
26	1	3	3	3
27	1	1	1	2
28	2	3	3	3
29	1	2	2	3
30	1	2	2	2
31	2	2	3	3
32	1	2	2	3
33	1	2	2	2
34	1	2	1	2
35	1	2	2	3
36	2	2	2	2
37	2	2	2	3
38	1	2	1	2
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1
41	1	1	1	1
42	2	2	2	3
43	1	2	1	2
44	1	2	2	2
รวม	51	80	77	90
คะแนนเฉลี่ย	1.16	1.82	1.75	2.05
S.D.	0.37	0.66	0.81	0.83
ร้อยละของ คะแนน	38.64	60.61	58.33	68.18

ตารางที่ 26 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open
Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	N/A	N/A	1	2
2	N/A	N/A	2	2
3	N/A	N/A	1	1
4	N/A	N/A	2	2
5	N/A	N/A	2	3
6	N/A	N/A	2	2
7	N/A	N/A	2	3
8	N/A	N/A	1	1
9	N/A	N/A	2	2
10	N/A	N/A	2	2
11	N/A	N/A	2	2
12	N/A	N/A	1	2
13	N/A	N/A	1	2
14	N/A	N/A	2	2
15	N/A	N/A	1	1
16	N/A	N/A	2	2
17	N/A	N/A	2	2
18	N/A	N/A	2	2
19	N/A	N/A	1	1
20	N/A	N/A	1	2
21	N/A	N/A	2	2
22	N/A	N/A	3	3
23	N/A	N/A	3	3
24	N/A	N/A	3	3

ตารางที่ 26 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการเปรียบเทียบ ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด
(Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	N/A	N/A	2	3
26	N/A	N/A	2	2
27	N/A	N/A	2	2
28	N/A	N/A	3	3
29	N/A	N/A	2	2
30	N/A	N/A	2	2
31	N/A	N/A	3	3
32	N/A	N/A	3	3
33	N/A	N/A	2	2
34	N/A	N/A	2	2
35	N/A	N/A	1	2
36	N/A	N/A	1	2
37	N/A	N/A	1	2
38	N/A	N/A	1	1
39	N/A	N/A	1	1
40	N/A	N/A	2	2
41	N/A	N/A	1	2
42	N/A	N/A	2	2
43	N/A	N/A	2	2
44	N/A	N/A	2	2
รวม	N/A	N/A	80	91
คะแนนเฉลี่ย	N/A	N/A	1.82	2.07
S.D.	N/A	N/A	0.66	0.59
ร้อยละของ คะแนน	N/A	N/A	60.61	68.94

ตารางที่ 27 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 8
เรื่อง การอ่านกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	2	1	1	2
2	1	1	1	2
3	2	1	1	1
4	2	1	1	2
5	2	1	1	2
6	2	1	1	1
7	2	1	1	2
8	2	1	1	2
9	1	2	2	2
10	2	2	2	2
11	1	1	2	2
12	1	1	2	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	2	1	1	1
16	1	1	1	1
17	2	1	1	2
18	1	1	1	1
19	3	2	2	2
20	3	2	2	2
21	2	1	1	2
22	1	2	3	3
23	1	3	3	3
24	3	3	3	3

ตารางที่ 27 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 8
เรื่อง การอ่านกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	3	3	3	3
26	3	2	3	2
27	1	1	1	2
28	3	2	2	2
29	2	2	1	2
30	2	1	1	2
31	3	2	2	3
32	3	2	2	3
33	2	2	2	3
34	3	3	3	3
35	1	2	2	2
36	2	2	2	2
37	1	2	2	2
38	2	1	1	2
39	1	1	1	1
40	1	2	2	2
41	2	1	1	1
42	3	3	3	3
43	2	2	1	1
44	1	2	2	2
รวม	82	71	73	86
คะแนนเฉลี่ย	1.86	1.61	1.66	1.95
S.D.	0.77	0.69	0.75	0.68
ร้อยละของ คะแนน	62.12	53.79	55.30	65.15

ตารางที่ 28 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 9
เรื่อง การอ่านกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	2	1	2	3
2	1	1	2	2
3	1	1	1	2
4	1	1	1	1
5	2	1	1	1
6	2	1	2	2
7	2	3	3	3
8	2	1	2	2
9	3	1	2	2
10	2	2	2	2
11	3	1	1	1
12	2	1	1	1
13	2	1	1	1
14	3	1	2	2
15	2	1	1	2
16	3	1	2	2
17	3	2	2	2
18	1	1	1	1
19	3	2	1	2
20	3	1	1	2
21	2	1	1	2
22	3	2	3	2
23	3	2	2	2
24	3	3	3	2

ตารางที่ 28 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 9
เรื่อง การอ่านกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	3	3	3	3
26	3	2	2	2
27	2	1	1	2
28	3	2	2	2
29	3	2	2	2
30	3	2	1	2
31	3	2	1	1
32	2	2	2	2
33	2	2	3	3
34	3	3	2	2
35	2	1	1	2
36	2	2	1	2
37	2	1	1	2
38	3	1	1	2
39	2	1	1	1
40	3	2	1	2
41	2	2	1	2
42	3	2	3	3
43	2	1	1	2
44	3	2	1	3
รวม	105	69	71	86
คะแนนเฉลี่ย	2.39	1.57	1.61	1.95
S.D.	0.65	0.66	0.72	0.57
ร้อยละของ คะแนน	79.55	52.27	53.79	65.15

ตารางที่ 29 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 10
เรื่อง การเขียนกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
1	N/A	N/A	0	2
2	N/A	N/A	2	2
3	N/A	N/A	1	1
4	N/A	N/A	2	2
5	N/A	N/A	1	1
6	N/A	N/A	1	2
7	N/A	N/A	3	3
8	N/A	N/A	1	1
9	N/A	N/A	2	2
10	N/A	N/A	2	2
11	N/A	N/A	2	2
12	N/A	N/A	1	1
13	N/A	N/A	0	0
14	N/A	N/A	0	0
15	N/A	N/A	1	1
16	N/A	N/A	2	3
17	N/A	N/A	2	2
18	N/A	N/A	0	0
19	N/A	N/A	2	2
20	N/A	N/A	1	1
21	N/A	N/A	1	1
22	N/A	N/A	3	3
23	N/A	N/A	3	3
24	N/A	N/A	3	3

ตารางที่ 29 คะแนนในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ที่ 10
เรื่อง การเขียนกราฟเส้น ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) (ต่อ)

คนที่	ผลคะแนน (คะแนนเต็ม 3)			
	การคิด คล่อง	การคิด ยืดหยุ่น	การคิด ริเริ่ม	การคิด ละเอียดลออ
25	N/A	N/A	3	3
26	N/A	N/A	2	2
27	N/A	N/A	2	2
28	N/A	N/A	2	2
29	N/A	N/A	1	1
30	N/A	N/A	1	1
31	N/A	N/A	2	2
32	N/A	N/A	3	3
33	N/A	N/A	2	2
34	N/A	N/A	2	2
35	N/A	N/A	1	1
36	N/A	N/A	0	0
37	N/A	N/A	1	1
38	N/A	N/A	1	1
39	N/A	N/A	1	1
40	N/A	N/A	2	1
41	N/A	N/A	1	1
42	N/A	N/A	2	2
43	N/A	N/A	2	2
44	N/A	N/A	2	2
รวม	N/A	N/A	71	72
คะแนนเฉลี่ย	N/A	N/A	1.61	1.64
S.D.	N/A	N/A	0.84	0.87
ร้อยละของ คะแนน	N/A	N/A	53.79	54.55

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล นายอรรถพร เพชรสงค์

รหัสประจำนักศึกษา 6320120620

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ครุศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี สาขาวิชาคณิตศาสตร์)	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี	2560

ทุนการศึกษา

ทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของศูนย์วิจัยพัฒนาศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในสังคมพหุวัฒนธรรม ประจำปี 2564 จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ครู โรงเรียนบ้านสุโหงโกลก อำเภอสุโหงโกลก จังหวัดนราธิวาส 96120

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

อรรถพร เพชรสงค์, รัชดา เขาวนเสฏฐกุล และสุพรรณษา สุวรรณชาติรี. (2565). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสุโหงโกลก ที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด. ในการประชุมวิชาการระดับชาติศึกษาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 9 และนานาชาติ ครั้งที่ 5 “นวัตกรรมเพื่อการศึกษาแบบองค์รวม: การเปลี่ยนผ่านจากภาวะปกติใหม่สู่ความปกติที่เปลี่ยนไป” (หน้า 165 - 180): ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.