



ผลของการใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

EFFECTS OF MODEL-ELICITING ACTIVITIES PROGRAM ON MATHEMATICS CREATIVE
THINKING AMONG FIFTH GRADE STUDENTS

ธัญญ์จิรา วงษ์เคี่ยม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2562

ผลของการใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF MODEL-ELICITING ACTIVITIES PROGRAM ON MATHEMATICS
CREATIVE THINKING AMONG FIFTH GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Research & Development on Human Potentials)

Faculty of Education Srinakharinwirot University

2019

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ของ

ธัญญฐิตา วงษ์เคี่ยม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พาสนา จุลรัตน์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นฤมล พระใหญ่)

ชื่อเรื่อง	ผลของการใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	ธัญญฐิตา วงษ์เคี่ยม
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พาสณา จุลรัตน์

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย (1) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และ (2) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา จำนวน 30 คน ที่มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา สุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังเข้าโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นว่า ผลของการเข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้

คำสำคัญ : ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ / โปรแกรม Model-Eliciting Activities / นักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5

Title	EFFECTS OF MODEL-ELICITING ACTIVITIES PROGRAM ON MATHEMATICS CREATIVE THINKING AMONG FIFTH GRADE STUDENTS
Author	THANTHITA WONGKIAM
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Assistant Professor Pasana Chularut , Ph.D.

The purpose of this research was (1) to compare creative mathematical thinking of experimental group students before and after participating in a program to enhance creative mathematical thinking; and (2) to compare the differences between creative mathematical thinking among students in the experimental group and the control group before and after participating in the program to enhance creative mathematical thinking. The samples in the study consisted of thirty fifth grade students. The sample selected thirty people with scores below the twenty fifth percentile on the creative mathematical thinking test. They were then randomly assigned into an experimental group and a control group, with each group consisting of fifteen students. The research instruments used in study were the creative mathematical thinking scale and the Model-Eliciting Activities program on creative mathematical thinking among fifth grade students. The research results were as follows: (1) the average score for creative mathematical thinking among fifth grade students after attending the program were significantly higher than before at the level of .01; (2) the average score of creative mathematical thinking of students in experimental group were significantly higher than control group at a level of .01. Therefore, the findings from this research that Effects of Model-Eliciting Activities program on mathematics creative thinking, can definitely develop this kind of skill in the group of grade fifth student.

Keyword : Creative Mathematical Thinking / Model-Eliciting Activities Program / Fifth Grade Students.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พาสนา จุลรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการในภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา และคณะอาจารย์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานวิจัยครั้งนี้ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่เสียสละเวลาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขให้งานมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณนายกิตติพัชญ์ วงษ์เคี่ยมและนางศศิภาญจน์ วงษ์เคี่ยมบิดาและมารดาของผู้วิจัย ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจต่อผู้วิจัยตลอดชีวิตที่ผ่านมา รวมทั้งผู้ที่มีพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่มีส่วนในการช่วยเหลือ ผลักดัน ในการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ธัญญ์ฐิตา วงษ์เคี่ยม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ประชากร.....	6
กลุ่มตัวอย่าง.....	6
ตัวแปรที่ศึกษา.....	7
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	9
สมมติฐานของการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์.....	11
1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....	11

1.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์	13
1.3 แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์	15
1.4 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์	22
1.5 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	24
1.6 เทคนิค วิธีการ และแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	27
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	39
2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	39
2.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	41
2.3 การวัดทักษะในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	44
2.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	47
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities	49
3.1 ความหมายและแนวคิดของ Model-Eliciting Activities	49
3.2 แนวทางในการออกแบบ Model-Eliciting Activities	50
3.3 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities	50
3.4 รูปแบบการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน	51
3.5 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities	52
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	53
4.1 ความหมายและส่วนประกอบของโปรแกรมพัฒนาการคิด	53
4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ในการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	55
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	61
5.1 งานวิจัยภายในประเทศ	61
5.2 งานวิจัยต่างประเทศ	63

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	67
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	67
ประชากร.....	67
กลุ่มตัวอย่าง.....	67
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ.....	67
ลักษณะของแบบวัด.....	70
การกำหนดแบบแผนและการดำเนินการทดลอง.....	78
1. แบบแผนการทดลอง.....	78
2. การดำเนินการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	78
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	79
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
1. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	88
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	88
สมมติฐานของการวิจัย.....	88
ขอบเขตของการวิจัย.....	88
ประชากร.....	88

กลุ่มตัวอย่าง.....	88
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	89
การเก็บรวบรวมข้อมูล	90
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	91
สรุปผลการวิจัย	91
อภิปรายผล.....	92
ข้อเสนอแนะ	100
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก	102
ภาคผนวก ข	105
ภาคผนวก ค	108
ภาคผนวก ง.....	111
บรรณานุกรม.....	143
ประวัติผู้เขียน.....	150

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 กลวิธีการสอน 17 วิธี ใช้ฝึกความคิดสร้างสรรค์	35
ตาราง 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัย	44
ตาราง 3 โครงสร้างโดยรวมของโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์....	72
ตาราง 4 โครงสร้างของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละครั้ง	73
ตาราง 5 ตัวอย่างกิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	75
ตาราง 6 รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) แบบทดลองก่อนและหลัง (Pretest – Posttest Control Group Design)	78
ตาราง 7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	83
ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	84
ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	85
ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แยกตามองค์ประกอบ	86
ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	87

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิด.....	9
ภาพประกอบ 2 แนวคิดการสอนความคิดสร้างสรรค์ ของ Williams.....	37
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการลากเส้นตรงเชื่อมต่อจุดเพื่อให้เกิดรูปปิด	46



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

กระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้านเศรษฐกิจและสังคมโลกทำให้แต่ละประเทศให้ความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาซึ่งเป็นหลักที่สำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ดังที่ได้กำหนดไว้ว่า “คน” เป็นศูนย์กลางของการพัฒนา ดังนั้นประชาชนทุกคนตั้งแต่แรกเกิดจนตลอดชีวิตควรได้มีโอกาสเข้าถึงบริการการศึกษาและการเรียนรู้เพื่อสามารถพัฒนาตนเองไปเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้มีความมั่นคงและมีความพร้อมในการแข่งขัน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559, p. 2) โดยการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าและยืนหยัดอยู่ในกระแสโลกาภิวัตน์ได้อย่างมั่นคงนั้น จำเป็นจะต้องพัฒนาประชาชนให้มีคุณภาพโดยเริ่มตั้งแต่เยาว์วัย ซึ่งปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้คนมีคุณภาพก็คือ การมีความสามารถในการคิด เพราะเป็นคุณลักษณะพื้นฐานในการดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพทุกด้านทั้งทางร่างกาย สังคม อารมณ์และสติปัญญา (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, p. 1) การพัฒนาการคิดนั้นเป็นกิจกรรมที่ไม่มีวันสิ้นสุด บุคคลแต่ละคนสามารถพัฒนาการคิดของตนเองไปได้ตลอดเวลา ซึ่งส่งผลให้บุคคลสามารถแก้ปัญหา ประเมินและตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล โดยผลลัพธ์ของการพัฒนาการคิดทำให้บุคคลสามารถค้นพบสิ่งใหม่ที่ดีกว่าสิ่งเดิมและสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นนวัตกรรม (Innovation) เพื่อนำไปสู่สิ่งที่ดีกว่าสำหรับการดำรงชีวิตของตนและสังคมได้ (ประจักษ์ ปฏิทัศน์, 2559, p. 65)

สำหรับประเทศไทยได้ให้ความสำคัญของการคิดเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียน ซึ่งได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ในหมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา ที่ระบุให้สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ตามเกณฑ์การประเมินของสำนักรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษามาตรฐานที่ 4 ที่กำหนดให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (ชนาธิป พรกุล, 2557, p. 294) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดสร้างสรรค์ที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดให้เป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ และนำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557, p. 4) ทั้งนี้

เพราะความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์และถือว่าการคิดที่มีคุณภาพมากกว่าความคิดในด้านอื่น ๆ รวมทั้งเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของประเทศ ประเทศใดที่สามารถแสวงหา พัฒนา และดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากเพียงใด ก็ยังมีโอกาสในการพัฒนาและมีความเจริญก้าวหน้าได้มากเท่านั้น (อารี พันธมณี, 2557, p. 2) ซึ่งเห็นได้จากการสร้างสรรค์สิ่งใด ๆ ก็ตามต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์แทบทั้งสิ้น จนอาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้ชีวิตมนุษย์เกิดความสุขสมบูรณ์มากขึ้นในทุกด้าน (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2556, p. 31) จากความสำคัญดังที่กล่าวมา ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการความคิดที่มีความสำคัญต่อเด็ก เพราะทำให้เด็กสามารถสร้างความคิดจินตนาการ และไม่จนต้อสถานการณ์ปัญหาที่ต้องเผชิญ แม้ว่าเด็กทุกคนจะเกิดมาพร้อมกับความคิดสร้างสรรค์ แต่หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนาจะทำให้เด็กเติบโตเป็นคนที่มีความคิด มีความคิดที่ฉีกกรอบและสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้เสมอ (สุวิทย์ คำมูล, 2549, p. 9) ดังนั้น การพัฒนาการสอนความคิดสร้างสรรค์และการฝึกฝนให้นักเรียนสามารถคิดอย่างสร้างสรรค์ได้ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยยกระดับคุณภาพการศึกษา เพื่อให้เด็กได้มีความสามารถในการคิด มีความมั่นใจในตนเองและเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น (อุษณีย์ อนุรุทวงศ์, 2555, p. 147)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดที่สามารถแสดงออกได้หลายรูปแบบ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางศิลปะหรือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีที่แปลกใหม่ จากการตั้งคำถามด้วยมุมมองใหม่หรือการแก้ปัญหาเดิมด้วยวิธีและมุมมองที่แตกต่าง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวช่วยขยายความคิดและสร้างองค์ความรู้ที่มีความสำคัญต่อคณิตศาสตร์ (Liljedahl & Sriraman, 2006) สอดคล้องกับ เกอร์ฮาร์ด (Gerhard, 1971, p. 157) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึง โดยเลย์ค็อก (Mehdi Nadjafikhaha, Narges Yaftianb, & Shahrnaz Bakhshalizadeh, 2012, p. 286 ; อ้างอิงจาก Laycock. 1970) ได้อธิบายความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาที่กำหนด ด้วยวิธีและมุมมองที่แตกต่างกัน เป็นความสามารถในการคิดที่หลากหลายและการเลือกวิธีที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหากับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย จากที่กล่าวมาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงมีความหมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้จินตนาการและกระบวนการคิดที่แปลกใหม่

เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ แล้วทำให้เกิดความคิดในหลายแง่มุมและหลายทิศทาง ซึ่งจากการศึกษาของ Donald S. Balka (1974, p. 98) พบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นแบ่งได้เป็น 3 องค์ประกอบ คือ ด้านความคิดคล่องมีความหมายถึงความสามารถในการคิดเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี ด้านความคิดยืดหยุ่นมีความหมายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบหลายกลุ่มและหลายแนวทาง และด้านความคิดริเริ่มมีความหมายถึงความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบที่มีลักษณะแปลกใหม่และแตกต่างจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องเผชิญ

ในปัจจุบันนักการศึกษาทั่วโลกได้ให้ความสนใจกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะและกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในทางการศึกษานั้นถือได้ว่าเป็นลักษณะการคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง (อัมพร ม้าคนอง, 2553, p. 64) ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์นักคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างทฤษฎีและความคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใหม่ ๆ อย่างมากมาย (Leikin & Lev, 2009, p. 133) และเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่า สำหรับตัวอย่างของผลงานที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ผลงานของอาร์คิมิดีสที่ได้เสนอแนวคิดที่เป็นต้นกำเนิดของวิชาแคลคูลัส หรือผลงานของเซอร์ไอแซก นิวตัน ที่ได้ทำการทดลองและตั้งกฎที่เรียกว่า กฎของแรงดึงดูดระหว่างมวลและกฎเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ซึ่งการค้นพบดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อมาสามารถนำไปใช้คำนวณหาความเร็วของจรวดให้พ้นจากแรงดึงดูดของโลกได้ จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ โดยพบว่า ถ้านักวิทยาศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ไม่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โลกของเราก็จะไม่มีพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มากมายอย่างทุกวันนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ, 2555a, p. 113-127)

จากการตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังที่กล่าวมา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ผูกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยการฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้ นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ ที่จะ

นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ, 2555b, p. 113) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่าการสอนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ผู้เรียนคณิตศาสตร์เป็นจำนวนมาก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ, 2555b, p. 4-13) และจากผลการรายงานของสำนักทดสอบทางการศึกษา การสอบวัดความรู้รอบยอดซึ่งดำเนินการโดย สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) เป็นผลการสอบความรู้รอบยอดปลายช่วงชั้นของผู้เรียน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมทั้งประเทศ ปีการศึกษา 2560 วิชาคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐาน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2561, p. 18) ซึ่งพบว่า ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่พบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังขาดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหา การแสดงความคิดเห็น หรือการเสนอแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์กับเหตุการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยปัญหาเหล่านี้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ, 2555a, p. 1) จากที่กล่าวจึงสะท้อนให้เห็นความจำเป็นในการพัฒนาความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและจำเป็นจะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, p. 59)

สำหรับแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากการศึกษาพบว่ากระบวนการที่จะทำให้บุคคลสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้นั้น ควรเริ่มต้นจากการที่บุคคลแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากประสบการณ์เดิม ลำดับต่อมาคือการแก้ปัญหาจากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ และลำดับสุดท้ายคือการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์ โดยในขั้นตอนนี้บุคคลจะแก้ปัญหาด้วยวิธีที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งการแก้ปัญหานี้จะมีความหมายและถือเป็นต้นกำเนิดของแนวคิดต่าง ๆ ดังนั้นการที่บุคคลจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้จึงจำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์พอสมควร และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้ (Mehdi Nadjafikhaha et al., 2012, p. 287 ; อ้างอิงจาก Eryvnyck. 1991) โดยแนวทางในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แนวทางหนึ่ง คือ การจัดโปรแกรม Model-Eliciting Activities หรือ MEAs เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์ โดยนักการศึกษาคณิตศาสตร์ Lesh และคณะ (Lesh, R., & et al., 2000) ที่ได้ ออกแบบกิจกรรมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการคิดของตนเอง และประเมินกระบวนการคิดของตนเองและผู้อื่นได้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับงานวิจัย แชมเบอร์ลิน และมูน (Chamberlin, Scott A, & Moon, 2005, p. 37) ที่พบว่า โปรแกรม Model-Eliciting Activities (MEA) สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ นอกจากนี้ยังสามารถระบุนักเรียนที่มีพรสวรรค์ในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้อีกด้วย แต่จากการศึกษาวิจัยในประเทศไทย และการศึกษาแนวทางในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การนำแนวคิดและโปรแกรม Model-Eliciting Activities มาใช้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังมีจำนวนน้อยรวมทั้งยังไม่ได้ให้ความสำคัญหรือมีการศึกษาเท่าที่ควร

ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า จากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบการสอนที่เป็นการบรรยายนั้น ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับต่ำ ขาดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญ ที่ควรส่งเสริมให้กับนักเรียนเพราะมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนานักเรียนให้มีศักยภาพแล้ว ยังส่งผลให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเป้าหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจจะเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities บูรณาการร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยสนใจพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานและได้ฝึกทักษะในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้พอสมควร นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จึงมีความเหมาะสมที่จะพัฒนาของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้ โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา ที่จะช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้อย่างเหมาะสม และเป็นการเสริมให้การเรียนคณิตศาสตร์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียน

สามารถนำความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งทำให้การสอนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมและมีความหมายมากขึ้น ทั้งนี้ผลวิจัยที่ได้จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้นำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้มีคุณภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทั้งก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้เกิดการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร อันจะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางสำหรับครู และอาจารย์ผู้สอน ในการศึกษาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเป็นแนวทางในการนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา สำนักงานเขตบางขุนเทียน สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2562 มีจำนวนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวน 350 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา สำนักงานเขตบางขุนเทียน สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2562 โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา นำมาสุ่มอย่างง่าย เข้ากลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และ กลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 14 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้ ความคิดและทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ การคิดหลายแง่มุม หลายทิศทาง เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ประสบ โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

คะแนนความคิดคล่อง ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไข โดยให้คำตอบข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบซ้ำจะไม่ได้คะแนนในข้อที่คำตอบซ้ำ

2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบหลายกลุ่ม และหลายแนวทางจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

คะแนนความคิดยืดหยุ่น ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่ม และหลายแนวทางโดยพิจารณาทิศทางของคำตอบและจัดกลุ่มคำตอบแล้วให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะแปลกใหม่และแตกต่าง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

คะแนนความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ จากความแปลกใหม่แตกต่าง ไปจากความคิดของผู้อื่นที่ไม่ซ้ำกับคำตอบส่วนใหญ่ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 1 - 2 ของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบได้ จัดว่ามีความคิดริเริ่มมากที่สุด

โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของกิจกรรมโดยใช้หลักการโปรแกรม Model-Eliciting Activities บูรณาการร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เข้าร่วมโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ และระบุปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 2 การจัดการสถานการณ์ปัญหา

นักเรียนจัดการสถานการณ์ปัญหา โดยการวางแผน และร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 3 การคิดพิจารณาเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

นักเรียนคิดพิจารณาเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา โดยการพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และมีความสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 4 การนำเสนอวิธีแก้ปัญหา

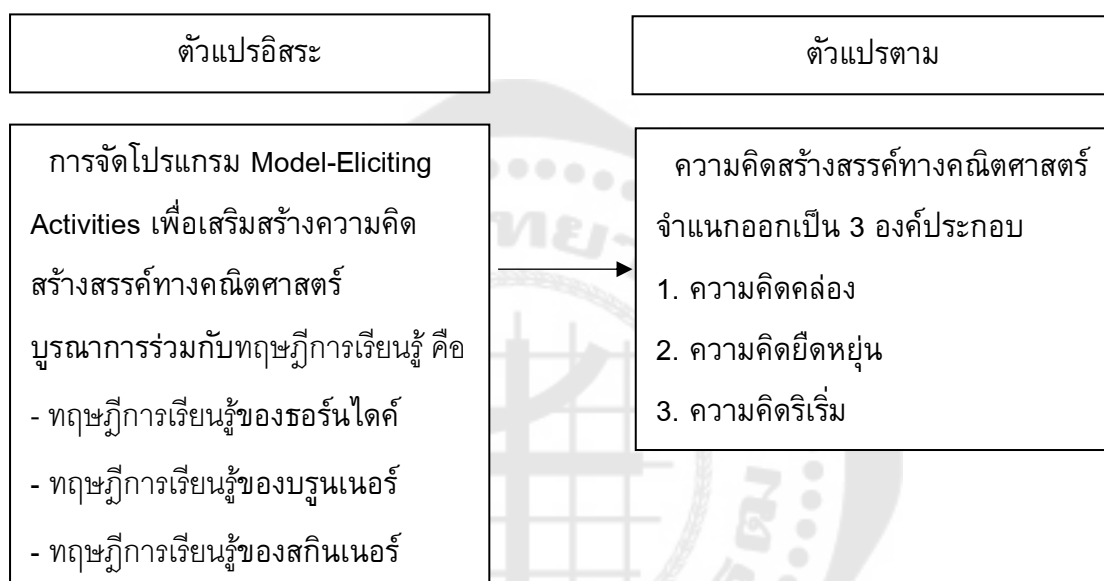
นักเรียนนำเสนอวิธีแก้ปัญหา จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินตนเอง

นักเรียนประเมินผลงานของตนเอง หลังจากการทำกิจกรรมร่วมกันและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นได้เข้าใจ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 3 องค์ประกอบ ตามหลักการกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ Donald S. Balka (1974, p. 98) ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม สำหรับการพัฒนาความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ พบว่า สามารถพัฒนาได้ด้วยโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ บูรณาการร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิด

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังเข้าโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมมานำเสนอโดยแบ่งสาระสำคัญออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

- 1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
- 1.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์
- 1.3 แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
- 1.4 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์
- 1.5 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
- 1.6 เทคนิค วิธีการ และแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.3 การวัดทักษะในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 2.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities

- 3.1 ความหมายและแนวคิดของ Model-Eliciting Activities
- 3.2 แนวทางในการออกแบบ Model-Eliciting Activities
- 3.3 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities
- 3.4 รูปแบบการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน
- 3.5 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

- 4.1 ความหมายและส่วนประกอบของโปรแกรมพัฒนาการคิด
- 4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ในการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
- 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีในตัวบุคคลทุกคนและสามารถส่งเสริมคุณลักษณะนี้ให้พัฒนาสูงขึ้นได้ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

สเตอร์เบอรัค และ ลูบาร์ท (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2555, p. 159; อ้างอิงจาก Sternberg, Lubart, 2004) มีความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่จะผลิตงานที่ทั้งแปลกใหม่ ฉีกกรอบ คนคาดไม่ถึง แตกต่างจากงานของคนอื่นที่ทำมาก่อนแล้ว (Novel) และมีความเหมาะสม มีประโยชน์ใช้ได้จริง ตอบสนองกับสิ่งที่ต้องการ ตอบโจทย์ปัญหาอย่างเหมาะสม (Appropriate)

ไรตส์ (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2555, p. 159; อ้างอิงจาก Rhodes, 1961) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถแสดงออกได้ในหลายมิติ เช่น ความแปลกใหม่ ความไม่ธรรมดา ความมีประโยชน์ ความเหมาะสม ความคิดสร้างสรรค์ที่อยู่ภายใน อาจไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจน หากไม่มีผลงานกิจกรรมที่เป็นเครื่องสะท้อนความคิดของเขาออกมาให้ประจักษ์

กิลฟอร์ด (Guilford, 1962, p. 135) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสมรรถภาพทางสมองที่จะคิดได้หลายทิศทาง หรือลักษณะความคิดแบบอบเนกนัย (Divergent thinking) ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดแปลกใหม่ โดยเฉพาะบุคคลที่มีบุคลิกลักษณะคือ จะต้องกล้าคิด ไม่กลัวถูกการวิพากษ์วิจารณ์ และมีอิสระในความคิด

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1971, p. 211) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ หรือผลิตสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่เคยมีใครทำมาก่อน อาจเกิดจากการรวมความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ แล้วนำไปเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ

มิลล์ (Mile, 1961, p. 1) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการในการทำสิ่งใหม่ ๆ โดยการรวบรวมชิ้นมาใหม่หรือจากรูปแบบของวัสดุอุปกรณ์ การผลิตสัญลักษณ์ใหม่ ๆ หรือแนวความคิดใหม่ที่จะทำให้ผลผลิตดีกว่าเดิม

เกตเซลส์และแจ๊คสัน (อันทิตา วิรมย์รัตน์, 2557, p. 11; อ้างอิงจาก Getzels; & Jackson. 1962: 1455-1460) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะของการคิดที่หาคำตอบหลาย ๆ คำตอบในการตอบสนองสิ่งเร้าซึ่งลักษณะเช่นนี้มักจะเกิดขึ้นกับบุคคลที่มีอิสระในการตอบสนองจึงจะตอบได้มาก

วอลลาซและโคแกน (Wallach and Kogan, 1965, p. 34) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถคิดสิ่งที่ต่อเนื่องสัมพันธ์เป็นลูกโซ่ เรียกว่า "ความคิดเชื่อมโยง

สัมพันธ์" คือ เมื่อระลึกถึงสิ่งหนึ่ง สิ่งนั้นจะเป็นสะพานให้ระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันต่อไปได้เรื่อย ๆ ยิ่งคิดเชื่อมโยงได้มากเพียงไรก็ยิ่งไปถึงศักยภาพของความคิดสร้างสรรค์ได้

สเปียร์แมน (ซาญูณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546, p. 4; อ้างอิงจาก Spearman. 1963) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการของมนุษย์ในการที่จะสามารถสร้างผลิตสิ่งใหม่ ๆ

แอนเดอร์สัน (อันธิชา วิรมย์รัตน์, 2557, p. 11; อ้างอิงจาก Anderson. 1959) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้ง ที่นอกเหนือไปจากการคิดแบบปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสานจนได้ผลิตผลใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า

พาสนา จุฬรัตน์ (2548a, p. 51) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นความสามารถทางสมองในการคิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหาได้หลายทิศทาง คิดได้แปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบเดิม รวมทั้งสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ อันเป็นแนวทางไปสู่การค้นพบทฤษฎีและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าทั้งต่อตนเองและประเทศชาติ

สุวิทย์ คำมูล (2549, p. 9) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นกระบวนการความคิดที่มีความสำคัญสำหรับเด็กทำให้เด็กนั้นสามารถที่จะสร้างความคิด สร้างจินตนาการ ไม่จนต่อสภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์ที่กำหนดไว้

อารี พันธุ์ณี (2557, p. 7) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นับเป็นกระบวนการเกี่ยวกับสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย โดยนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งที่แปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลงหรือปรุงแต่งจากความคิดดั้งเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ รวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีคิดหลักการและทฤษฎีได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นั้นไม่ใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้หรือสิ่งที่เห็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น สามารถอธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้เป็น 3 ลักษณะ คือ กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ (Creative Person) และผลผลิตสร้างสรรค์ (Creative Product)

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, p. 207) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความสามารถรวบรวมความรู้เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ความคิดของตนเอง สามารถคิดนอกกรอบได้ มีผลงานการคิด มีลักษณะที่คิดในแง่บวก คิดในทางที่ดี (Positive Thinking) คิดที่เป็นประโยชน์ ไม่ทำลายล้าง (Constructive Thinking) คิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ (Creative

Thinking) ผลงานความคิดสร้างสรรค์ จึงต้องเป็นสิ่งใหม่ ๆ มีความเหมาะสม มีเหตุผลที่ยอมรับได้ เป็นประโยชน์และมีคุณค่า สามารถใช้แก้ปัญหาได้

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559, p. 82) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมความคิดอย่างมีจุดหมายโดยการหาความสัมพันธ์ทางความคิด เพื่อนำไปสู่ความคิดใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ เกิดผลงานใหม่ หรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่ได้รับการยอมรับ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556, p. 3-4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความหมายที่แตกต่างกัน 3 ความหมาย คือ 1. ความคิดสร้างสรรค์แง่บวก (Positive Thinking) คือการพูดแง่บวก โดยไม่ได้มีนัยที่เกี่ยวข้อกับความแตกต่าง หรือแปลกใหม่ 2. การกระทำที่ไม่ทำร้ายใคร (Constructive Thinking) ใช้ในการคิดที่ไม่ทำลายล้าง การคิดและการกระทำเชิงบวก มุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างให้ดีขึ้น และ 3. การคิดสร้างสรรค์ในสิ่งใหม่ ๆ (Creative Thinking) เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากสิ่งเดิมและใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2555, p. 161) กล่าวโดยสรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ กระบวนการความคิดที่มีจุดเริ่มต้นจากการพบเห็นประเด็นของปัญหา หรือสิ่งที่ยังเป็นช่องว่างที่ทำให้เกิดการแก้ปัญหาในลักษณะแปลกใหม่ หรือความคิดใหม่ ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ได้จริง จากการใช้กลยุทธ์ทางความคิดที่หลากหลายทั้งการวิเคราะห์ประเด็น การนำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยงการใช้จินตนาการ และมองหาช่องทางที่แตกต่างจนสามารถตอบ โจทย์ที่ตั้งใจไว้ได้

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดที่มีอยู่ในตัวบุคคล ในการแสดงออกทางความคิดในหลายทิศทาง เพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ ปัญหาหรือเรื่องราวต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ความคิดที่เกิดขึ้นเกิดจาก ความสามารถในการผานสิ่งใหม่ การใช้จินตนาการและการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ และก่อให้เกิดประโยชน์

1.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546, p. 26-40) กล่าวว่า มนุษย์มีสมองอันลึกซึ้งซับซ้อน มีศักยภาพในการเรียนรู้สูงซึ่งสามารถทำหน้าที่ในการคิด "ความคิด" จึงเปรียบเสมือนศาสตราจารย์ อันทรงพลังที่สามารถนำพามนุษย์ให้สามารถฟันฝ่าอุปสรรคและปัญหาต่าง ๆ ไปสู่จุดหมายปลายทาง สุดแต่จะใช้เวลาความคิดนั้นไปในทิศทางใด หากคิดไปในทางดีก็จะนำไปสู่ความเจริญหรือทางวัฒนาได้ และความคิดนั้นย่อมเป็นความคิดในทางสร้างสรรค์ ความสำคัญในการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ อาจแบ่งได้ 4 ระดับคือ

1. ความสำคัญต่อมวลมนุษยชาติ

หากมนุษย์ไม่มีความคิดสร้างสรรค์คงดำเนินชีวิตอย่างซ้ำซาก จำเจ ไม่มีความแตกต่างกับสิ่งมีชีวิตอื่น แต่มนุษย์มีสิ่งที่แตกต่างจากสัตว์โลกประเภทอื่น คือ มีความสามารถในการคิดและสร้างสรรค์นั่นเอง ความคิดสร้างสรรค์ทำให้มนุษย์สามารถเผชิญปัญหา สามารถวางแผนและจัดการชีวิตของตนเองได้โดยมีวินยยอมจำนนต่อธรรมชาติหรือโชคชะตา เป็นสิ่งที่ยืนยันศักยภาพสูงสุดของมนุษย์ เป็นเครื่องมืออันทรงพลังที่ช่วยให้มนุษย์สามารถไขปัญหาต่าง ๆ จนบรรลุถึงจุดหมายปลายทางหรือวัตถุประสงค์ใด ๆ ที่ต้องการ หากปราศจากความคิดสร้างสรรค์ ประวัติศาสตร์อารยธรรมของมนุษย์คงไม่สามารถสืบทอดและวิวัฒนาการมาจนถึงปัจจุบัน

2. ความสำคัญต่อประเทศชาติ

ประเทศใดมีบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นจำนวนมาก นับได้ว่ามีทรัพยากรบุคคลที่มีคุณค่าและมี ความสำคัญต่อประเทศชาติ ซึ่งจะสามารถนำพาประเทศชาติของตนให้เกิดการพัฒนาและเจริญก้าวหน้าไปได้ ในทุก ๆ ด้าน ประเทศที่พัฒนา จะให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์ หากใครคิดสร้างสรรค์ไม่ได้ย่อมตกเป็นฝ่ายซื้อเทคโนโลยี หรือเป็นผู้ตามอยู่ตลอดเวลา โดยจุดอ่อนของสถานศึกษาแถบประเทศเอเชีย คือ การขาดความคิดสร้างสรรค์ เพราะนักเรียนถูกสอนเพียงให้แก้ปัญหาของข้อสอบ โดยมีเป้าหมายเพื่อสอบผ่านด้วยคะแนนสูง ๆ เท่านั้น น้อยมากที่ถูกสอนให้หัดคิดเพื่อจะเป็นผู้คิดค้นนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต ดังนั้น "ความคิดสร้างสรรค์" จึงเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นอย่างยิ่งของสังคมไทยทั้งในปัจจุบันและอนาคต

3. ความสำคัญต่อองค์กร

ภายใต้สภาพที่ไม่มีความแน่นอนทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน ธุรกิจจะอยู่รอดได้ต้องมีการพัฒนาสินค้าหรือบริการใหม่อยู่ตลอดเวลา “ความคิดสร้างสรรค์” ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง หากองค์กรใดสามารถส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศในที่ทำงานที่มีลักษณะเปิดกว้างทางความคิด ผู้บริหารของหน่วยงานมีท่าทียอมรับและกระตุ้นให้พนักงานได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ก็จะเป็นการส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศที่เอื้อต่อการร่วมมือและสร้างสรรค์ในที่ทำงาน อันจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างประสิทธิผลให้แก่องค์กร

4. ความสำคัญต่อปัจเจกบุคคล

ความคิดสร้างสรรค์กับตัวบุคคลมีความสัมพันธ์กันอย่างแนบแน่น กล่าวคือปัจเจกชนเป็นแหล่งกำเนิดความคิดสร้างสรรค์ และในขณะเดียวกันความคิดสร้างสรรค์ก็ส่งผลต่อการสร้างสรรค์ซึ่งก่อให้เกิดผลสำเร็จประการใดประการหนึ่งของแต่ละบุคคล การคิดเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญของมนุษย์ มนุษย์คิดเพื่อวางแผน เพื่อการแก้ปัญหา เพื่อการตัดสินใจ ชีวิตทั้งใน

ปัจจุบันและอนาคตจะได้ดีได้ต้องมีการคิดที่ดี ดังนั้นความสามารถในการผลิตความคิดที่มีคุณภาพหรือความคิดแบบสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิต ซึ่งลักษณะนิสัยที่เอื้อต่อการเติบโตของความคิดสร้างสรรค์ก็คือ การยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่น ความไม่หวั่นกลัวต่อความล้มเหลว ความกล้าเผชิญกับความยากลำบาก มีความมุ่งมั่นที่จะทำสิ่งที่ตั้งใจไว้ให้สำเร็จ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะช่วยยกระดับความสามารถ ความอดทน และความคิดริเริ่มของบุคคล นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังช่วยให้คนได้พัฒนาตน พัฒนางาน มีโอกาสได้ใช้ความสามารถต่าง ๆ ของตนเต็มศักยภาพ สามารถสร้างผลงานหรือนวัตกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ส่วนตัวและส่วนร่วม

1.3 แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้เสนอแนวคิด ทฤษฎี กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ หลากหลาย ซึ่งมีทั้งทฤษฎีที่แตกต่างและคล้ายคลึงกัน ดังต่อไปนี้

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546, p. 17-18) สรุปแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ได้ ดังนี้

1. ทฤษฎีเชิงปัญญานิยม (Cognitive Approach) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการคิด โดยเชื่อว่าเมื่อมีข้อมูลผ่านเข้ามาสู่การรับรู้ จิตจะสร้างกระบวนการประมวลผลข้อสนเทศที่รับเข้ามาจัดเป็นระบบระเบียบ และตัดสินใจเลือกหนทางการตอบสนองที่เหมาะสม ให้ความสำคัญกับกระบวนการทำงานของสมอง และสรุปว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการสรรหาวิธีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอันหลากหลาย หรือการคิดแบบนอกเนกนัย

2. ทฤษฎีเชิงจิตวิเคราะห์ (Psychoanalytical Approach) ซิกมันด์ ฟรอยด์ จิตแพทย์ชาวเวียนนา ผู้มีชื่อเสียงในแนวจิตวิเคราะห์เสนอว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งของแรงขับทางเพศซึ่งอยู่ในส่วนของจิตได้สำนึกกับคุณธรรม เป็นเหตุให้จิตสำนึกต้องพยายามหาทางออก จึงเกิดพฤติกรรมเบี่ยงไปแสดงออกในรูปแบบอื่นที่สังคมยอมรับได้ ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะเกิดความคิดอิสระก่อเกิดเป็นผลงานสร้างสรรค์

3. ทฤษฎีเชิงพฤติกรรมนิยม (Behavioral Approach) ผู้ซึ่งเป็นผู้นำในการเคลื่อนไหวของ นักจิตวิทยากลุ่มนี้คือ จอห์น บี. วัตสัน นักจิตวิทยากลุ่มนี้ เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ โดยให้ความสำคัญกับการเสริมแรง (reinforcement) การตอบสนองที่ถูกต้องต่อสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ และมุ่งเน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา นั่นคือความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์

ใหม่ตามแนวคิดของกลุ่มพฤติกรรมนิยม ซึ่งครอบครัวและโรงเรียนจะเป็นสถาบันที่มีบทบาทสำคัญต่อการวางรากฐานและช่วยปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ตั้งแต่วัยเด็ก

4. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยนิยม (Humanistic Approach) พบว่า นักจิตวิเคราะห์ห่มองธรรมชาติของมนุษย์ในเชิงลบ โดยเชื่อว่าพฤติกรรมอยู่ภายใต้อิทธิพลของสัญชาตญาณ ส่วนนักจิตวิทยาแนวพฤติกรรมนิยมมองธรรมชาติมนุษย์เป็นกลาง ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมซึ่งมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ด้วย แต่นักจิตวิทยาแนวมนุษยนิยมจะมองมนุษย์ในแง่บวก ศรัทธาในความดีงาม และศักยภาพของมนุษย์ นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ อับราฮัม มาสโลว์ (Abraham Maslow) และคาร์ล โรเจอร์ (Carl Roger) แนวความคิดของนักมนุษยนิยมไม่เชื่อว่า มนุษย์จะถูกควบคุมโดยสิ่งเร้าหรือสัญชาตญาณ แต่จะให้ความสำคัญกับประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นธรรมชาติติดตัวมนุษย์มาแต่กำเนิด แต่มนุษย์จะสามารถแสดงศักยภาพทางความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่ขึ้นอยู่กับภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย กล่าวคือ มีความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา มีความมั่นคงของจิตใจ ไม่กลัวที่จะเล่นกับความคิด และเปิดกว้างพร้อมรับประสบการณ์ใหม่ โดยลักษณะผู้มีความคิดสร้างสรรค์คือ คนที่มองตัวเองในแง่บวก มีแรงจูงใจที่จะพัฒนาตนเองไปสู่ระดับที่สมบูรณ์ขึ้น มีการยอมรับนับถือ และตระหนักในคุณค่าของตนเอง มุ่งทำงานเพื่อความสุขความพอใจของตนเองโดยไม่หวังการประเมินผลหรือการยกย่องจากคนอื่น เมื่อทำด้วยความรักความพอใจจึงทำอย่างทุ่มเทเต็มศักยภาพที่ตนมีอยู่

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2558, p. 167-170) สรุปเป็นทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalytic Theory) ตามแนวคิดของ Freud (1940) ที่เชื่อว่าความขัดแย้งเป็นต้นเหตุทำให้บุคคลคิดอย่างสร้างสรรค์ จากลักษณะของจิตที่มีความรู้สึกวิตกกังวลดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้เกิดความคิดต่าง ๆ ขึ้นมาอย่างมากมาย เพื่อหาวิธีเอาชนะความขัดแย้งนั้น และความคิดต่าง ๆ ทั้งหมดที่เกิดขึ้นนั้นคือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

2. ทฤษฎีของเทลเลอร์ (Tayler Theory) Tayler and Holland (1964) ให้แนวคิดเกี่ยวกับผลของความคิดสร้างสรรค์นั้น อาจจะเป็นขั้นหนึ่งขั้นใดใน 6 ขั้น ต่อไปนี้

ขั้นที่หนึ่ง ความคิดสร้างสรรค์ในขั้นต้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ธรรมดา คือ ความกล้าที่จะแสดงออกอย่างอิสระ

ขั้นที่สอง เป็นผลงานที่เป็นสิ่งใหม่สำหรับตนเอง ที่ได้ผลิตออกมา

ขั้นที่สาม เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ แสดงความคิดแปลกใหม่ ที่ไม่ได้มีการลอกเลียนแบบจากใคร

ขั้นที่สี่ เป็นขั้นสร้างความคิดสร้างสรรค์ ขึ้นประดิษฐ์สิ่งใหม่โดยไม่ซ้ำแบบใคร

ขั้นที่ห้า เป็นขั้นสำหรับการพัฒนาผลงาน และปรับปรุงเพื่อให้งานมีประสิทธิภาพ
ขั้นที่หก เป็นขั้นของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบของการโยงความสัมพันธ์ (Associative Theory) Mednick (1964) กล่าวว่า การสร้างแนวคิดจากการรวมสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมกันนั้นจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขเฉพาะบางอย่างหรือการรวมกันแล้วต้องเกิดประโยชน์ในทางใดทางหนึ่ง คือ ส่วนประกอบของความคิดสร้างสรรค์

4. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1979) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึกรู้สึกหรือการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิดเพื่อตั้งเป็นสมมติฐาน การสอนและการดัดแปลงสมมติฐาน ตลอดจนวิธีการเผยแพร่ผลสรุปที่ได้ ผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เมื่อเห็นและเข้าใจปัญหาจะรวบรวมประสบการณ์และข้อสนเทศต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นการประมวลข้อมูลเพื่อแสวงหาวิธีเผชิญหรือแก้ปัญหา ที่เป็นวิธีใหม่ที่แตกต่างไปจากวิธีเดิม

5. ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง (The Structures of Intellect Theory) ทฤษฎีนี้สร้างโดย Guilford เป็นนักจิตวิทยาคนแรกที่ได้อธิบายลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของสมอง เป็นลักษณะของความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) ที่ เป็นความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ในหลายรูปแบบและหลายแง่มุม Guilford ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างทางปัญญา (The Structure of Intellect Model) โดยได้จัดกลุ่มความสามารถทางสติปัญญาเป็นลักษณะของมิติทั้งหมด 3 มิติ คือ

มิติที่ 1 เนื้อหาของการคิด (Content) หมายถึง การคิดในรูปแบบต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 5 ประการ ประกอบด้วย ภาพ เสียง สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

มิติที่ 2 ผลผลิตของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดทำของความคิด กับข้อมูล แบ่งออกเป็น 6 ประการ ประกอบด้วย แบบหน่วย แบบกลุ่ม แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์

มิติที่ 3 วิธีการคิด (Operations) เป็นกระบวนการปฏิบัติงานหรือวิธีคิดรูปแบบที่ต่างกันแบ่งออกเป็น 5 ประการ ประกอบด้วย การรับรู้และเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า

จากการศึกษาความเหมือนความแตกต่างกันของสติปัญญาในแต่ละมิตินี้เอง Guilford ได้ให้ความสนใจในวิธีการคิดแบบอเนกนัยเป็นพิเศษเพราะเป็นวิธีการคิดที่ส่งผลการคิดอย่างหลากหลาย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, p. 207-208) ได้แบ่งทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลงานมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกของแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social conscience) สำหรับนักจิตวิทยาแนวใหม่ กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นจะเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ สติ กับจิตใต้สำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการเรียนรู้ โดยมุ่งความสำคัญของการเสริมแรง และความสัมพันธ์ทางสติปัญญา นั่นคือเกิดจากการมีสิ่งเร้า และการเชื่อมโยงระหว่างความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าไปยังความสัมพันธ์ต่าง ๆ

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยนิยม มีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด การสร้างสภาวะแวดล้อมหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวยจะช่วยให้มนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองออกมาได้

4. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นในตัวบุคคล มีแนวคิดที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีอยู่ในบุคคลทุกคน โดยมีปัจจัย 4 ประการ สำหรับการพัฒนา คือ

4.1 การตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเอง และการตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง และสังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

4.2 การที่บุคคลมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 การเรียนรู้เทคนิคเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งเทคนิคส่วนบุคคล และเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 การตระหนักในความจริง โดยรู้หรือการตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองและพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้

อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2555, p. 164-169) กล่าวเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา

ถือเป็นพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ กิลฟอร์ด (Guilford, 1950) ได้อธิบาย ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดและสติปัญญาที่มีชื่อเสียง 2 เรื่อง คือความคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) และความคิดแบบอนเอกนัย (Divergent thinking) กิลฟอร์ด ไม่เชื่อว่าแบบทดสอบวัด สติปัญญาที่ประเมินคุณลักษณะไม่กีดด้านของมนุษย์ จะสามารถเป็นตัวแทนศักยภาพอัน หลากหลายและซับซ้อนของมนุษย์ได้ กิลฟอร์ด เชื่อว่าความคิดแบบอนเอกนัย (Divergent thinking) ใกล้ชิดกับคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ คือความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คึกได้กว้างไกล แบ่งคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์เป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้ ความไวต่อปัญหา ความคิดคล่องตัว ความยืดหยุ่น และความแปลกใหม่

ต่อมา พอล ทอร์เรนซ์ (Paul Torrance) นำความคิดของ Guilford (1950) มา ปรับเป็น 4 ลักษณะคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิด ละเอียดลออ (Torrance, 1974)

หลังจากที่ทอร์เรนซ์ได้ศึกษาหลักทางจิตวิทยาแบบเกสตัลท์ (Gestalt Psychology) จึงปรับแบบทดสอบของเขาใหม่ ในปี ค.ศ. 1984 คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิด ริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ การเอาชนะอุปสรรค และความเป็นธรรมชาติของชื่อ

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงความสัมพันธ์ (Associative Theory)

วอลลาซ และโคแกน (Wallach Michael A & Kogan Nathan, 1965) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ โดยการรวมสิ่งที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมกันจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข หรือต้องเกิดประโยชน์ เมื่อระลึกสิ่งใดได้ ก็เป็นแนวทางให้ ระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ต่อกันไป

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของนักมนุษยนิยม

มาสโลว์ (Maslow) และโรเจอร์ส (Rogers) ได้ให้ทัศนะว่า ผู้มีความคิด สร้างสรรค์เป็นผู้ที่รู้จักตนเองตามสภาพที่เป็นจริง เข้าใจตนเอง มีอิสระเสรีภาพในการคิด เห็นคุณค่าในตนเอง และสร้างสรรค์ตนเองและสังคมให้เกิดประโยชน์สุข ประกอบด้วยสถานการณ์ ดังนี้ 1. ความรู้สึกปลอดภัยทางจิต 2. ความมีเสรีภาพในการแสดงออก

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์และการทำงานของสมอง

สมอง 2 ซีกมีความสามารถในการควบคุมการทำงาน และวิธีบันทึกผลหรือ ประมวลข้อมูลที่แตกต่างกัน จากการศึกษาระบบประสาทสมองของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ มาก ๆ พบว่าคนเหล่านั้นมีระบบประสาทที่แตกต่างจากคนทั่วไป 3 ประการคือ มีความรู้เฉพาะ

เรื่องที่สูงมาก มีการทำงานของสมองส่วนหน้าที่ตื่นตัวมาก และมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนคลื่นสมองส่วนหน้าอย่างรวดเร็วกว่าคนทั่วไป

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม

นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ มีแนวคิดที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นการให้การเสริมแรง การตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้า เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือการโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งกับสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่หรือสิ่งใหม่

จากแนวคิดดังกล่าว สามารถสรุปแนวคิดทฤษฎีได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางจิตวิทยา (Psychological Process) ได้แก่ แนวคิดกลุ่มจิตวิเคราะห์ และกลุ่มนักมนุษยนิยม โดยมีแนวคิดที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะภายในจิตใจของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับกลไกการป้องกันตนเอง (Defence Mechanism) หรือการพัฒนาถึงศักยภาพอันสูงสุด (Self - Actualization)

2. กลุ่มที่เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิด (Cognitive Process) ได้แก่ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงสัมพันธ์ ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม โดยมีแนวคิดที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการการคิด สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้เพิ่มขึ้นได้ โดยแต่ละแนวคิดแตกต่างกันคือ โครงสร้างทางสติปัญญา เน้นการคิดแบบบอเนกนัย (Divergent thinking) ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงสัมพันธ์ เน้นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง

แต่อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ทั้งสองกลุ่มก็มีแนวคิดที่เหมือนกัน คือการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพ หรือส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ต้องอาศัยกระบวนการฝึกเช่นกัน

ทฤษฎีองค์ประกอบของเออร์เบน

เออร์เบน (Urban, 2004) ได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับมุมมองทางทฤษฎีการศึกษา และทางจิตวิทยา จึงอาจแตกต่างกับกลุ่มอื่นที่ว่า เมื่อใดก็ตามที่มีความคิดสร้างสรรค์ เมื่อนั้นต้องมองถึงกระบวนการที่เกิดอยู่ภายในตัวผู้คิด และผลที่เกิดจากความคิดที่สร้างความเปลี่ยนแปลงโลกภายนอก ความคิดสร้างสรรค์ควรหมายถึง

1. การสร้างสิ่งใหม่ที่ไม่ธรรมดา
2. การมองสิ่งต่าง ๆ ในมุมกว้าง เจาะลึกประเด็นปัญหา อย่างมีจุดหมาย
3. การวิเคราะห์ โดยการที่เอาหนทางการแก้ปัญหาเป็นตัวตั้ง

4. การสังเคราะห์ การสร้างโครงสร้างใหม่ การนำข้อมูลมาวางรากฐานทิศทางใหม่ ที่มีกระบวนการที่เป็นเอกลักษณ์

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในแนวคิดนี้ ไม่ได้เน้นจินตนาการแต่เพียงอย่างเดียว จินตนาการที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่แน่นหนา พอที่จะให้เกิดความยืดหยุ่นและหลากหลายได้ รวมทั้งความศรัทธาที่จะหาสิ่งใหม่ ๆ ในรูปแบบที่ไม่มีใครคิดมาก่อน โดยเชื่อว่าการฝึกตนเองหรือลูกศิษย์ให้เป็นนักคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความรู้ที่ทั้งกว้าง ทั้งลึก ครูต้องมีความเชี่ยวชาญเรื่องที่จะสอนเกินขีดระดับแค่รู้ และเข้าใจ แต่ต้องรู้ลึกในเรื่องนั้น รวมทั้งต้องมีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องอื่นหรือโลกภายนอกมาประกอบกัน

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559, p. 93-98) กล่าวว่า นักจิตวิทยาเป็นกลุ่มนักวิทยาศาสตร์กลุ่ม แรก ๆ ที่ให้ความสนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และได้สรุปความสำคัญของแต่ละแนวคิดดังนี้

1. แนวคิดของกลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) นักจิตวิทยาที่เป็นผู้นำกลุ่มนักจิตวิเคราะห์ คือ Sigmund Freud จิตแพทย์ชาวออสเตรีย Freud เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกลไกการป้องกันตนเอง (Defence mechanism) ของศิลปิน ที่ต้องการเปลี่ยนความต้องการตอบสนองแรงขับทางเพศ (Libido) ของต้นให้กลายเป็นสิ่งที่สังคมให้การยอมรับได้ ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นได้จากสภาวะกดดันในระดับจิตใต้สำนึก ที่ส่งผลทำให้บุคคลบางคนสามารถปลดปล่อยพลังทางความคิด ในประเด็นที่ตนถูกกดดันดังกล่าวนั้นออกมาได้อย่างอิสระ ทำให้ค้นพบพลังทางความคิดสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาได้ มีประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

2. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) มีมุมมองว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ การได้รับสิ่งเร้า และการเชื่อมโยงการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

3. ทฤษฎีมนุษยนิยม (Humanism) ให้ความสำคัญต่อประสบการณ์และสถานการณ์ที่เอื้ออำนวยที่จะกระตุ้นให้บุคคลแต่ละคนแสดงศักยภาพทางความคิดสร้างสรรค์ที่ตนเองมีโดยกำเนิดออกมา ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบอย่างน้อย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การรู้และเข้าใจตนเองอย่างแท้จริง (Actualization) บุคคลพร้อมที่จะทำความเข้าใจและรับรู้ข้อมูล (Understanding) มีความรู้ในเทคนิควิธีการสร้างสรรค์ (Technique) และมีความตระหนักรู้ (Awareness)

4. ทฤษฎีจิตวิทยาการรู้คิด (Cognitive theory) เป็นแนวคิดที่เชื่อว่ากระบวนการรู้คิดของบุคคลที่สั่งการให้ร่างกายแสดงพฤติกรรม ทั้งพฤติกรรมภายใน และพฤติกรรมภายนอก มุ่งเน้นการใช้กระบวนการและพฤติกรรมการรู้คิดเป็นเครื่องมือ แนวคิดของนักจิตวิทยาการรู้คิดที่มี

ชื่อเสียง ได้แก่ Paul J. Guilford สร้างแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา มี 3 มิติ ได้แก่ (Guilford, 1967) มิติด้านเนื้อหา มิติด้านกระบวนการคิด มิติด้านผลของการคิด

5. นักจิตวิทยา กลุ่มมนุษยนิยม (Humanistic Psychology) นักจิตวิทยา Abraham Maslow และ Carl Roger กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นศักยภาพความสามารถที่ติดตัวบุคคลมาโดยกำเนิด แต่มีเพียงบุคคลที่เข้าใจตนเอง ค้นพบ และพัฒนาศักยภาพความคิดสร้างสรรค์ในตนเองอย่างเหมาะสม ก็จะกลายเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์อย่างโดดเด่นได้ในที่สุด

6. ทฤษฎีการลงทุนในความคิดสร้างสรรค์ (Investment theory of creativity) ของ Sternberg และ Lubart (1999) เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เหมือนการลงทุนแบบหนึ่ง เพราะบุคคลจะประสบความสำเร็จในการคิดสร้างสรรค์สิ่งใดก็ตาม ถ้าเขาออมลงทุนทรัพยากรส่วนตัว ทรัพยากรส่วนตัวที่จำเป็นต่อการคิดสร้างสรรค์อย่างน้อย 6 ประการ ได้แก่ ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual abilities) ความรู้ (Knowledge) รูปแบบความคิด (Thinking styles) บุคลิกภาพ (Personality) แรงจูงใจ (Motivation) และสภาพแวดล้อม (Environment)

จากทฤษฎีและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น อาจสรุปความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ทฤษฎี 5 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยนิยม ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงสัมพันธ์ และทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด โดยผู้วิจัยได้เลือกทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองตามแนวคิดของกิลฟอร์ด ที่ให้ความสนใจในวิธีการคิดแบบอนกนัย เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และโปรแกรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1.4 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์

กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creativity Process) หมายถึง วิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีหลากหลายแนวคิดดังนี้

กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ของทอร์เรนซ์ และไมเยอร์ (อาร์รี พันธัมณี, 2557, p. 8-9; อ้างอิงจาก Torrance; & Myers. 1965) แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นพบความจริง (Fact – Finding) เริ่มการเกิดความรู้สึกกังวล สับสน วุ่นวาย (Mess) เกิดขึ้นภายในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นเพราะอะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบสถานการณ์ปัญหา (Problem – Finding) เมื่อพิจารณา รอบคอบแล้วจึงสามารถสรุปว่า ความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายในใจนั้นคือ การมีปัญหากเกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมุติฐาน (Idea – Finding) เมื่อมีปัญหากเกิดขึ้นก็จะพยายามคิด แก้ปัญหาและตั้งสมมุติฐานขึ้น รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปใช้ทดสอบสมมุติฐาน

ขั้นที่ 4 การค้นพบในคำตอบ (Solution – Finding) ขั้นนี้ก็จะเกิดการค้นพบ คำตอบ จากการทดสอบสมมุติฐาน

ขั้นที่ 5 การยอมรับผลของการค้นพบ (Acceptance – Finding) เป็นการยอมรับ คำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ว่าจะสามารถแก้สถานการณ์ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร และต่อจากขั้น นี้คือการแก้ปัญหาหรือการค้นพบจะยังไม่จบ แต่สิ่งที่จะได้จากการค้นพบจะนำไปสู่แนวคิดหรือสิ่ง ใหม่ ๆ ที่เรียกว่า New Challenge

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ ของ กิลฟอร์ด (ลักษณะ สรวิวัฒน์, 2558, p. 170-171; อ้างอิงจาก Guilford. 1950) ให้แนวคิดไว้ว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถรับรู้ปัญหา ได้อย่างรวดเร็ว มองเห็นปัญหา สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดใหม่ ๆ ได้ง่าย ซึ่งกระบวนการคิดมี ลำดับขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การรู้คิด (Cognition) หมายถึง ความสามารถของสมองในการเข้าใจ สิ่ง ต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

ขั้นที่ 2 การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ เรียนรู้ และระลึกออกมา

ขั้นที่ 3 การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถของ สมอง ในการให้ การตอบสนองที่ถูกต้องและดีที่สุดจากข้อมูล

ขั้นที่ 4 การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินข้อมูล ที่กำหนดให้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ ของ Wallach and Kogan (ลักษณะ สรวิวัฒน์, 2558, p. 171; อ้างอิงจาก Wallach and Kogan. 1965) แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการเตรียมตัว เป็นขั้นที่เริ่มพบปัญหา เกิดความยุ่งยากในปัญหานั้น ๆ และเริ่มหาทางออกเพื่อแก้ปัญหา โดยรวบรวมข้อมูลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เคยรับมา

ขั้นที่ 2 ขั้นพักตัว เป็นขั้นที่ใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหา ช่วงนี้จะเกิดความคิดได้ หลากหลายแนวทางเพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นเกิดความคิด เป็นขั้นที่สรุปความคิดที่กระจ่างพร้อมที่จะสร้างสรรค์ออกมาเป็นผลงานได้

ขั้นที่ 4 ขั้นแสดงออกทางความคิดที่ออกมาในรูปของผลงาน อาจมีการทดลองและแก้ไขหลายครั้งเพื่อกลั่นกรองให้ได้คำตอบหรือผลงานที่แน่นอนเป็นรูปแบบ

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ ของออสบอร์น (อารี พันธมณี, 2557, p. 10-11; อ้างอิงจาก Osborn. 1957) ได้จัดกระบวนการคิดสร้างสรรค์ไว้เป็น 7 ขั้นตอนต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 การชี้ถึงสภาพปัญหา เป็นการระบุหรือทราบเกี่ยวกับประเด็นปัญหา
 - ขั้นที่ 2 การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ เป็นขั้นคิด พิจารณา และแจกแจงข้อมูลที่มี
 - ขั้นที่ 4 การใช้ความคิดหรือการคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ อย่างละเอียดรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้มาก ๆ ทาง
 - ขั้นที่ 5 การคิดและการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่างและในที่สุดก็เกิดความคิดแวบแล้วกระจ่างขึ้น
 - ขั้นที่ 6 การสังเคราะห์ หรือการรวบรวมข้อมูลไว้ด้วยกัน
 - ขั้นที่ 7 การประเมินผล เป็นการคัดเลือกคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
- จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นพบว่า กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอนโดยสรุปได้ดังนี้คือ ขั้นที่ 1 การมองเห็นปัญหา ระบุด้านปัญหา ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของเรื่องที่ค้นพบปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การคิดพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ที่ยังไม่เป็นระเบียบ ขั้นที่ 4 การคิดและทำให้กระจ่าง เป็นการเรียงความคิดและจัดข้อมูลให้เป็นระเบียบแล้วนำมาเชื่อมโยงจนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ และขั้นที่ 5 การตรวจสอบความคิดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบผลงานและคัดเลือกคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.5 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักจิตวิทยาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลากหลายดังนี้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, p. 212-217) อธิบายว่า ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. คิดจินตนาการ เป็นความคิดในสิ่งที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น และอาจเป็นไปได้ยาก หรือ เป็นไปไม่ได้เลย แต่อาจเกิดเป็นจริงขึ้นมาได้ หรืออย่างน้อยก็จะเป็นพื้นฐานของการคิด

เริ่มต้นใน ความคิดเพื่อสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ขึ้นมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความคิดแบบอื่น ๆ มาสานต่อความคิด จินตนาการ จึงจะนำไปสู่การค้นพบหรือสร้างสรรค์ผลงานใหม่ได้

2. คิดคล่องแคล่วหรือการคิดเร็ว เป็นการคิดที่มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าสามารถสังเกตเห็น รับรู้ และเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้เร็วที่สุด เป็นการหาคำตอบได้มาก ๆ ได้จำนวนความคิดเยอะ ๆ โดยใช้เวลาน้อย ๆ

ความคล่องในการคิด เป็นการฝึกความคิดให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว คิดได้ทันที ที่ต้องแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น ความคิดคล่องในด้านถ้อยคำ ความคิดคล่องด้านการโยงสัมพันธ์ ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก

3. ความคิดยืดหยุ่น บางทีเรียก คิดกว้าง หรือ คิดหลากหลาย เป็นการคิดได้ไกล คิดได้หลายทิศทาง หลายแง่มุม หลายรูปแบบ ในคำถามเดียวกันสามารถมีคำตอบหลายอย่าง จัดหมวดหมู่ความคิดได้มากและมีหลักการ ซึ่งควรเน้นทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพของความคิด แบ่งออกเป็น ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที และความคิดยืดหยุ่นทางด้านดัดแปลง

4. คิตรีเริ่ม เป็นความสามารถในการค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เป็นความสามารถในการคิดที่ ต่างจากคนอื่น ต่างจากธรรมดา ต่างจากที่เคยเป็น เป็นความคิดที่ไม่เคยมีใครคิดมาก่อน คนอื่นคิดไม่ถึง หรืออาจปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้แตกต่างไปจากของเดิม บางทีการคิดง่าย ๆ พื้น ๆ ที่แปลกใหม่ก็อาจ เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่า ผู้มีความคิดริเริ่มมีลักษณะดังนี้

5. คิดละเอียดลออ หมายถึง การคิดสวยงาม ละเอียดลออ เป็นความสามารถในการ มองเห็นรายละเอียดของสิ่งที่คนอื่นไม่เห็น รวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์ต่าง ๆ อย่างมีความหมาย มีความคิดสวยงาม ประณีต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีคุณภาพในทุก ๆ ด้าน เป็นการนำความคิดในรายละเอียดเพื่อนำมาเพิ่มเติมเสริมแต่งความคิดครั้งแรกให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งการต่อเติม เสริมแต่งและตัดสิ่งที่ไม่เหมาะสมไม่ถูกต้องออกไป

6. การสังเคราะห์ หมายถึง การรวม การผสมผสาน การนำเอาสิ่งเดิม ๆ มาประยุกต์และมา ผสมผสานให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546, p. 19-24) กล่าวว่า โครงสร้างทางสติปัญญาจะซับซ้อนขึ้นตามอายุและวุฒิภาวะ กิลฟอร์ด (Guilford) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ วิธีการคิด เป็นลักษณะการคิดแบบบอเนกนัย (divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการ ความคิดยืดหยุ่นในการคิด และความละเอียดลออในการคิด มีรายละเอียดดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากความคุ้นเคย ความคิดริเริ่มแปลกใหม่ในที่นี้ อาจแสดงออกในรูปลักษณะของผลผลิต หรือกระบวนการคิดก็ได้ เช่น การตีความการรับรู้เนื้อหาต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาสู่ประสาทสัมผัส ตัวอย่างเช่น เมื่อเห็นรูป  การตีความตามความเคยชิน จะรับรู้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยม แต่หากพยายามคิดให้แตกต่างออกไป จะเห็นว่า รูป  อาจเป็นสองมุมฉาก  เป็นเส้นตรงสี่เส้น |||| หรือเป็นการเรียงตัวของจุด อย่างไรก็ตาม ความคิดริเริ่ม ต้องอาศัยการสะสมและรวมความรู้ที่มีอยู่เดิมมาประยุกต์ให้ดีขึ้น โดยพบว่าสิ่งประดิษฐ์ส่วนใหญ่ต้องอาศัยแนวทางการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดที่แตกต่างและหลากหลาย ซึ่งอยู่ภายใต้กรอบจำกัดของเวลา เป็นความสามารถหนึ่งซึ่งจะนำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพ และการคิดเพื่อจะแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความคิดยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการคิดออกนอกกรอบ ไม่ตกอยู่ภายใต้ กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคย ช่วยให้สามารถเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ ๆ จึงเป็นปัจจัยให้เกิดความคิดคล่องแคล่ว ให้พัฒนาความคิดที่แตกแขนงในทิศทางที่แตกต่าง ไม่ซ้ำซ้อน นำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพ และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่

4. ความคิดละเอียดลออในการคิด (Elaboration) หมายถึง การคิดตกแต่งในรายละเอียด เพื่อขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ ความละเอียดลออสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต ไม่ละเลยในรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ผู้อื่นอาจมองข้ามไป ผลสำเร็จของสิ่งประดิษฐ์หรือองค์ความรู้ต่าง ๆ ต้องอาศัยความคิดในรายละเอียด เช่น ในการทดลองวิทยาศาสตร์ต้องควบคุมตัวแปรและปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเข้มงวด เพราะความผิดพลาดเล็กน้อย อาจทำให้ได้ข้อสรุปที่เบี่ยงเบนไป ผู้ที่มีความละเอียดประณีตพิถีพิถันนั้น แสดงว่าเป็นผู้มีประสิทธิภาพรอบรู้รอบไวช่างสังเกต ลึกซึ้ง ตี้นตัว มีปฏิริยาต่อสภาพแวดล้อมตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการจำแนกแยกแยะอย่างฉับไวและเฉียบคม พัฒนาการด้านความละเอียดลออมีความสัมพันธ์กับอายุและเพศ กล่าวคือมนุษย์จะมีพัฒนาการ ด้านความละเอียดลออสูงขึ้นตามวัย และเพศหญิงจะมีความละเอียดลออมากกว่าเพศชาย เป็นต้น

อุษณีย์ อนุรุทธีวงศ์ (2555, p. 165-166) กล่าวว่า พอล ทอร์เรนซ์ (Paul Torrance) ซึ่งได้ศึกษาหลักการทางจิตวิทยาแบบเกสตาลท์ (Gestalt Psychology) จึงนำแนวคิดมาปรับคุณลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ในปี ค.ศ. 1984 ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุด หรือความสามารถคิดเพื่อหาคำตอบที่ชัดเจนและตรงประเด็นมากที่สุด โดยจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องที่เป็นเรื่องเดียวกัน

2. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดปกติ หรือความคิดแบบง่าย ความคิดริเริ่มนั้นอาจเกิดจากการนำความรู้เดิมมาประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่

3. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์ต่าง ๆ อย่างมีความหมาย ไปสู่ความคิดที่คนคาดไม่ถึง

4. ความก้าวข้ามเครื่องกีดขวาง การเอาชนะอุปสรรค (Resistance to Premature Closure) เป็นคุณลักษณะทางด้านจิตวิทยาที่แสดงออกถึงความกล้าเสี่ยง กล้าคิด กล้าทำกล้าฉีกกรอบ กล้าที่จะก้าวข้ามสิ่งเดิมที่เคยปฏิบัติมาสู่สิ่งใหม่

5. ความเป็นนามธรรมของข้อเรื่อง (Resistance to Premature Closure) เป็นคุณลักษณะความคิดในการมองเห็นภาพรวม การบูรณาการสิ่งต่าง ๆ การคิดแบบกว้าง มากกว่าคิดเฉพาะเรื่องคิดแนวดิ่ง

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นจากองค์ประกอบหลายประการ โดยองค์ประกอบหลักที่นักวิชาการ ได้กล่าวถึง ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม คือ การคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับสิ่งที่มีอยู่ ความคิดคล่องแคล่ว คือ การคิดได้รวดเร็ว คิดหาคำตอบปริมาณมาก ในเวลาที่จำกัด ความคิดยืดหยุ่น คือ การคิดหาคำตอบหลากหลายประเภท หลายทิศทาง และความคิดละเอียดลออ คือ ความสามารถในการให้รายละเอียดสิ่งต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.6 เทคนิค วิธีการ และแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ออสบอร์น (Osborn, 1963) สร้างแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้เทคนิค การระดมสมอง (Brainstorming) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริม ให้บุคคลสร้างความคิดได้อย่างหลากหลายในเวลาจำกัด

เดอว์บอร์ต (อุษณีย์ อนุรุทวงศ์, 2555, p. 183-184; อ้างอิงจาก Debord. 2005) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่าต้องให้อิสระทางความคิด ยอมให้เกิดความผิดพลาด และเคารพความคิดของเด็ก ใช้กลยุทธ์กระตุ้นความคิดได้ ดังนี้ 1. การสร้างความคิดหลังไหล ครูควรยื่นโจทย์ให้เด็กตอบได้หลายทิศทาง 2. สร้างสิ่งแวดล้อมที่ยั่วยุสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) ที่ส่งเสริมทั้งความคิดแปลกใหม่และความคิด

ที่หลากหลาย 3. สร้างโอกาสให้สร้างสรรค์ ควรมีการจัดเวลาเพื่อการเล่นและจินตนาการ ทั้งเรื่องจริงออกไป คิดฉีกกรอบ 4. สร้างความเป็นตัวเอง ควรให้เด็กคิดหรือทำสิ่งต่าง ๆ โดยลดคำสั่งให้น้อยลง 5. กล้าเสี่ยง ฝึกให้เด็กกล้าที่จะลองเสี่ยง (ต้องไม่เสี่ยงในเรื่องที่เป็นอันตรายต่อชีวิต และจิตใจของเด็ก) และต้องให้เด็กเรียนรู้ว่าทุกครั้งที่เราเสี่ยงนั้น ไม่ได้หมายความว่าถึงความล้มเหลวเสมอไป แต่เด็กจะมีทักษะในการประเมินความสำเร็จ และการป้องกันความล้มเหลว โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ 6. ลดความคิดเชิงลบ การสร้างทัศนคติเชิงบวกจะช่วยสร้างความเข้มแข็งทางความคิดสร้างสรรค์ได้ 7. ให้เรียนรู้การสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ การส่งเสริมการสื่อสารต่างวัฒนธรรม หรือต่างรูปแบบทำให้เด็กเกิดความเคารพในความคิด และการตัดสินใจของคนอื่น 8. ระดมสมอง การระดมสมองทำให้เด็กสร้างความคิดและเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น 9. ให้กำลังใจ การชมเชยเมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมสร้างสรรค์ หรือการให้กำลังใจเมื่อเกิดความท้อถอย ทำให้เด็กมีพลังใจที่จะพัฒนาความคิดของตนให้เป็นทักษะ 10. ตีชมด้วยความจริงใจ การตีชมผลงานเด็กต้องมีมาตรฐาน มีเกณฑ์ที่จะให้เด็กสามารถเรียนรู้ว่าจะปรับปรุงวิธีคิดหรือผลงานของเขาได้อย่างไร

ทอร์เรนซ์ (อาร์ พันธ์มณี, 2557, p. 102-104; อ้างอิงจาก Torrance, 1959) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมุ่งเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ดังนี้

1. ควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนถามและผู้สอนควรให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลกใหม่ของนักเรียน และไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว แต่ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ การค้นหาเพื่อพิสูจน์ จากการสังเกตและประสบการณ์ของนักเรียนเอง
2. ควรตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลก ๆ ของนักเรียนด้วยใจเป็นกลาง
3. ผู้สอนควรกระตุ้นหรือรื้อฟื้นต่อคำถามที่แปลก ๆ ของนักเรียนด้วยการตอบคำถามของนักเรียนอย่างมีชีวิตชีวา
4. แสดงให้นักเรียนเห็นว่า ความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าและมีประโยชน์ได้
5. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องนักเรียนที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนอาจเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้แนะนำ
6. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ
7. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป
8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการ และชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกใหม่และมีคุณค่า

นอกจากนี้ ทอร์เรนซ์ (อาร์ พันธ์มณี, 2557, p. 186-191; อ้างอิงจาก Torrance, 1970) ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ได้เสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ความไม่สมบูรณ์ การเปิดกว้าง (Incompleteness Openness)

ลักษณะพื้นฐานแรกสุดในกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาคือ ความไม่สมบูรณ์หรือการเปิดกว้างจะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์

ลักษณะที่ 2 การสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา และการใช้ให้เป็นประโยชน์ (Producing Something and Using It) การให้ผู้เรียนสร้างหรือผลิตงานบางอย่างขึ้น และใช้ให้เป็นประโยชน์ นิยมนำมาใช้กับนักเรียนระดับประถมและมัธยมต้น

ลักษณะที่ 3 การใช้คำถามของเด็ก (Using Pupil Question)

ความอยากรู้อยากเห็นของเด็ก ๆ ทำให้เขาถามคำถามต่าง ๆ มากมาย จนกว่าเด็กจะมีอายุครบเกณฑ์เข้าโรงเรียน เด็กจะเรียนรู้ทักษะในการค้นหาคำตอบโดยการถามอยู่แล้ว แต่เมื่อมาโรงเรียน ครูมักจะเป็นผู้ถามคำถามเสียเป็นส่วนใหญ่ เด็กมีโอกาสน้อย ดังนั้นครูควรเปิดโอกาสให้เด็กถามคำถามและครูต้องยอมรับว่าไม่มีอะไรที่จะเป็นรางวัลแก่เด็กมากไปกว่าการได้ค้นพบคำตอบที่คำถาม แต่มีได้หมายความว่าต้องตอบคำถามในทันทีทันใดทุกครั้ง แต่ครูควรจะหาวิธีที่ยั่วยุหรือใช้คำถามกลับเพื่อให้หาคำตอบจากแหล่งที่เด็ก สามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวของเขาเอง เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เด็กจะพอใจและเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์

ประพนธ์ศิริ สุเสาร์จ (2556, p. 235-236) กล่าวว่า เด็กที่ประสบความสำเร็จ เกิดจากการเตรียมพร้อมของผู้ปกครองและการส่งเสริมของครู ด้วยการเป็นแบบอย่างและการสร้างบรรยากาศส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังต่อไปนี้

1. การเปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกและตัดสินใจในสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. ไว้วางใจและยอมรับการตัดสินใจของเด็ก ให้เด็กได้ดูแลรับผิดชอบสิ่งต่าง ๆ
3. สนับสนุนให้กำลังใจเด็กทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ไม่ควรเข้าไปทำให้หรือช่วยเหลือทุกอย่าง ควรเสนอแนะและให้กำลังใจเมื่อเด็กทำผิดพลาดหรือไม่ประสบความสำเร็จ
4. ยกย่อง ชมเชยเด็กเสมอ ทั้งต่อหน้าและลับหลัง เมื่อเด็กประสบความสำเร็จพยายามจัดกิจกรรมที่ง่ายขึ้นเมื่อเด็กทำไม่ได้เพื่อให้เด็กประสบความสำเร็จ
5. เมื่อเด็กเกิดคำถาม หรือพบข้อสงสัย จะส่งเสริมให้เด็กค้นพบแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง คอยให้กำลังใจและสนับสนุน

6. สนับสนุนให้เด็กค้นพบและแสวงหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองต้องการและสนใจ เพื่อหาทางเลือกใหม่ ๆ ผู้ใหญ่ควรจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างหลากหลาย เพื่อค้นหาความสามารถพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตัวของเด็ก อันจะพัฒนาให้เขาไปสู่ศักยภาพสูงสุดตามความต้องการ และความสนใจ

7. ฝึกฝนให้เด็กทำงาน สร้างผลงานหาประสบการณ์จากการทำงาน เพื่อช่วยสร้างทัศนคติที่ดี ต่อการทำงาน และสร้างผลงาน

8. กระตุ้นให้เด็กกระตุ้นตัวเอง กระตุ้นตัวเอง ด้วยวิธีการอย่างหลากหลาย
วิลเลียม (William) ได้สังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์แล้วสรุปเป็นกลวิธีการสอนไว้ 17 วิธี ได้แก่ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, p. 179)

1. คิดเหลือเชื่อ (Paradoxes) หมายถึง การสอนให้พิจารณาข้อมูลในอีกแง่มุมหนึ่งที่ผิดปกติไปจากธรรมดา คำนกับสามัญสำนึกของคน หรือคำนกับความคิดเดิม ยากที่จะเชื่อ เช่น การได้ว่าที่

2. คิดอย่างแตกต่าง (Attributes) หมายถึง การสอนให้คิดในมุมมองอื่นที่แปลกแตกต่างจากสิ่งเดิม โดยเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้แต่คาดคิดไม่ถึง

3. คิดแบบอุปมาอุปไมย (Analogies) หมายถึง การคิดที่สิ่งเคยชินให้ดูแปลก การอุปมาอุปไมย การเปรียบเทียบสิ่งอื่นที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

4. การพิจารณาในสิ่งที่ผิดปกติ (Discrepancies) หมายถึง การพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อน หรือสิ่งที่คลาดเคลื่อนไปจากสภาพความเป็นจริง รวมทั้งความบกพร่องต่าง ๆ

5. การใช้ปริศนา (Provocation Question) หมายถึง การที่ใช้คำถามกระตุ้น ให้พยายามแสวงหาคำตอบหรือแนวคิดใหม่ ๆ

6. การหาวิธีการแปลกใหม่ (Example of Change) หมายถึง การคิดหาวิธีการที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือหาแนวทางใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

7. การฝึกหัดลองทำสิ่งที่ไม่คุ้นชิน (Example of Habit) หมายถึง การฝึกฝนเพื่อทำสิ่งแปลกใหม่ ให้คลายความยึดติดจากนิสัยที่ผู้เรียนคุ้นชิน

8. ให้คิดค้นหาสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยทำ (Organize Random Search) หมายถึง การคิดค้นทำสิ่งใหม่ที่มีประโยชน์ และมีคุณค่ากว่าสิ่งเดิม เช่น สร้างกฎเกณฑ์ใหม่ การคิดเขียนคำขวัญในวันสำคัญต่าง ๆ ให้มีความหมายมากขึ้น

9. ฝึกคิดจากสิ่งที่มีความคลุมเครือ (Tolerance for Ambiguity) หมายถึง การค้นหาความรู้ ข้อมูล จากสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ชัดเจน มีความคลุมเครือ หรือยังไม่สมบูรณ์ให้สมบูรณ์

10. ฝึกคิดจินตนาการ การหยั่งรู้หยั่งคิด (Intuitive Expression) หมายถึง การฝึกฝน ในการแสดงออกต่าง ๆ ซึ่งการหยั่งรู้ การรู้สึกนึกคิดจากการจินตนาการได้สมอง

11. ฝึกปรับปรุงตนเอง (Adjustment to Development) หมายถึง การฝึกให้พิจารณาความผิดพลาดและความล้มเหลวที่เกิดขึ้น แล้วใช้ความผิดพลาดนั้นเป็นบทเรียนแก่ตนเอง ฝึกปรับเปลี่ยนตนเองให้เหมาะสมกับการพัฒนา ฝึกคิด พิจารณาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นแง่คิดพัฒนาตนเอง ให้มีแนวคิด หลากหลายยิ่งขึ้น ฝึกปรับปรุงตนเองให้ดีขึ้น

12. ศึกษาบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ (Study Creative People and Process) หมายถึง ศึกษาบุคคลต่าง ๆ ที่มีความคิดสร้างสรรค์ โดยพิจารณาถึงกระบวนการคิด ลักษณะของบุคคลเหล่านั้นที่ทำให้เขาสามารถสร้างสรรค์ผลงานดีเด่น

13. ฝึกประเมินสถานการณ์ (Evaluate Situation) หมายถึง การฝึกคิดเพื่อประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและแนวโน้มของสิ่งที่จะเกิดตามมา

14. ฝึกทักษะการอ่านสร้างสรรค์ (Creative Reading Skills) หมายถึง การพัฒนาทักษะ การอ่านอย่างสร้างสรรค์ เพื่ออ่านจับใจความ แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้สึก และขยายความคิดจากการอ่าน

15. ฝึกการฟังสร้างสรรค์ (Creative Listening Skills) หมายถึง การพัฒนาทักษะการฟังอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้เกิด ฝึกให้คิดจากเรื่องที่ฟัง นำเรื่องที่ฟังไปขยายเป็นผลงาน และความรู้ใหม่ ติดตามและจัดระบบข้อมูลได้ลึกซึ้งกว่าเดิม

16. ฝึกการเขียนเชิงสร้างสรรค์ (Creative writing Skills) หมายถึง การริเริ่มในการเรียน โดยใช้จินตนาการและประสบการณ์มาพัฒนาการเขียนเชิงสร้างสรรค์

17. ฝึกการมองอย่างสร้างสรรค์ (Visualization Skills) หมายถึง การพัฒนาทักษะทางจินตนาการในการมองภาพมิติต่าง ๆ ที่แปลกไป แสดงความคิดจากมุมมองที่แตกต่าง

สุคนธ์ สนิธพานนท์; และคณะ (2552, p. 34-35) กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้ หลายทาง ทั้งทางตรงและทางอ้อม วิธีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้ดังนี้

1. จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระ ไม่ถูกควบคุมด้วยระเบียบวินัย นักเรียนสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ แปลกๆ ของตนเอง

2. ส่งเสริมให้นักเรียนถาม และให้ความสนใจต่อคำถามแปลก ๆ ของนักเรียน ด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวา ครูไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว เพราะในการแก้ปัญหา นั้นแม้นักเรียนจะใช้วิธีใดบ้างก็ควรยอมรับและควรกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ค้นหา

และพิสูจน์คำตอบโดยใช้วิธีชี้แนะให้นักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์

3. ส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามชนิดปลายเปิดที่มีความหมาย ไม่มีคำตอบที่แน่นอนตายตัวคำถามลักษณะนี้จะสนับสนุนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้หาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มากขึ้น

4. สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้มากขึ้น โดยให้ ข้อมูลข่าวสารที่จะกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นด้วยตนเอง ชื่นชมนักเรียนที่พยายามเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการให้กำลังใจนักเรียนและเป็นส่วนผลักดันให้นักเรียนริเริ่มในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ และคิดหาวิธีการแปลกใหม่ที่จะทำให้บรรลุผลการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

5. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเองและยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกกว่าผู้อื่น ซึ่งเป็นการแสดงออกถึงการมีความริเริ่มสร้างสรรค์ หรือชื่นชมผลงานของนักเรียนที่มีการพัฒนาชิ้นงานที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อสังคม

6. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ โดยยั่วยุให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่แปลกใหม่จากเดิม ส่งเสริมให้คิดวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ และมีความกล้าเสี่ยงทางสติปัญญา

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555, p. 183-184) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การสร้างความคิดหลังไหล ให้เด็กตอบได้หลายทิศทาง
2. การสร้างสิ่งแวดล้อมที่ยั่วยุ ที่ส่งเสริมทั้งความคิดแปลกใหม่และความคิดที่หลากหลาย เด็กจะแก้ปัญหาจากการเก็บความคิดเห็นทางความคิดจากสิ่งแวดล้อมรอบตัว
3. การสร้างโอกาสให้สร้างสรรค์
4. การสร้างความเป็นตัวเอง กล้าเสี่ยง
5. การให้เด็กเรียนรู้ว่าทุกครั้งที่เราเสี่ยงนั้น ไม่ได้หมายถึงความล้มเหลวเสมอไป แต่เด็กมีทักษะการประเมินความสำเร็จและป้องกันความล้มเหลว โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์
6. การลดความคิดเชิงลบ การสร้างทัศนคติเชิงบวก
7. การให้เรียนรู้จากการสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ ทำให้เด็กเกิดความเคารพในความคิด

8. การตัดสินใจของคนอื่น การระดมสมอง ทำให้เด็กสร้างความคิดและการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น การให้กำลังใจ ชมเชยเมื่อเด็กทำพฤติกรรมสร้างสรรค์ ทำให้เด็กมีพลังใจที่จะพัฒนาความคิดของตนให้เป็นทักษะ

9. การให้คำติชมด้วยความจริงใจ การติชมผลงานของเด็กต้องมีมาตรฐาน มีเกณฑ์ที่จะทำให้เด็กสามารถเรียนรู้ว่าจะปรับปรุงวิธีคิดหรือผลงานอย่างไร

ชนาธิป พรกุล (2557, p. 140-147) ได้กล่าวเกี่ยวกับ รูปแบบการสอนความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking model) หมายถึง การพัฒนาให้ผู้เรียนคิดสิ่งใหม่ ให้สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ศ. ดร.เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกคน เพราะความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้เราแก้ปัญหาเดิมด้วยวิธีการใหม่ ช่วยให้เราเห็นโอกาสใหม่ ๆ ความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ทำให้ได้สิ่งที่ดีกว่า ช่วยให้เราคิดได้อย่างเหมาะสม สำหรับเรื่องนั้น ๆ ในเวลานั้น

ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่พรสวรรค์ แต่อยู่ที่การเรียนรู้ทักษะและการฝึกฝน หากเราพัฒนาศักยภาพของสมองในส่วนของความคิดสร้างสรรค์ให้มีประสิทธิภาพ เราจะพบว่าทุก ๆ ปัญหาที่มีคำตอบดี ๆ ที่สามารถปฏิบัติ ได้อย่างเหมาะสมรอเราอยู่เสมอ

การคิดเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง การขยายขอบเขตความคิดไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ สู่ความคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อนเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด ให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

การคิดเชิงสร้างสรรค์ มีการลำดับการคิด 3 ขั้น ที่ครูสามารถใช้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายของการคิด เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการคิด ว่าคิดเพื่ออะไรถ้าเป็นปัญหา ปัญหานั้นคืออะไร เมื่อแก้ปัญหาแล้วจะมีสถานการณ์อย่างไร

2. แสวงหาแนวทางใหม่ เป็นการระดมความคิด คิดถึงวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด เน้นที่วิธีการแปลกใหม่ ไม่คำนึงว่าจะทำได้หรือไม่

3. ประเมิน และคัดเลือกแนวคิด

3.1 ประเมินแนวคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้เกณฑ์การนำไปใช้ได้จริง

3.2 คัดเลือกแนวคิดที่ผ่านการประเมิน โดยใช้คำถามต่อไปนี้

ก. ตรงวัตถุประสงค์หรือไม่

ข. ใช้ได้จริง

ค. จะใช้วิธีผสมผสานส่วนดีของแนวคิดต่าง ๆ หรือไม่

แนวคิดของ ศ. ดร.เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ มีขั้นตอนที่เข้าใจง่าย ครูสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมในชั้นเรียนโดยไม่มีความยุ่งยาก แต่การนำแนวคิดนี้ไปใช้ ครูต้องมีการเตรียมการล่วงหน้า เพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่น ครูควรเตรียมผู้เรียนโดย 1. ฝึกทักษะการคิดย่อย ๆ มาก่อน เช่น การเปรียบเทียบ การคัดแยก การระบุ การให้เหตุผล การเชื่อมโยง การวิเคราะห์ การประยุกต์ใช้ความรู้ การพยากรณ์ การตั้งเกณฑ์การประเมิน 2. ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อใช้เป็นฐานฝึกแก้ปัญหาโดยการคิดเชิงสร้างสรรค์มีแนวคิดอีกแนวคิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนทั่วไป และนำไปเป็นหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ในระดับบัณฑิตศึกษาเป็นจำนวนมาก รวมทั้งปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Williams หรือ Williams Cube CAI Model (1970)

วัตถุประสงค์ เพื่อฝึกอบรมครูประจำการ และเป็นต้นแบบการปรับปรุงหลักสูตรและการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนด้านความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบ รูปแบบการสอนนี้กล่าวถึง 3 มิติ ซึ่งน่าจะหมายถึงองค์ประกอบ หากจะนำรูปแบบนี้ไปใช้ควรศึกษา และนำไปใช้ให้ครบทุกองค์ประกอบ

มิติที่ 1 เป็นมิติด้านเนื้อหาวิชาในหลักสูตร (subject matter content) โดย การคิดจำเป็นต้องมีสิ่งที่คิดหรือเนื้อหา Williams แนะนำให้สอนความคิดสร้างสรรค์ในวิชาหลัก 6 วิชา คือ คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ ดนตรี และศิลปะ เพราะมีเนื้อหาเอื้อให้คิดสร้างสรรค์ได้ โดยครูเลือกกลวิธีการสอนให้เหมาะกับเนื้อหา

มิติที่ 2 เป็นมิติด้านพฤติกรรมการสอนของครู (teacher behavior) กล่าวถึง กลวิธีการสอน 17 วิธี ที่ครูสามารถเลือกมาใช้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ลักษณะผู้เรียน และสถานการณ์ต่าง ๆ การเลือกหลาย ๆ วิธี ทำให้ผู้เรียนคิดหลาย ๆ แบบ และความชำนาญในการคิด เพื่อให้ชื่อกลวิธีการสอนเหมือนต้นแบบจึงขอใช้ชื่อเป็นภาษาอังกฤษโดยไม่แปล นำมาจากหนังสือทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาระบบการคิดของ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, p. 179-183)

ตาราง 1 กลวิธีการสอน 17 วิธี ใช้ฝึกความคิดสร้างสรรค์

กลวิธีการสอน	ความหมาย
1. Paradoxes	การสอนให้พิจารณาความขัดแย้งและความกลับตาลปัตรของความคิดเห็น ข้อมูลหรือสภาพการต่าง ๆ ที่ผิดธรรมดา ยากจะเชื่อ
2. Attributes	การคิดพิจารณาวิเคราะห์คุณสมบัติหรือลักษณะที่ปรากฏในแนวทางหรือมุมมองที่แปลกแตกต่างจากที่เคยคิด
3. Analogies	การอุปมาอุปไมย เปรียบเทียบลักษณะที่คล้ายคลึงกัน
4. Discrepancies	การคิดพิจารณาความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง
5. Provocative questions	การใช้คำถามกระตุ้นความคิด ให้พยายามหาคำตอบใหม่ ๆ
6. Examples of change	การคิดหาวิธีการหรือโอกาสที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือทดแทนในแนวทางที่ใหม่
7. Examples of habit	การฝึกให้คลายความยึดมั่นจากนิสัยเคยชินหรือความคิดเดิม ๆ
8. Organized random search	การคิดผสมสร้างสิ่งใหม่จากโครงสร้างสิ่งเดิม เช่น ให้คิดเขียนคำขวัญในโอกาสพิเศษที่แปลกแตกต่างและมีความหมายมากกว่าเดิม
9. Tolerance for ambiguity	การพัฒนาทักษะความสามารถที่จะศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งแง่ประวัติศาสตร์ การบรรยายให้เหตุผลและการทดลองฝึกความทนได้
10. Intuitive expression	ฝึกการแสดงออกแบบหยั่งรู้ การไวต่อการรับรู้ลึกและการแสดงความคิดความรู้สึกจากจินตนาการภายในตนเอง
11. Adjustment to development	ฝึกการปรับเปลี่ยนตนเองให้เหมาะสมกับการพัฒนา คือ ให้ฝึกคิด พิจารณา ศึกษาประวัติ บทเรียน หรือข้อมูล นำมาเป็นแง่คิดและแนวคิดที่หลากหลาย

ตาราง 1 (ต่อ)

กลวิธีการสอน	ความหมาย
12. Study creative people and processes	ให้ศึกษาบุคคลสำคัญที่มีประวัติความคิดสร้างสรรค์โดยพิจารณาในแง่บุคลิกและกระบวนการคิดของเขาที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์
13. Evaluate situation	การประเมินสถานการณ์ เป็นการฝึกการคิดตัดสินใจจากการประเมินผลที่เกิดขึ้นและแนวโน้มที่จะตามมา
14. Creative reading skills	การพัฒนาทักษะการอ่านอย่างสร้างสรรค์เพื่อจับใจความและขยายความคิด
15. Creative listening skills	การพัฒนาทักษะการฟังอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้คิดติดตามเชื่อมโยง และจัดระบบข้อมูลได้ในแนวทางที่ลึกซึ้งกว้างกว่าเดิม
16. Creative writing skills	การพัฒนาทักษะการเขียนอย่างสร้างสรรค์ให้แสดงความรู้สึกนึกคิด และจินตนาการได้โดยการเขียน
17. Visualization skills	การพัฒนาทักษะในการจินตนาการ มองเห็นภาพในมิติต่างๆ ที่แปลกใหม่กว่าเดิม ซึ่งอาจให้แสดงความคิดจากมุมมองที่แปลกใหม่

มิติที่ 3 เป็นมิติด้านพฤติกรรมของผู้เรียน (learner behavior) Williams ได้อธิบายพฤติกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการฝึกด้วยกลวิธีการสอนของครูในการเรียนเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ผู้เรียนจะแสดงความคิดสร้างสรรค์ใน 2 ด้าน คือ

1. ด้านลักษณะการคิด (cognitive)
 - 1.1 Fluent thinking (ความคิดคล่อง)
 - 1.2 Flexible thinking (ความคิดยืดหยุ่น)
 - 1.3 Originality (ความคิดริเริ่ม)
 - 1.4 Elaboration (ความคิดละเอียดลออ)

2. ด้านความรู้สึกทางอารมณ์ (affective)

2.1 Curiosity (willingness) คือ ความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น

2.2 Risk taking (courage) คือ ความกล้าเสี่ยง กล้าที่จะทดลองทำสิ่งที่

แปลกจากเดิม

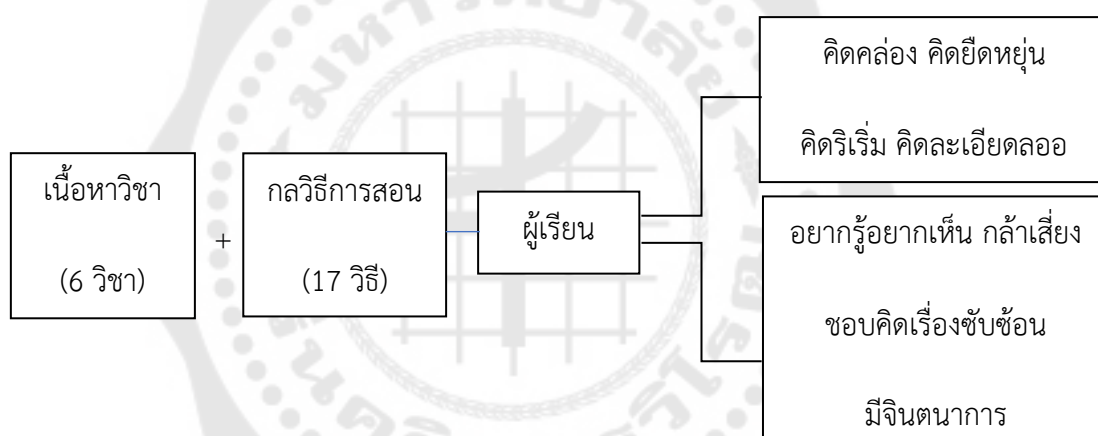
2.3 Complexity (challenge) คือ ความต้องการสิ่งท้าทายที่กระตุ้นท้าทายความคิด

และความสามารถ

2.4 Imagination (intuition) คือ ความคิดจินตนาการ ที่จะคิดค้นสิ่งที่ยังไม่มี

มาก่อน

ภาพประกอบ 2 แนวคิดการสอนความคิดสร้างสรรค์ ของ Williams



ถ้าครูฝึกนักเรียนตามแนวการสอนความคิดสร้างสรรค์ของ Williams จนผู้เรียนมี คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม คิดละเอียดลออ ประกอบกับมีคุณสมบัติอยากรู้อยากเห็น กล้าเสี่ยง ชอบคิดเรื่องซับซ้อน และมีจินตนาการ ครูควรให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้แนวคิดของ ศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ อย่างต่อเนื่อง เพราะผู้เรียนมีความพร้อมที่จะทำกิจกรรมได้ทุกขั้นตอน

Sheffield และ Cruikshank (วรรณารถ อยู่สุข, 2555, p. 60-61; อ้างอิงมาจาก Sheffield & Cruikshank. 2000: 5-6) เสนอลักษณะของงานที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งควรมีลักษณะดังนี้

1. ควรใช้คำถามให้นักเรียนได้คิด ไม่ใช่คำถามที่ให้นักเรียนเดาสิ่งที่ครูคิด หรือเดาคำตอบให้ตรงใจครู

2. งานที่นักเรียนทำได้โดยใช้ความรู้พื้นฐานที่เคยเรียนมาก่อน แล้วจึงค้นพบหลักการและมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยเรียนมาก่อน

3. งานที่นักเรียนได้สำรวจดูผลสะท้อน ขยายความคิดและความสนใจไปสู่ความสัมพันธ์ของเนื้อหาใหม่ ๆ

4. งานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในหลากหลายระดับ และหลากหลายวิธี โดยพยายามใช้คำถามเป็นหลัก แล้วนักเรียนทุกคนจะประสบความสำเร็จในระดับใดระดับหนึ่ง โดยที่ยังคงรักษาเกณฑ์ระดับที่สูงไว้สำหรับท้าทายนักเรียนที่มีความพร้อมและความกระตือรือร้นที่จะก้าวหน้า หลักสำคัญ คือ ปัญหานั้นอาจมีหลายส่วน การเริ่มต้นโดยใช้คำถามที่สัมพันธ์กันง่าย ๆ ซึ่งนักเรียนทุกคนตอบได้ แล้วจึงสร้างคำถามที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เพื่อท้าทายให้นักเรียนใช้ทักษะทั้งหมดที่มีอยู่

5. ให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการตอบคำถาม การให้เหตุผล การสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ตลอดจนเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริง

6. ให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เช่น เครื่องคำนวณ คอมพิวเตอร์ ให้เหมาะสมกับการวัดทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์

7. ควรให้เวลาสำหรับการหาผลลัพธ์ของนักเรียนแต่ละคน และการแก้ปัญหาควรให้เวลาอย่างเพียงพอสำหรับการสำรวจเป็นกลุ่ม และเพียงพอสำหรับการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา นั้น ๆ

8. ควรให้งานที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำงาน

9. ใช้คำถามที่เปิดกว้าง โดยให้มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ หรือมีวิธีคิดหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี

10. ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่แรกเริ่มถามคำถาม จนถึง การตอบปัญหาในปัญหาหนึ่ง ๆ ควรเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหาอื่น ๆ ครูควรลองตั้งปัญหาต่าง ๆ กับเพื่อนครูก่อนที่จะใช้กับนักเรียน เพื่อให้ครูได้เห็นวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี หลายรูปแบบ หลักการทั่วไป ต่าง ๆ และความสัมพันธ์ ของปัญหาที่นักเรียนจะสามารถหาได้ด้วยตนเอง

จากแนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้กล่าวมา สรุปได้ ว่า ในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เป็นการส่งเสริมความอิสระในการคิด และความอิสระในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี คือ ส่งเสริมสนับสนุน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม กระตุ้นด้วยคำถามให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการแสดงความคิดเห็น คำถาม

คำตอบที่แปลกใหม่ จัดบรรยากาศการสอนที่เป็นกันเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเอง กล้าแสดงออกทั้งความคิดและกระทำ รวมทั้งควรคำนึงถึงความแตกต่างในแต่ ละบุคคล ยอมรับความสามารถและเชื่อมั่นในตัวผู้เรียน พร้อมทั้งให้การเสริมแรงกับผู้เรียนโดยยก ย่องและชมเชยอย่างเหมาะสม

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล เป็นเครื่องมือ ที่สำคัญในการปลูกฝังอบรมให้ผู้เรียนมีความละเอียด รอบคอบ ช่างสังเกต และมีความคิด สร้างสรรค์ และเนื่องจากความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่นำมาซึ่งความคิดที่แปลกใหม่ เพื่อ ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงได้มีนักวิชาการได้ให้ความสำคัญและสนใจศึกษาในเรื่องนี้ โดย กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard, 1971, p. 157) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ เป็นการสร้างหรือการจัดการในระบบของความคิดใหม่ ๆ จากสถานการณ์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ แตกต่าง และผลผลิตรูปแบบใหม่

รอย (Roy. S., 1982, p. 143-147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดที่มีความซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการสรุปความซึ่งเป็นหลักการทั่วไป ความสามารถในการ ตีความของคำตอบ และความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

Laycock (Mehdi Nadjafikhaha et al., 2012, p. 286; อ้างอิงจาก Laycock. 1970) ได้อธิบายความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ที่กำหนด ด้วยวิธีและมุมมองที่แตกต่างกัน ความสามารถดูรูปแบบความแตกต่างและความ คล้ายคลึงกันสร้างความคิดที่หลากหลายและเลือกวิธีที่เหมาะสม ที่จะจัดการกับสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย

แอนนา (Anna Craft, 1999, p. 79) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ เป็นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้จากการกระตุ้น โดยใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์จุดประสงค์ในการปฏิบัติที่เหมาะสม การชี้แจงในข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วย ตัวอย่าง จะสามารถทำให้ได้ก็มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ไคแซง (Kissane, 1988, October, p. 520 – 528) กล่าวว่า ความสามารถในการ คิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหา
2. การยกตัวอย่าง
3. ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง
4. การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า
5. การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต
6. การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ
7. กำหนดลำดับขั้นตอนการคิด
8. การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มาสนับสนุน
9. การสรุปอ้างอิงได้โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน
10. การสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจ

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533, p. 182-185) กล่าวว่า เกณฑ์การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถจำนวน 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
4. ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ และวิธีการคิด
6. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อไปใช้ในกรณีทั่วไป
7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ (2555b, p. 81) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้น ๆ เพียงเล็กน้อยไปจนถึงความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก บางครั้งมากจนไร้ขอบเขตจำกัด คนอื่นคิดไปไม่ถึงจนมองดูเหมือน

เป็นการพ้องผัน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในทางคณิตศาสตร์ มักเป็นความคิดที่แปลกใหม่ในการสามารถในการแก้ปัญหาหรือทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

จากความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา การใช้จินตนาการและการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ การคิดในหลายแง่มุมหลายทิศทาง โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ หรือผลผลิตที่แปลกใหม่

2.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ (2555a, p. 114-122) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสม กิลฟอร์ด (Guilford) ซึ่งทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการมีเหตุผล การแก้ปัญหา และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 4 ประการ มีดังนี้

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี การคิดให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธีเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นเอาคำตอบของปัญหาออกมา ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างคำตอบที่แปลกและเจียบคมมากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า

2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือก นำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป จึงนับได้ว่าทั้งความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในความคิดคล่องที่มีความคิดที่ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกัน ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นยังต้องจัดหมวดหมู่ของคำตอบให้มีความแตกต่างกันออกไปและไม่มีการซ้ำซ้อนกัน จากนั้นจึงนำเอาความคิดที่ได้มาทั้งหมดมาพิจารณาเปรียบเทียบกันว่า ความคิดใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด และให้ประโยชน์คุ้มค่าโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ได้เวลา การลงทุน ความยากง่าย

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดพื้น ๆ เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่แตกต่างจาก

ความคิดพื้น ๆ ที่มีอยู่เดิมและอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดมาก่อน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจะต้องมีความกล้าคิดนอกกรอบ กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน และบ่อยครั้งที่ต้องอาศัยความคิดจินตนาการในการประยุกต์ กล่าวคือ ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย ดังเช่นนักคณิตศาสตร์ที่สร้างสรรค์ผลงานออกมาให้คนรุ่นต่อ ๆ มาได้ศึกษา เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ เช่น วิชาแคลคูลัส ทฤษฎีเกม และการวิจัยดำเนินการซึ่งเป็นวิทยาการที่มีประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ ทำให้เกิดการพัฒนาและสร้างความเจริญให้แก่โลกสืบต่อ ๆ มา สำหรับความคิดริเริ่มที่ดี ความคิดจินตนาการและความพยายามที่จะสร้างผลงานควรเป็นสิ่งคู่กัน

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่มีรายละเอียดอย่างลุ่มลึกหลายแง่มุมของแต่ละคำตอบของปัญหาจนกระทั่งสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานขึ้นมาได้สำเร็จ ความคิดละเอียดลออเป็นส่วนเสริมให้องค์ประกอบสำคัญ 3 ข้อข้างต้นมีความสมบูรณ์ นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิภาพ

เบิร์นส์ (Burns, 1995, p. 25-39) กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วโดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่า จากสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มีคำตอบใดผิด ดังนั้นจึงยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดความคิดที่ต้องการแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกร่วมกันทั้งชั้นหรือจัดกลุ่มก็ได้

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มาก แตกต่างหลายทิศทางหรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคิดคล่องและต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดร่วมกันทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มก็ได้

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิดแล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทางคณิตศาสตร์

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของความคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ ให้ละเอียดและน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูเริ่มต้นด้วยการคิดตั้งหัวข้อสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนเสนอรายละเอียดให้ได้มากที่สุด

บอลกา (Don Stephen Balka, 1974, p. 98-A) พบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการคิดตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดแบบรูปต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาและประเมินสภาพปัญหาตลอดจนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปและสามารถเติมสิ่งที่หายไปนั้นจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน จากแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน และตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น และองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม จากนั้นนำผลคะแนนมาวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ประกอบด้วย ลักษณะความคิดใน 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบอนกนัย และการคิดแบบเอกนัย ซึ่งความสามารถในด้านการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นั้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัย
ดังนี้

ตาราง 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จาก
งานวิจัย

ปีที่ตีพิมพ์	ชื่อผู้วิจัย	องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์				
		Fluency	Flexibility	Originality	Elaboration	Usefulness
2517	Balka	✓	✓	✓	-	-
2548	Eric Louis Mann	✓	✓	✓	-	-
2555	Pooja Walia	✓	✓	✓	-	-
2557	Helena Wessels	✓	✓	✓	-	✓
2559	Akgul. S., & Kahveci, N. G.	✓	✓	✓	-	-
2558	ละมัย แก้วสวรรค์	✓	✓	✓	-	-

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ข้างต้น ทำให้ได้แนวคิดสำหรับการแบ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้
ในการวิจัยครั้งนี้ โดยแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิด
ริเริ่ม

2.3 การวัดทักษะในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของสมองที่มีอยู่ในตัวทุกคน มนุษย์ทุกคน
ล้วนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไม่ว่ามากหรือน้อย โดยการประเมินความสามารถในการคิด
สร้างสรรค์ของนักเรียน ทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออก การตรวจ
จากรายงานหรือโครงงาน แต่วิธีที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดคือการใช้แบบทดสอบ นักวิจัยเกือบทั้งหมด
ที่ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นิยมใช้นิยามความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการคิด
แบบอบเนกนัย (Divergent thinking) ผู้เสนอแนวทางการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ดังต่อไปนี้

บาลก้า (Don Stephen Balka, 1974, p. 634) เป็นผู้ริเริ่มเกณฑ์ในการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นความคิดแบบเอกนัย (convergent thinking) ที่แสดงลักษณะโดยการกำหนดแบบรูปต่าง ๆ และการแสดงพฤติกรรมที่แตกออกจากความเชื่อดั้งเดิม และความคิดแบบอนกนัย (divergent thinking) ที่นิยามโดยการกำหนดสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์ที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ตระหนักว่าสิ่งใดที่หายไปจากปัญหาและแตกปัญหาทั่ว ๆ ไปเป็นปัญหารองมาที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นจากเกณฑ์ของบาลก้า การที่แสดงพฤติกรรมที่แตกต่างไปจากแนวคิดหรือความเชื่อเดิม ๆ นั้น มีลักษณะเป็นความพยายามของบุคคลเพื่อเข้าใจความคิดสร้างสรรค์ของนักคณิตศาสตร์ ขณะที่เฮลล็อก (Haylock, 1997, p. 68-74) กล่าวว่า การแสดงพฤติกรรมที่พยายามให้หลุดออกจากแนวคิดแบบเดิม ๆ มีความจำเป็นต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเหมือนกับบาลก้าที่มุ่งไปที่การทำลายความเชื่อแบบดั้งเดิมที่จำกัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในช่วงแรกเฮลล็อก (Haylock, 1985, p. 547-553) ได้อธิบายว่า ความแตกต่างระหว่างความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ในการประยุกต์กลวิธีการเรียนรู้ นักเรียนสามารถประยุกต์กลวิธีที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบแต่ไม่เคยเปลี่ยนกลยุทธ์ของการคิดสร้างสรรค์ ไม่เคยสำรวจขอบเขตอื่นภายนอกที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องมีความสามารถในการสร้างสรรค์และให้รางวัลนักเรียนที่ขยายความคิดออกไปได้

บาลกา (Donald S. Balka, 1974, p. 98) ได้สร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษา และครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งพบว่าเกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 6 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดเกี่ยวกับแบบรูปจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาและประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

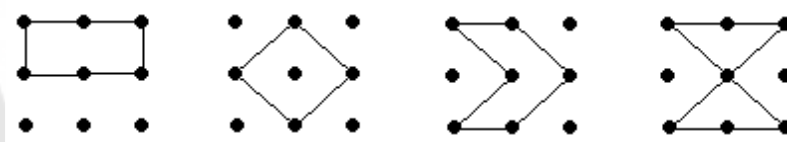
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปและสามารถเติมสิ่งที่หายไปนั้น จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

เฮลล็อก ค (Haylock, 1987, p. 59-74) Derek Haylock เป็น นัก การ ศี ก ษ า คณิตศาสตร์ ที่มองความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบที่แตกต่าง โดยได้เสนอกรอบแนวคิดแบบใหม่ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางการประเมินความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์ โดย ประเมินการคิดแบบอเนกนัยสามด้าน คือ การแก้ปัญหา การตั้งคำถาม และการจัดกลุ่มใหม่ โดยมี รายละเอียดดังนี้

1. การแก้ปัญหา หมายถึง การหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์มา ให้ได้มากที่สุด ตัวอย่างคำถาม

- $(p+q)(r+s) = 36$ จงหาว่า p, q, r และ s แทนจำนวนใดได้บ้าง
- จงลากเส้นตรงเชื่อมต่อจุดเพื่อให้เกิดรูปปิดที่มีพื้นที่ 2 ตารางหน่วยให้ได้มากที่สุด



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการลากเส้นตรงเชื่อมต่อจุดเพื่อให้เกิดรูปปิด

2. การตั้งคำถาม หมายถึง การตั้งคำถามต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนดให้ ได้มากที่สุด ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาจอยู่ในรูปประโยคภาษา ตาราง แผนภูมิภาพ หรือจำนวน

เช่น ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาจากสมการ $x + (x + 2) + (x + 4) = 80$

3. การจัดกลุ่มใหม่ หมายถึง การคิดหรือกำหนดเกณฑ์ที่แตกต่างกันขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการแบ่งกลุ่มเช่น จงบอกเหตุผลต่าง ๆ ที่จะจัดให้ 16 และ 36 อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2535, p. 48-50) กล่าวเกี่ยวกับแนวทางการ สร้างแบบทดสอบว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อาศัยหลักการเดียวกันกับการ สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือศิลปะ กล่าวคือ การประเมิน

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกระทำโดยให้นักเรียนคิดหาคำตอบให้มากที่สุด ตัวอย่างของแบบวัดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ มีลักษณะดังนี้

- แบบให้ตั้งคำถาม เช่น การอ่านสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ เช่น แดงอายุ 10 ปี ดำอายุ 8 ปี สุธาอายุ 3 ปี แล้วสร้างคำถามให้ได้มากที่สุด
- แบบแบ่งครึ่งรูป โดยการลากเส้นแบ่งรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็นสองส่วนเท่ากัน ในลักษณะที่แตกต่างกันหลาย ๆ แบบ ให้ได้มากที่สุด
- แบบให้เติมตัวเลข เช่น การเติมเลข 0 ถึงเลข 10 ลงใน (เช่น + - = 2) โดยผลลัพธ์จะต้องเท่ากับจำนวนที่กำหนดให้ คิดให้มากที่สุด
- แบบสร้างรูปเรขาคณิต เช่น สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้ได้หลาย ๆ แบบที่สุดโดยใช้ไม้ขีด 24 ก้าน ให้ได้มากที่สุด
- แบบประกอบภาพ เช่น การใช้ชิ้นส่วนแทนแกรมมาประกอบเป็นภาพของบุคคลในลักษณะต่าง ๆ กันให้ได้มากที่สุด

จากแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้หลายด้าน ดังนี้

1. วัดความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. วัดความสามารถในการสร้างรูปแบบต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. วัดความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการคิดหลาย ๆ วิธี
4. วัดความสามารถในการพิจารณา และประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
5. วัดความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปและสามารถเติมสิ่งที่หายไปนั้น จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. วัดความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยได้

2.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จาร์ค ฮาดามาร์ต (เกษร ธรรมเกษร, 2546, p. 24-26; อ้างอิงมาจาก Jacques Hadamard. 1945: 165) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Creativity) และอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง (The Association Theory) ได้กล่าวว่า กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการกระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้จะเป็นการกระตุ้นในแนวทางทั่ว ๆ ไปในการแก้ปัญหา

2. ขั้นครุ่นคิด (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นการรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นตอนที่เกิดจุดวิกฤต (Critical Point) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (Conscious)

4. ขั้นตรวจสอบเสนอผลและการนำไปใช้ (Verification, Exposition, and Utilization of the Results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ซึ่งเกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (Conscious)

ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์นั้นขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤตขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ (2555b, p. 132-134) ได้อธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและมีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่าง โดยพงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน เป็นขั้นเริ่มต้นของกระบวนการคิด เป็นการกำหนดเป้าหมายของการคิดที่ชัดเจน ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 2 คิดหาคำตอบที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และหลากหลายแนวทาง

ขั้นที่ 3 คิดพิจารณา ไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ และสมเหตุสมผล เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์ มาช่วยในการคิดพิจารณา แล้ววิเคราะห์ความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 2 ว่า คำตอบใดจะเป็น

คำตอบที่เหมาะสม สมเหตุสมผลและดีที่สุด การคิดในขั้นตอนนี้เราเรียกว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นที่ 4 ตัดสินใจ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนตัดสินใจว่าจะเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางใดในการแก้ปัญหา ถ้าคำตอบหรือแนวทางที่เลือกไว้ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ นักเรียนก็อาจย้อนกลับไปดูคำตอบได้จากขั้นที่ 2 แล้วตัดสินใจเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้งก็ได้

จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

- ขั้นที่ 1 คิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน เป็นการกำหนดเป้าหมายของการคิดที่ชัดเจน
- ขั้นที่ 2 คิดหาคำตอบที่หลากหลาย เป็นการคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และหลากหลายแนวทาง
- ขั้นที่ 3 คิดพิจารณา ไตร่ตรอง วิเคราะห์ อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ และสมเหตุสมผล เป็นการนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์ มาช่วยในการคิดพิจารณาว่าคำตอบใดจะเป็นคำตอบที่เหมาะสม สมเหตุสมผลและดีที่สุด
- ขั้นที่ 4 ตัดสินใจ เป็นการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้คำตอบหรือแนวทางใดในการแก้ปัญหา

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities

3.1 ความหมายและแนวคิดของ Model-Eliciting Activities

Eric Hamilton และคณะ (Eric & Chan Chun Ming, 2008) กล่าวว่า MEAs เป็นปัญหาที่เลียนแบบจากสภาพจริง หรือสถานการณ์ปัญหาที่เหมือนในโลกจริง โดยองค์ประกอบพื้นฐานเหล่านี้ คล้ายกับแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem based learning) และ case reasoning literature แต่ MEAs มีจุดกำเนิดที่ต่างกับแนวคิดทั้งสอง การใช้ทฤษฎีและการปฏิบัติของ MEA พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับนักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ต้องการสังเกตพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหา และการเติบโตของการรู้คิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การแก้ไขปัญหารวมถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการ ของแบบจำลองในหลักการพื้นฐานของการแก้ปัญหา เพื่อศึกษาสาเหตุที่นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการนั้น ๆ มากกว่าความสนใจในตัววิธีการหรือโครงสร้างของปัญหา จึงกล่าวได้ว่า Model-Eliciting Activities (MEAs) คือกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้าง โมเดลในการแก้ปัญหาที่

เกี่ยวกับชีวิตจริง โดยจัดให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ ประดิษฐ์ และจัดการโมเดล อีก ทั้งยังมีการอธิบาย การกล่าวแย้ง การประเมิน และการปรับปรุงแก้ไขโมเดล โดยยึดหลักการสำคัญในการออกแบบ MEAs 6 ประการ

3.2 แนวทางในการออกแบบ Model-Eliciting Activities

Lesh (Lesh et al., 2000) กล่าวว่า แนวทางในการออกแบบและผลิต MEAs ประกอบด้วย 6 หลักการสำคัญคือ

1) หลักการสร้างโมเดล (Model-construction principle) เป็นหลักการที่ทำให้โมเดลที่นักเรียนสร้างจะต้องพิจารณาถึง องค์ประกอบสำคัญของโมเดล

2) หลักการเป็นความจริง (Reality principle) เป็นหลักการที่กำหนดให้ปัญหาที่อยู่ในกิจกรรมจะต้องเป็นปัญหาที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กับนักเรียน และมีรากฐานอยู่บนข้อมูลจริง ซึ่งบริบทของสถานการณ์ปัญหานี้สามารถเกิดในชีวิตจริงได้

3) หลักการประเมินตนเอง (Self-assessment principle) เป็นหลักการที่ต้องการให้นักเรียนมีหลายโอกาสที่จะได้นำเสนอโมเดลของตนเองหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นได้

4) หลักการจัดการเอกสาร (Model-documentation principle) หลักการข้อนี้คือนักเรียนจะต้องแสดงออกถึงกระบวนการคิดของกระบวนการแก้ปัญหาหรือโมเดลที่สร้างขึ้นออกมาในการเขียนแสดงแนวคิดของตนเองขณะทำกิจกรรม รูปแบบเอกสาร แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ สมมติฐาน เป้าหมาย และวิธีการแก้ปัญหา

5) หลักการปรับเปลี่ยนและนำกลับมาใช้ใหม่ (Shared-ability and Reusability principle) วิธีการแก้ปัญหาหรือโมเดลที่สร้างขึ้นควรอยู่ในรูปทั่วไป หรือง่ายต่อการ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียง

6) หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) เป็นหลักการที่กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ต้องไม่ยากเกินที่นักเรียนจะเข้าใจ และต้องสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาอื่นได้

3.3 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities

Lesh and English (R. Lesh & English, 2005) อธิบายว่า Model-Eliciting Activities มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. บทความ (Newspaper Article) นักเรียนอ่านบทความเพื่อทำความเข้าใจปัญหา บริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. คำถามเพื่อเตรียมความพร้อม (Readiness Questions) นักเรียนตอบคำถามต่าง ๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาในบทความเพื่อให้เกิดความเข้าใจบริบทต่าง ๆ

3. ข้อมูลของปัญหา (Problem Statement) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลของปัญหา และหาวิธีการในการแก้ปัญหา

4. กระบวนการในการแลกเปลี่ยนแนวคิด (Process of Sharing) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียน วิธีการในการแก้ปัญหากลุ่มตนเอง และนำเสนอต่อชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นหรือคนอื่นได้ ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อาจแตกต่างกัน และได้มีโอกาส พิจารณาวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

3.4 รูปแบบการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน

วิฟาร์ เลิศสมิตพร (2558, p. 19-20) ได้นำแนวคิดของ Model-Eliciting Activities ไปใช้ในชั้นเรียน โดยจัดเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) อ่านบทความ และตอบคำถามเพื่อเตรียมความพร้อม ในขั้นแรกนี้ นักเรียนจะได้อ่านทำ ความเข้าใจบทความ หรือเรื่องราวที่สร้างขึ้นโดยอิงจากเรื่องจริง แล้วตอบคำถาม ที่ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับบทความ และเริ่มใช้ความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

2) จัดการสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วอ่านคำชี้แจงปัญหาพร้อมข้อมูลสำคัญประกอบ โดยสถานการณ์ปัญหาจะระบุถึงสิ่งที่นักเรียนต้องพิจารณาคือ องค์ประกอบสำคัญของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึงแบบรูปและกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์และการดำเนินการ ซึ่งครูจะให้นักเรียนปรึกษาและร่วมกันคิดวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม และคอยช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถาม แล้วให้นักเรียนคิดหาตอบในทิศทางของพวกเขาเอง โดยหลีกเลี่ยงการถามหรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำนักเรียนไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจง พร้อมทั้งสังเกต ศึกษาถึงวิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหา เพื่อใช้ถามในระหว่างการนำเสนอ และใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

3) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยขั้นนี้นักเรียนจะเขียนวิธีการแก้ปัญหา แล้วออกไปนำเสนอวิธีการหน้าชั้นเรียน หลังจากนำเสนอเสร็จนักเรียนทุกคนจะร่วมกัน อภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน มโนทัศน์คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลของวิธีการที่ตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์มากที่สุด และครูจะถามคำถามให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ว่าง่ายต่อการให้ผู้อื่นนำไปใช้ได้หรือไม่ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายกันได้หรือไม่

4) การประเมินผล เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จ ครูจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหา ของกลุ่มเพื่อน ว่าเหมาะสมกับ และตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมเหตุผล จากนั้น จึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย แล้วให้นักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มตนเอง จากนั้นนักเรียนจะได้ประเมินความรู้และทักษะ กระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา

จากการศึกษาผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ Model-Eliciting Activities สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้ดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหา หมายถึง การวิเคราะห์ และระบุปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
2. การจัดการสถานการณ์ปัญหา หมายถึง การวางแผน และร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
3. การคิดพิจารณาเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา หมายถึง การพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และต้องมีความสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้กับวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
4. การนำเสนอวิธีแก้ปัญหา หมายถึง การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
5. การประเมินตนเอง หมายถึง การประเมินผลการทำกิจกรรมและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหของตนเองให้ผู้อื่นได้เข้าใจ

3.5 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities

Chamberlin et al. (2005, p. 40-41) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญ ของ Model-Eliciting Activities ไว้ 5 ประการ สรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) Interdisciplinary Nature คือลักษณะการรวมสาขาวิชาตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ทำให้ นักเรียนสามารถผสมผสานความรู้จากต่างสาขาวิชามาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เนื้อหาพื้นฐานสำคัญของ MEAs คือคณิตศาสตร์ แต่ MEAs ไม่อาจทำงานได้สมบูรณ์ถ้าขาดการอ่าน การเขียน การสื่อสาร การเขียนอธิบาย และความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศิลปะ ศาสตร์ หรือฟิสิกส์ เป็นต้น
- 2) Well-Structured Problems เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมีความสำคัญในการสร้างโครงสร้างทางความรู้ (knowledge construction) ซึ่ง

เป็นกระบวนการภายในทางปัญญาที่ถูกทำให้สมบูรณ์โดยนักเรียนการใช้กระบวนการกลุ่มช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่หลากหลายของสมาชิกในกลุ่มในการในการแก้ปัญหา

3) Realistic Problems คือการเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของนักเรียน ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจได้ดีกว่าปัญหาที่ไม่มีบริบทใด ๆ เกี่ยวข้อง โดยภาระงานที่ให้แก้ไขปัญหานั้นที่แสดงออกมาเหมือนเป็นจริง แต่ไม่ใช่เรื่องจริง ดังนั้นผู้ที่ออกแบบสร้าง MEAs ขึ้นมาได้ต้องใช้เวลามากเพื่อให้แน่ใจว่าบริบทของปัญหานั้นเป็นเรื่องจริง โดยการนำไปทดสอบภายใต้เงื่อนไขของการใช้งานจริงกับนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างไม่เป็นทางการก่อนนำมาใช้จริง

4) Metacognitive Coaching คือการฝึกการรู้คิด เพื่อที่จะทำให้ MEAs ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูจะต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนในรูปแบบของครูฝึกการรู้คิด ครูจะสอนนักเรียน โดยการตั้งคำถามมากกว่าตอบคำถาม เช่น เมื่อนักเรียนถามถึงวิธีการแก้ปัญหาว่าทำถูกต้องหรือไม่ ครูควรถามให้นักเรียนตรวจด้วยตัวเองอย่างมีเหตุผลตามหลักการประเมินตนเอง การเป็นครู ฝึกการรู้คิด ครูจะต้องตอบคำถามด้วยคำถามเพื่อชี้ทางให้นักเรียนเห็นถึงคำตอบที่ผิด และความหลากหลายของคำตอบที่ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามวิธีการที่ถูกต้องก็ไม่ใช่ว่าสำคัญของการฝึกการรู้คิด แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนได้กลับมาไตร่ตรองถึงวิธีการคิดของตนเอง

5) Explication of Student Thinking คือการอธิบายความคิดนักเรียนอย่างละเอียด กระบวนการของ MEAs จะเปิดโอกาสที่ดีให้กับครูในการตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากหลักการ ประเมินตนเอง และหลักการจัดการเอกสาร ซึ่งสามารถดึงข้อมูล กระบวนการทางความคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากได้รับข้อมูลตามสภาพจริงนี้แล้ว ครูสามารถนำไปออกแบบการเรียนการสอนต่อไปได้ MEAs จึงนับเป็นเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

4.1 ความหมายและส่วนประกอบของโปรแกรมพัฒนาการคิด

พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถาน (2555, p. 423-424) ได้ให้ความหมายของโปรแกรมการสอน คือ การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่เป็นชุดเปิดเสร็จโดยประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา สารสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล ซึ่งผู้สอนอาจพัฒนาขึ้นเอง หรือมีผู้พัฒนาขึ้น โดยได้รับการทดสอบแล้วว่ามีคุณภาพ

ปิยาภรณ์ พุ่มแก้ว (อรรควิช จารึกจารีต, 2557, p. 38-39; อ้างอิงจาก ปิยาภรณ์ พุ่มแก้ว, 2551) ได้แบ่งส่วนประกอบของโปรแกรมพัฒนาการคิด ออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

1. หลักการและเหตุผล
2. จุดมุ่งหมาย
3. ลักษณะของโปรแกรม
4. การจัดกิจกรรมการฝึกคิด

4.1 ชั้นการบริหารสมอง

4.2 ชั้นฝึกความสามารถในการคิด ประกอบด้วย การฝึกคิดเป็นรายบุคคล การฝึกคิดเป็นกลุ่มย่อย และการนำเสนอผลการคิด

5. การประเมินผล

ลิ้ม แบค และวอ ฟ (Limbach, Barbara, & Waugh, 2010, p. 2-7) อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการในการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง สำหรับนำไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมการสอน หรือโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาของผู้เรียน โดยกระบวนการในการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบวัตถุประสงค์การเรียนรู้

เป็นการพิจารณาถึงความสำคัญของรายวิชา การจัดวางโปรแกรม และบทบาทในการ ให้ความรู้พื้นฐาน ในขั้นตอนนี้ครูควรระบุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่สำคัญที่ผู้เรียนพึงมี เมื่อจบการเรียนรู้การสอน ซึ่งการจะทำให้การคิดระดับสูงเกิดขึ้นนั้นต้องกำหนดกิจกรรมและการประเมินผล ที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดระดับสูง

การเขียนวัตถุประสงค์ที่ดีควรรวมถึงการระบุพฤติกรรมที่เหมาะสมในการคิดแต่ละระดับ ซึ่งอาจใช้จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมในการวางแผนการจัดกิจกรรม โดยเริ่มจากการคิดในระดับต่ำ ไปจนถึงระดับสูง

ขั้นตอนที่ 2 การสอนผ่านการตั้งคำถาม

การตั้งคำถามเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนและการเรียนรู้ การตั้งคำถามควรเริ่มต้นจากสิ่งใกล้ตัวที่เป็นที่รู้จักของผู้เรียน และตามด้วยคำถามที่ครูต้องการจะขยาย ความคิดและความเข้าใจ ถึงแม้จะมีกลยุทธ์มากมายที่มีผลกระทบต่อความคิดของผู้เรียน แต่การตั้งคำถามของครูมีผลต่อความคิดของผู้เรียนมากที่สุด ดังนั้นครูจึงต้องวางแผนและพิจารณาวัตถุประสงค์ของคำถามแต่ละข้อว่าสามารถพัฒนาการคิดได้อย่างเหมาะสมกับแต่ละระดับหรือไม่ โดยเริ่มจากคำถามระดับความจำที่เป็นระดับต่ำสุดไปจนถึงคำถามระดับสูงตามลำดับ และผู้เรียน

ทุกคนจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์กับคำถามระดับสูงเพื่อให้เกิดความเคยชินต่อความคิดรวบยอด (Concept) ของการคิดระดับสูง

ขั้นตอนที่ 3 การปฏิบัติก่อนการประเมินผล

เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดอย่างกระตือรือร้นมากขึ้น ครูจำเป็นต้องเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ ให้โอกาสผู้เรียนในการโต้ตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดระดับที่สูงขึ้น โดยอาจใช้สถานการณ์การโต้แย้ง การแสดงความคิดเห็น และการวิพากษ์ เป็นต้น

การฝึกปฏิบัติเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสดังกล่าวได้ฝึกปฏิบัติ ทั้งด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนต้องถูกประเมิน ดังนั้นการเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัตินั้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

ขั้นตอนที่ 4 ทบทวน ปรับแต่งและปรับปรุง

ครูควรมุ่งมั่นอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงหลักสูตรและรายวิชา เพื่อให้แน่ใจว่าการเรียน การสอนเหล่านั้น สามารถพัฒนาการคิดระดับสูงให้กับผู้เรียนได้ นักเรียนจะกลายเป็นผู้รับผิดชอบ การเรียนรู้ของตนเอง โดยครูเป็นผู้ตรวจสอบกิจกรรมในชั้นเรียน สร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุน การพัฒนาการคิด ด้วยการสร้างความรู้สึกที่ดีในการมีส่วนร่วมกับการอภิปรายในชั้นเรียน และติดตามการมีส่วนร่วมของผู้เรียนรวมทั้งตรวจสอบผลตอบรับจากผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และไม่ได้เรียนรู้ ตลอดจนความต้องการต่าง ๆ ของผู้เรียนที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุง ซึ่งผลตอบรับจากผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญในการนำมาพัฒนาหลักสูตรและรายวิชา

ขั้นตอนที่ 5 การให้ข้อเสนอแนะและการประเมินผลการเรียนรู้

ครูต้องทำความเข้าใจกับผู้เรียนในเรื่องการประเมินผล ให้ผู้เรียนได้ทราบถึงการประเมิน และทำการประเมินโดยเปรียบเทียบการปฏิบัติของผู้เรียนกับเกณฑ์มาตรฐาน หลังจากนั้น ให้ผู้เรียนให้ข้อเสนอแนะ และครูควรให้ข้อเสนอแนะที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนด้วย

จากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า โปรแกรมการสอนการพัฒนาความคิด ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญที่มีความสอดคล้องกัน คือ วัตถุประสงค์ของการจัดทำโปรแกรม เนื้อหาของกิจกรรมที่ผู้สอนต้องการพัฒนา การปฏิบัติกิจกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนรู้และความคิด และการประเมินการเรียนรู้

4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ในการสร้างโปรแกรมพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างโปรแกรมพัฒนาพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ในทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยามาประกอบในส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรม สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

อย่างเหมาะสมตามหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ อันจะทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรม เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และมีศักยภาพทางพฤติกรรมด้านการคิด ซึ่งแนวคิดและกฎการเรียนรู้ ในทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยานำมาประยุกต์ใช้ได้แก่

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) ในทฤษฎีของ เอ็ดเวิร์ด ลี ธอร์นไดค์ (Edward Lee Thorndike's Connectionism Theory) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่ออินทรีย์มีความพร้อมทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจที่จะเรียน ความพร้อมเป็นสภาวะของบุคคลในการเรียนรู้ หรือการกระทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งอย่างบังเกิดผล ความพร้อมในตัวบุคคลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลมีวุฒิภาวะ มีความสนใจ และมีแรงจูงใจ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 เมื่ออินทรีย์มีความพร้อมที่จะกระทำการบางอย่าง การได้กระทำสิ่งนั้นย่อมจะทำให้อินทรีย์เกิดความพึงพอใจ อันจะนำไปสู่การเรียนรู้ได้

1.2 เมื่ออินทรีย์มีความพร้อมที่จะกระทำการบางอย่าง แต่ถูกยับยั้งไม่ให้กระทำ จะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ และทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ในสิ่งนั้น

1.3 เมื่ออินทรีย์ไม่พร้อมที่จะกระทำการบางอย่าง แต่ถูกบังคับให้กระทำ จะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ และทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ในสิ่งนั้น

ซึ่งการเริ่มต้นของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยจะเน้นเรื่องการเตรียมความพร้อมของผู้เข้าร่วมโปรแกรม ก่อนเริ่มกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรมทำกิจกรรมอย่างพึงพอใจ อันจะทำให้เกิดการเรียนรู้ ในกิจกรรมนั้น ๆ โดยนำแนวคิดนี้มากำหนดเป็น “ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม” โดยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตั้งคำถาม การเล่าเรื่อง การเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม เกมหรือบทบาทสมมติ เป็นต้น (พาสนา จุลรัตน์, 2548b, p. 140)

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ในทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ เอ็ดเวิร์ด ลี ธอร์นไดค์ (Edward Lee Thorndike's Connectionism Theory) กล่าวว่า เมื่ออินทรีย์เกิดการเรียนรู้แล้วควรได้รับการฝึกฝนหรือกระทำซ้ำ ๆ อยู่เสมอ เพื่อการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนองจะมั่นคงมากขึ้นด้วยการกระทำซ้ำบ่อย ๆ และจะอ่อนกำลังลงหากขาดการกระทำซ้ำ กฎข้อนี้มีประเด็นที่สำคัญ 2 ประการ คือ

2.1 กฎแห่งการใช้ (Law of Used) หมายความว่า เมื่อเกิดความเข้าใจหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมีการกระทำหรือนำสิ่งที่เรียนรู้นั้นไปใช้บ่อย ๆ จะทำให้การเรียนรู้มั่นคงทนถาวร

2.2 กฎแห่งการไม่ใช้ (Law of Disused) หมายความว่า เมื่อเกิดความเข้าใจหรือเกิดการเรียนรู้แล้ว ถ้าผู้เรียนไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ จะทำให้การเรียนรู้ไม่คงทนถาวร หรือใน

ที่สุดผู้เรียนก็จะเกิดการลืม และการเรียนรู้นั้นก็ค่อยๆ เลือนหายไปที่สุดในที่สุด (พาสนา จุลรัตน์, 2548b, p. 140-141)

ซึ่งในกิจกรรมของโปรแกรมพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะมีการฝึกหัดการคิดอยู่เสมอ เพื่อผู้เข้าร่วมโปรแกรมจะได้ใช้สิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วบ่อย ๆ อันจะทำให้การเรียนรู้ได้นานและคงทนถาวร

3. กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) ในทฤษฎีสัมพันธเชื่อมโยงของ เอ็ดเวิร์ด ลี ธอร์นไดค์ (Edwardv Lee Thorndike's Connectionism Theory) พบว่าเมื่อมีการแสดงพฤติกรรม การเรียนรู้แล้วหากได้รับผลที่พึงพอใจ อินทรีย์ย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไปอีก แต่ถ้ารับผลที่ไม่พึงพอใจอินทรีย์ก็ไม่อยากจะเรียนรู้หรือเกิดการเบื่อหน่ายต่อการเรียนรู้ได้ ดังนั้น ถ้าจะทำให้การเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองมีความมั่นคง จำเป็นต้องให้อินทรีย์ได้รับผลที่พึงพอใจ

4. ทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบการกระทำ ของเบอร์ริส เฟรดเดอริค สกินเนอร์ (Burrhus Frederic Skinner's Operant Conditioning or Instrumental Conditioning or Type R. Conditioning) โดย สกินเนอร์ (1938) ได้ให้ความหมายของการเสริมแรงทางบวกไว้ว่าเป็นการเพิ่มความถี่ของการเกิดพฤติกรรม อันเป็นผลมาจากผลกรรมที่ตามหลังพฤติกรรมนั้น ซึ่งผลกรรมนั้นเรียกว่าการเสริมแรงทางบวก ความหมายในลักษณะดังกล่าวนี้จะครอบคลุมเฉพาะพฤติกรรมที่เกิดการเรียนรู้ใหม่นั้น ซึ่งในแง่ของการนำไปประยุกต์ใช้นั้น พบว่า การเสริมแรงทางบวกยังทำหน้าที่ในการทำให้พฤติกรรมที่เรียนรู้แล้วเกิดขึ้นสม่ำเสมออีกด้วย การกำหนดความหมายของการเสริมแรงในลักษณะดังกล่าวข้างต้นนั้นก่อให้เกิดปัญหาประการหนึ่งคือ เราไม่มีทางรู้เลยว่าผลกรรมใดเป็นตัวเสริมแรงทางบวกจนกว่าจะเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการใช้ผลกรรมนั้นด้วยเหตุนี้ ในการที่จะเลือกสิ่งที่จะมาใช้เป็นตัวเสริมแรงต้องมีความรอบคอบเป็นพิเศษ โดยประเภทของตัวเสริมแรง เช่น ตัวเสริมแรงที่เป็นสิ่งของ เป็นตัวเสริมแรงที่กล่าวได้ว่ามีประสิทธิภาพกับเด็กมากที่สุด ตัวเสริมแรงทางสังคม แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือเป็นคำพูดและการแสดงออกท่าทาง เช่น การชมเชย การยกย่อง หรือการแตะตัวเป็นต้น ตัวเสริมแรงที่เป็นกิจกรรม หรือที่รู้จักกันในชื่อของ หลักการของฟรีแม็ค (Premack Principle) เช่น การดูทีวีอาจจะใช้เป็นตัวเสริมแรงการทำการบ้านของเด็กได้ ตัวเสริมแรงที่เป็นเบี้ยอรรถกร ซึ่งจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าสามารถนำไปแลกเปลี่ยนเป็นตัวเสริมแรงอื่น ๆ ได้มากกว่า 1 ตัวขึ้นไป มักอยู่ในรูปของเงิน เบี้ย แด้ม ดาว แสตมป์ หรือคุปอง เป็นต้น และตัวเสริมแรงภายใน เช่น ความพึงพอใจ ความสุข หรือความภาคภูมิใจ เป็นต้น (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต, 2553, p. 171-173)

นอกจากการเสริมแรงช่วยให้เกิดการเรียนรู้แล้ว สกินเนอร์ยังได้เสนอวิธีให้การเสริมแรงไว้ดังนี้

4.1 การให้แรงเสริมต่อเนื่องทุกครั้ง (continuous) ผลคือพฤติกรรมการเรียนรู้จะคงอยู่ชั่วระยะเวลาสั้น ๆ แล้วจะหายไปอย่างรวดเร็ว

4.2 การเสริมแรงตามเวลาตายตัว (fixed interval) เช่นให้ทุก 30 นาที ผลคือพฤติกรรมการเรียนรู้จะเกิดมากขึ้นในช่วงใกล้ถึงกำหนดเวลาให้แรงเสริม ต่อจากนั้นพฤติกรรมการเรียนรู้จะน้อยลง และกลับมากขึ้นอีกครั้งเมื่อใกล้ถึงเวลาให้แรงเสริมครั้งต่อไป

4.3 แบบกำหนดเวลาไม่ตายตัว (variable interval) คือไม่มีการกำหนดเวลาว่าจะให้ตัวเสริมแรงเมื่อใด ผลคือพฤติกรรมตอบสนองมีความสม่ำเสมอและอัตราพฤติกรรมตอบสนองที่เกิดขึ้นไม่ลดลง แม้ในช่วงเวลาที่ยังไม่ได้รับตัวเสริมแรง

4.4 แบบกำหนดอัตราส่วนจำนวนครั้งที่ (fixed ratio) คือการกำหนดว่าเมื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้กี่ครั้งจึงจะได้รับการเสริมแรง 1 ครั้ง ผลคือยังกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้มากครั้ง ต่อการเสริมแรง 1 ครั้ง จะทำให้ผู้เรียนมีความพยายามทำผลงานให้เร็วขึ้นเพื่อจะได้รับการเสริมแรง

4.5 แบบกำหนดอัตราส่วนจำนวนครั้งไม่ตายตัว (variable ratio) คือไม่มีการกำหนดว่าต้องเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้กี่ครั้งจึงจะได้รับการเสริมแรง ผลคืออัตราการเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้จะมีความถี่สูงและสม่ำเสมอ (อัชรา เอิบสุขสิริ, 2557, p. 122-123)

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดนี้มาใช้เพื่อเพิ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วมโปรแกรมให้เกิดพฤติกรรมที่คงทนถาวรหรือเพิ่มขึ้น โดยผู้วิจัยเลือกใช้ตัวเสริมแรงทางบวก ประเภทตัวเสริมแรงทางสังคม โดยเป็นคำพูดและการแสดงออกท่าทาง เช่น การชมเชย การยกย่อง การยิ้ม หรือการแตะตัวเป็นต้น เนื่องจากเป็นตัวเสริมแรงตามธรรมชาติที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย

5. ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรูเนอร์ โดยเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลข่าวสารจากการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เชื่อว่าการรับรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่เลือกหรือสิ่งรับรู้ขึ้นกับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ โดยมีแนวคิดพื้นฐานคือ

5.1 การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง การเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลของปฏิสัมพันธ์ นอกจากจะเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนแล้ว ยังจะเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งแวดล้อมด้วย

5.2 ผู้เรียนแต่ละคนมีประสบการณ์และความรู้พื้นฐานแตกต่างกัน ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับประสบการณ์และเกิดมีความหมายใหม่

5.3 พัฒนาการทางด้านเชาวน์ปัญญาจะเห็นได้ชัดเจน โดยที่ผู้เรียนสามารถรับสิ่งเร้าที่ให้เลือกได้อย่างหลากหลายพร้อม ๆ กันได้

นอกจากนี้ บรูเนอร์ได้กล่าวว่า หลักในการจัดการเรียนการสอนของครู ควรเน้นความสำคัญของผู้เรียน โดยถือว่าผู้เรียนจะสามารถควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองได้ และเป็นผู้ที่จะริเริ่มลงมือกระทำ ฉะนั้นผู้ที่มีหน้าที่สอนหรืออบรม มีหน้าที่จัดสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้โดยการค้นพบ โดยให้ออกาสผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการสอนควรจะเริ่มจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยหรือประสบการณ์ที่ใกล้เคียงไปหาประสบการณ์ที่ไกลตัว เพื่อผู้เรียนจะได้มีความเข้าใจ ซึ่งในการจัดกิจกรรมเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้นั้น ผู้สอนจะต้องใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และข้อสำคัญจำต้องให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำหรือผู้แก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งการเรียนรู้โดยการค้นพบมีข้อดี คือ ผู้เรียนจะสามารถเพิ่มพลังทางสติปัญญาได้ดี เน้นรางวัลที่เกิดจากความภูมิใจในสัมฤทธิ์ผลในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะเรียนรู้จากการแก้ปัญหาด้วยการค้นพบและสามารถนำไปใช้ได้ และจะจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีและได้นาน (สรวงศ์ คุ้มตระกูล, 2559, p. 212-215)

6. แนวคิดของรองศาสตราจารย์ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ซึ่งเป็นบิดาของ Progressive Education ที่นิยมกันในประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี 1940-1960 ดิวอี้ กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำเอง (Learning by Doing) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ด้วยการค้นพบและการแก้ปัญหา วิธีการของดิวอี้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

6.1 มีประสบการณ์ด้วยตนเอง ว่าตนกำลังเผชิญกับปัญหาที่จะต้องแก้และมีความต้องการที่จะแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

6.2 พยายามหาทางที่จะทราบให้แน่นอนว่าปัญหาที่ตนกำลังเผชิญอยู่คืออะไร โดยการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและให้คำจำกัดความของปัญหา (Defining The Problem)

6.3 คิดตั้งสมมติฐาน หาทางแก้ปัญหา

6.4 พิสูจน์ว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นถูกหรือไม่ โดยการเก็บข้อมูล

6.5 สรุปผลและประเมินผลสรุป

โดยในการสอนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาจะต้องหาวิธีให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและสามารถให้คำจำกัดความของปัญหาได้เป็นครั้งแรก (สรวงศ์ คุ้มตระกูล, 2559, p. 347) จอห์น ดิวอี้

ได้นำเรื่อง “การปรับตัว” ให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมมาเป็นสาระสำคัญ หรือเป็นแกนแห่งการศึกษา โดยมนุษย์จะต้องเผชิญต่อความเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบตัวอยู่ทุกขณะ ดังนั้นการฝึกมนุษย์ให้สามารถแก้ปัญหาได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะจะช่วยให้เขาจัดปัญหาที่มาขัดขวางการดำเนินชีวิตได้ สำหรับ “ประสบการณ์” ตามความคิดของจอห์น ดิวอี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประสบการณ์ในระดับปฐมภูมิ (Primary experience) ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ยังไม่เป็นความรู้ หรือยังไม่ได้มีการคิด การไตร่ตรอง เป็นกระบวนการของการกระทำและความเปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์กับสภาพแวดล้อม และประสบการณ์ในระดับทุติยภูมิ (Secondary experience) เป็นประสบการณ์ประเภทที่เป็นความรู้ ซึ่งได้ผ่านกระบวนการคิด การไตร่ตรองมาแล้ว ตัวอย่างเนื้อหาของประสบการณ์ในระดับทุติยภูมิ เช่น เด็กน้อยเล่นซุกซน ทำให้ไปเหยียบถ่านไฟที่ร้อน ปรากฏว่าเท้าของเด็กถูกถ่านไฟลวก ซึ่งถือเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เป็นประสบการณ์ขั้นปฐมภูมิ และเมื่อเด็กเกิดการเรียนรู้ในผลที่เกิดจากการเหยียบถ่านไฟที่ร้อน ว่าจะทำให้เกิดความเจ็บปวด และไม่อยากเล่นบริเวณที่มีถ่านไฟร้อนอีก เป็นประสบการณ์ขั้นทุติยภูมิ ซึ่งประสบการณ์ที่เกิดจากการคิดไตร่ตรอง (Reflective thought ซึ่งเรียกว่าประสบการณ์การรู้ (Cognitive experience) การศึกษาตามแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ คือ ความเจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา และคุณธรรม การจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเน้นการปฏิบัติจริง การเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยปัจจุบันการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ในแบบ Learning by doing ผู้เรียนจะเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้ทดลองทำปฏิบัติ แสวงหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล พิจารณาหาข้อสรุป ค้นคว้าเพื่อหาวิธีการ กระบวนการด้วยตนเอง หรือการร่วมกันคิดเป็นกลุ่ม เน้นให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ตามหลักการของประชาธิปไตย ให้ผู้เรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ค้นคว้าหาข้อมูลความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีใช้เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดนิสัยการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองและมีความมั่นใจ

ผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีประสบการณ์ของจอห์น ดิวอี้ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานโดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย และสื่อที่เร้าความสนใจ

2. ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองมีความสนใจ เรียนรู้ตามความถนัดและ ศักยภาพ ด้วยการศึกษา ค้นคว้า และฝึกปฏิบัติ จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความ เชื่อมั่น เป็นผู้ที่ไม่รู้ ใฝ่เรียน

3. กิจกรรมกลุ่มช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยอันพึงประสงค์ จากกระบวนการ ทำงานกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนรู้จักการวางแผนการทำงาน มีความรับผิดชอบ เสียสละ เชื้อเพื่อเผื่อแผ่ มี วินัยในตนเอง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนรู้ช้า ได้รับกำลังใจและความ ช่วยเหลือจากเพื่อน ทำให้เกิดความมั่นใจ เรียนรู้อย่างมีความสุข สำหรับผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ดี ก็จะได้ แสดงออกถึงความสามารถของตนเอง

4. การเกิดกระบวนการคิดจากการทำกิจกรรมร่วมกัน และสามารถค้นหาคำตอบได้ ด้วยตนเอง

5. การจัดกิจกรรมมีการสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้รับสิ่งที่ ดีงามไว้ในตัวของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา

6. การจัดการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มุ่งเน้นให้ผู้เรียน แต่ละคนเรียนรู้เต็มตามศักยภาพของตน

7. ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข เกิดการพัฒนารอบด้าน มีอิสระที่จะ เลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเองจากการจัดการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (ประทุม อังกูรโรหิต, 2556, p. 120)

ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาของนักเรียนที่แก้ไม่ได้คือ "การไม่เข้าใจปัญหา" การจะช่วยให้ นักเรียน เข้าใจปัญหาทำได้โดย คือ การใช้รูปประกอบและการแยกปัญหาออกเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับ เป้าหมายของผลที่จะได้รับการแก้ปัญหา

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์และโปรแกรม Model-Eliciting Activities (MEA) มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและน่าสนใจ ดังนี้

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

รุจิอาภา รุจิยาพนนท์ (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่องกิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปี

ที่ 6 ที่เรียนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์คะแนนรวมตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ประทุมวัลย์ ทองมนต์ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นกิจกรรมที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นอย่างดี กล่าวคือ นักเรียนได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำงานเป็นกลุ่มมีการช่วยเหลือภายในกลุ่มสามารถปรึกษาวางแผนร่วมกัน และช่วยกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์และรู้จักรับผิดชอบงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้รับการพัฒนาขึ้น

วชิราภรณ์ กุดแถลง (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกมคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นริศรา หานอม (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อเสริมสร้าง สมรรถภาพทางกลไกและความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า รูปแบบโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางกลไกและความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 สมรรถภาพทางกลไกและความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่ม ทดลองทั้งสองกลุ่ม ดีกว่าก่อนการทดลองในทุกตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสมรรถภาพทางกลไกและความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งนภา นรมาตย์ (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เงิน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 72.59 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 73.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80.33 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เมริกา ตรรกวาทการ (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์มีระดับความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจ โดยรวมในการเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ในระดับมากที่สุด

ละมัย แก้วสุวรรณ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

วิพาร์ เลิศสมิตพร (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูง กว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model- Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities มี พัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

โอเวอร์ตัน (วรรณารถ อยู่สุข, 2555, p. 62; อ้างอิงจาก Overton.1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์การพัฒนาคณิตศาสตร์การคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 4 และ 6 จำนวน 82 คน แบ่ง

ออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 41 คน และวัดผลโดยใช้แบบฝึกทักษะการคิดแบบทดสอบสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Criterion Referent Test of Talent: CRT) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสแตนฟอร์ด (The Stanford Achievement: AST) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการคิด สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้น

เมห์ดี, นาจีส, ชาร์นิส (Mehdi Nadjafikhaha et al., 2012) ได้ศึกษานิยามและลักษณะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า หนึ่งในเป้าหมายของระบบการศึกษา ควรจะเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละบุคคล ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติของมนุษย์ทางจิตใจซึ่งช่วยพัฒนาและเพิ่มคุณค่า สามารถทำให้ดีขึ้นหรือแย่ลงได้ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์และหาลักษณะพิเศษของมัน โดยธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยการสอนบทเรียนร่วมสมัย การศึกษานี้พยายามที่จะเข้าใจความลึกซึ้งในธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์กับการศึกษาสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งไม่เพียงแต่สภาพแวดล้อมในโรงเรียนเท่านั้นแต่รวมถึงในวิทยาลัยด้วย

อีริค (Eric Louis Mann, 2005) ได้ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียน: ตัวชี้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยบทความนี้ชี้ให้เห็นความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการระบุศักยภาพของความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่ท้าทาย จากการศึกษาครั้งนี้มุ่งหาวิธีง่าย ๆ ในการหาตัวชี้วัดความสามารถในการความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์ และการวิเคราะห์นี้ได้สำรวจพบความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะคิดต่อคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เพศ และการรับรู้ของครู เกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์

แอเกิล (Akgul. S. & Kahveci, 2016) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาการพัฒนารวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าเครื่องวัดนี้เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 โดยอาศัยองค์ประกอบ ความคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของคำตอบ ดังนั้นมาตรวัดนี้สามารถนำมาใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านคณิตศาสตร์เพื่อจุดประสงค์ในการประยุกต์ใช้ในการประเมินและการแทรกแซง

ทางการศึกษาใหม่ ๆ รวมทั้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการกำหนดนักเรียนที่มีพรสวรรค์และมีความสามารถทางคณิตศาสตร์

พูจาร์ (Pooja Walia, 2012) ได้ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นักเรียน ผลของการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ Brunkalla (2009) ระบุว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นหากพวกเขาชอบคณิตศาสตร์และมีความรู้ลึกที่ดีเกี่ยวกับมัน และจากผลการวิจัยกิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในเชิงบวก พบได้จากงานวิจัย (Torrance 1962; Yamamoto, 1964; Asha, 1980; Cicirelli, 1965; นับ 1971; Murphy, 1973) พวกเขายังสนับสนุนความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างทั้งสอง การศึกษาในปัจจุบันพบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสำเร็จ การตีความผลคือความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จได้เพราะนักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดสร้างสรรค์และสามารถทำได้

ไอนาฟ (Einav Aizikovitsh-Udi., 2014) ได้ศึกษาเรื่องขอบเขตของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และสุนทรียศาสตร์ในการแก้ปัญหา ระหว่างนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโครงการเยาวชนที่มีพรสวรรค์ พบว่า การแก้ปัญหาเป็นวิธีสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และยังเป็นส่วนหนึ่งในการแสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และสุนทรียศาสตร์ที่ถูกทอดทิ้ง และขอบเขตของความรู้เดิมเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการจัดระเบียบข้อมูลและกำหนดข้อมูลใหม่ ๆ

เฮเลนา (Helena Margaretha Wessels, 2014) ได้ศึกษาเรื่องระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 พบว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหาถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จ วิธีการแบบดั้งเดิมในห้องเรียนไม่เอื้อต่อการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การศึกษาวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ และความสำเร็จของวิธีการสร้างแบบจำลอง Model-Eliciting Activities (MEA) เพื่อพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายและเตรียมผู้เรียนสำหรับการใช้ชีวิตประจำวัน ตลอดจนการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา และอาชีพในอนาคต กิจกรรมกระตุ้นแบบจำลอง (MEA) ไม่เพียงแต่จะพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ยังพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ร่วมด้วย

แชมเบอร์ลิน และมูน (Chamberlin et al., 2005) ได้ศึกษาเรื่องผลของการใช้ Model-Eliciting Activities เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และจำแนกนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพบว่าการใช้งานของโปรแกรม Model-Eliciting Activities (MEA) สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและประกอบกับเอกสารที่ให้นักเรียนเขียนวิธีการคิดในกิจกรรม ทำให้สามารถระบุนักเรียนที่มีพรสวรรค์ในการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งโปรแกรม Model-Eliciting Activities (MEA) เป็นรูปแบบหนึ่งของกิจกรรมที่กระตุ้นการคิด จากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำโปรแกรม Model-Eliciting Activities มาใช้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็น การศึกษาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การกำหนดแบบแผนและการดำเนินการทดลอง
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2562 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวน 350 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2562 โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมานำมาสุ่มอย่างง่าย เข้ากลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และ กลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. โปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.2 กำหนดเป้าหมายในการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม

1.3 ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีแนวทางการตรวจให้คะแนนดังต่อไปนี้

1.3.1 คะแนนความคิดคล่อง ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่จำกัด ให้คะแนนจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไข โดยให้คำตอบข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบซ้ำจะไม่ได้คะแนน

คะแนนความคล่องในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบ ถ้าตอบซ้ำจะไม่ได้คะแนนอีก โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

ไม่มีคำตอบถูกต้อง	คะแนนที่ได้ 0 คะแนน
คำตอบถูกต้อง 1-4 ข้อ	คะแนนที่ได้ 1 คะแนน
คำตอบถูกต้อง 5-8 ข้อ	คะแนนที่ได้ 2 คะแนน
คำตอบถูกต้องตั้งแต่ 9 ข้อขึ้นไป	คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

1.3.2 คะแนนความคิดยืดหยุ่น ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่ม และหลายแนวทาง โดยพิจารณาทิศทางของคำตอบและจัดกลุ่มคำตอบแล้วให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน

คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนกลุ่มคำตอบ ทิศทางของคำตอบ หรือคำตอบที่มีความหมายอย่างเดียวกัน โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

ไม่มีคำตอบถูกต้อง	คะแนนที่ได้ 0 คะแนน
คำตอบถูกต้อง 1 กลุ่ม	คะแนนที่ได้ 1 คะแนน
คำตอบถูกต้อง 2-3 กลุ่ม	คะแนนที่ได้ 2 คะแนน
คำตอบถูกต้องตั้งแต่ 4 กลุ่มขึ้นไป	คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

1.3.3 คะแนนความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากความแปลกใหม่แตกต่าง ไปจากความคิดของผู้อื่นที่ไม่ซ้ำกับคำตอบส่วนใหญ่ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 1 - 2 ของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบได้ จัดว่ามีความคิดริเริ่มมากที่สุด

คะแนนความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยพิจารณาจากคำตอบที่แปลกใหม่ไปจากคำตอบของผู้อื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ แล้วนำจำนวนคำตอบที่ซ้ำกัน มาคิดคะแนน ซึ่ง Cropley (1966, p. 261-262) มีเกณฑ์ ดังนี้

จำนวนคำตอบที่ซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6 – 11%	1
3 – 5%	2
1 – 2%	3

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่มจึงต้องใช้วิธีการนับความถี่ของคำตอบ แล้วจึงนำความถี่มาเทียบกับเกณฑ์ข้างต้น

1.4 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุมและสอดคล้องตามนิยามศัพท์เฉพาะ จากนั้นนำคำแนะนำที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective Congruence Index : IOC) และคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ คือ มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.60 ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 แปลผลได้ว่าแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์และสามารถนำไปใช้ได้ 6 ข้อ แล้วปรับปรุงภาษาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเพื่อนำไปหาคุณภาพของแบบวัด

1.6 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

1.7 ตรวจสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่นำไปทดลองในข้อ 1.6 แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตรานัยของโปรแกรม B – Index 700 แล้วพิจารณาเลือกข้อที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป คัดเลือกให้เหลือจำนวนข้อคำถามเกณฑ์ละ 2 ข้อ รวมเป็นจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 6 ข้อ โดยให้ครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากการทดสอบได้ค่าความยาก(P) อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ 0.70

ลักษณะของแบบวัด

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตรานัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งใช้เวลาข้อละ 8 นาที รวมใช้เวลาทั้งหมด 48 นาที ดังนี้

แบบวัดข้อที่ 1-2

วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง

แบบวัดข้อที่ 3-4

วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น

แบบวัดข้อที่ 5-6

วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม

เกณฑ์ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คะแนน 15 – 18	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก
คะแนน 10 – 14	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดี
คะแนน 5 – 9	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้
คะแนน 0 – 4	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ

ตัวอย่างข้อคำถาม

วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เมื่อแก้ปัญหาแล้ว ได้คำตอบเป็น 56 โดยให้ได้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากที่สุด (หน่วยอะไรก็ได้)

ตัวอย่างคำตอบ

สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยม มีด้านกว้าง 7 เมตร ยาว 8 เมตร สนามหญ้าจะมีพื้นที่กี่ตารางเมตร

โปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งกิจกรรม แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรม ในการสร้างโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะและโครงสร้างของโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. สร้างโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและโครงสร้างที่กำหนดไว้ โดยมีกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 14 ครั้ง
4. นำโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุมและสอดคล้องตามนิยามศัพท์เฉพาะ รวมทั้งความสอดคล้องตามโครงสร้างของโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC:/Index/of/Item/-Objective Congruence) และคัดเลือกกิจกรรมในโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการพิจารณาค่า IOC ที่คำนวณได้อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 โดยกิจกรรมในโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 14 กิจกรรม ผ่านการคัดเลือกทั้งหมด รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือควรมีข้อความที่ชัดเจน เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับช่วงวัยการเรียนรู้ ควรมีกิจกรรมที่นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ควรมีการวัดความรู้หรือมีการให้คะแนนใบงานที่มากกว่าแค่การสังเกต เพื่อให้แต่ละกิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสมบูรณ์และเหมาะสมยิ่งขึ้น
6. นำโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ของเนื้อหา วิธีการ และเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ
7. นำโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุง แก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้นก่อนและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่างโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตาราง 3 โครงสร้างโดยรวมของโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ครั้งที่	ชื่อกิจกรรม	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1	ปฐมนิเทศ	
2	สนุกคิดกับจำนวน	การพัฒนาด้านที่ 1
3	ตามหาตัวเลข	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4	โจทย์ปัญหาสนุกคิด	องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง
5	จัดสวนดอกไม้	
6	น้ำเจ้าปัญหา	การพัฒนาด้านที่ 2
7	สัตว์ปริศนา	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
8	จับจ่ายซื้อของ	องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น
9	เงินทองของมีค่า	
10	สร้างสรรค์จากไม้ขีด	การพัฒนาด้านที่ 3
11	โจทย์ปัญหาชวนคิด	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
12	สนุกกับลูกบาศก์	องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม
13	สนุกกับเจ็ดมหัศจรรย์	
14	ปัจฉิมนิเทศ	

ตาราง 4 โครงสร้างของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละครั้ง

ขั้นตอนของโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	การประยุกต์ใช้ ทฤษฎีการเรียนรู้
ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม กิจกรรมเตรียมความพร้อม	1. แสดงความสนใจ 2. กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	กฎของความพึงพอใจ ของธอร์นไค์
ขั้นดำเนินกิจกรรม 1) กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เลียนแบบจากสภาพจริงในชีวิตประจำวัน	1. สามารถเข้าใจและบอกเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้	ทฤษฎีการเรียนรู้ โดยการค้นพบของ บรูเนอร์
2) จัดการสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยการคิดหาคำตอบที่หลากหลาย	1. สามารถวิเคราะห์ ประเมิน อธิบาย ประดิษฐ์ และจัดการปัญหา 2. สามารถร่วมกันคิดวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม	วิธีการเรียนรู้ด้วยการ ลองถูกลองผิด ของธอร์นไค์
3) การแก้ไข ปรับปรุงความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. สามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ 2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และดีที่สุดได้	
4) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	1. สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนได้ 2. สามารถร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 3. สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้	การเสริมแรงทางบวก ของสกินเนอร์

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นตอนของ โปรแกรม Model-Eliciting Activitiesการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	การประยุกต์ใช้ ทฤษฎีการเรียนรู้
5) การประเมินตนเอง	1. สามารถประเมินผลงานของ ตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอกเหตุผลที่ต้องปรับปรุง ผลงาน	กฎของการฝึกฝน ของธอร์นไดค์
ขั้นสรุปกิจกรรม การประเมินผลงาน โดย แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ สมมติฐาน เป้าหมาย และวิธีการแก้ปัญหา	1. สามารถอธิบายวิธีการ แก้ปัญหาที่สัมฤทธิ์ผล 2. สามารถนำวิธีแก้ปัญหามา ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ คล้ายกันได้	กฎของความพึงพอใจ ของธอร์นไดค์

ตาราง 5 ตัวอย่างกิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

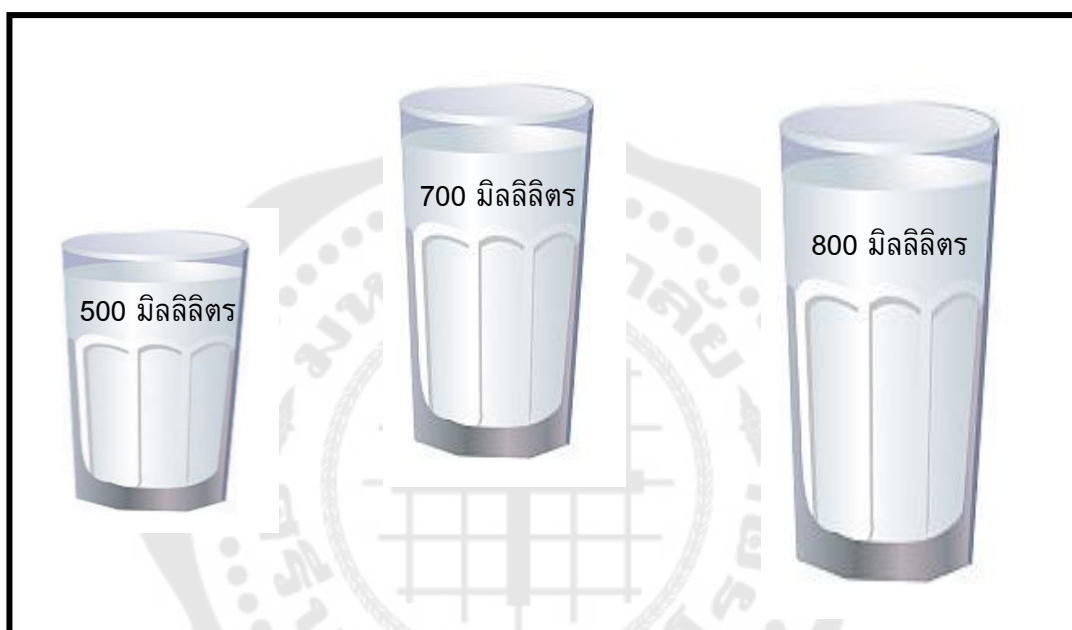
ครั้งที่	หัวข้อ	จุดมุ่งหมาย	วิธีดำเนินการ	อุปกรณ์
6	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น	1. เพื่อให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์โดยวิธีการคิดหลาย ๆ วิธี	ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม ให้นักเรียนทายปริศนาจากโจทย์ปัญหาการตวง ขั้นดำเนินกิจกรรม 1. ให้นักเรียนอ่านบทความเรื่อง "น้ำเจ้าปัญหา" พร้อมถามคำถามเพื่อทำความเข้าใจปัญหา คณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ 2. ให้นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน อย่างอิสระเพื่อทำกิจกรรม "น้ำเจ้าปัญหา" โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา คิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยครูคอยช่วยเหลือ ด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถาม แล้วให้นักเรียนคิดหาคำตอบหลาย ๆ วิธี 3. ให้นักเรียนร่วมกันแก้ไข ปรับปรุงความคิด คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา 4. นำเสนอผลงานหน้าชั้น - ขณะนำเสนอ ครูคอยกระตุ้น	1. แก้วน้ำ ขนาด 500 มิลลิลิตร 700 มิลลิลิตร และ 800 มิลลิลิตร 2. ใบกิจกรรม "น้ำเจ้าปัญหา" 4. เครื่องเขียน เช่น ปากกา 5. แบบสังเกตพฤติกรรม

ตาราง 5 (ต่อ)

ครั้งที่	หัวข้อ	จุดมุ่งหมาย	วิธีดำเนินการ	อุปกรณ์
6	การพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์ ทาง คณิตศาสตร์ องค์ประกอบ ด้านความคิด ยืดหยุ่น	1. เพื่อให้ ผู้เข้าร่วม โปรแกรมมี ความสามารถใน การแก้ปัญหา จากสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการคิด หลาย ๆ วิธี	นักเรียนให้ตั้งใจฟัง พิจารณาถึง วิธีการหาคำตอบ - ครูกล่าวชมเชยหรือให้แรงจูงใจ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การให้ รางวัล การให้คะแนนพิเศษ ทำให้ เด็กเกิดความสนใจ และพึงพอใจ ที่จะเรียนรู้ 5. ให้นักเรียนในกลุ่มประเมินผล งานของกลุ่มตนเอง จากสิ่งที่แก้ไข ปรับปรุง และบอกเหตุผล ขั้นสรุปกิจกรรม 1. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการ แก้ปัญหาที่สัมฤทธิ์ผล และนำไป ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ คล้ายกันได้ 2. ครูอภิปรายสรุปพร้อมนักเรียน ถึงขั้นตอนการคิดเพื่อให้ได้ คำตอบหลากหลายวิธีโดยใช้ ความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ซักถามถึงขั้นตอนที่ยังไม่ เข้าใจ	1. แก้วน้ำ ขนาด 500 มิลลิลิตร 700 มิลลิลิตร และ 800 มิลลิลิตร 2. ใบกิจกรรม "น้ำเจ้าปัญหา" 4. เครื่องเขียน เช่น ปากกา 5. แบบ สังเกต พฤติกรรม

ใบกิจกรรม น้ำเจ้าปัญหา

คำชี้แจง แม่ของหนูดีต้องการให้หนูดีตวงน้ำใส่ถังไม้ ให้ได้น้ำ 900 มิลลิลิตร แต่หนูดีไม่มีถังน้ำขนาด 900 มิลลิลิตร ซึ่งหนูดีมีเพียงแก้วน้ำ 3 ใบ โดยแก้วน้ำใบที่หนึ่งใส่น้ำได้ 500 มิลลิลิตร แก้วน้ำใบที่สองใส่น้ำได้ 700 มิลลิลิตร ลิตร และแก้วน้ำใบที่สามใส่น้ำได้ 800 มิลลิลิตร ดังรูป



คำถาม ถ้านักเรียนเป็นหนูดี นักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชวนคิด ถ้านักเรียนต้องการตวงน้ำใส่ในถังไม้ ให้ได้น้ำ 1,800 มิลลิลิตร จะมีวิธีการตวงน้ำอย่างไร

.....

การกำหนดแบบแผนและการดำเนินการทดลอง

1. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) แบบทดลองก่อนและหลัง (Pretest – Posttest Control Group Design)

ตาราง 6 รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) แบบทดลองก่อนและหลัง (Pretest – Posttest Control Group Design)

การกำหนดเข้ากลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
(R) E	T_1	X	T_2
(R) C	T_1	-	T_2

ที่มา: ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. หน้า 377.

ความหมายของสัญลักษณ์

(R) E	แทน กลุ่มทดลองที่ได้จากการสุ่ม
(R) C	แทน กลุ่มควบคุมที่ได้จากการสุ่ม
T_1	แทน สอบก่อนทดลองของกลุ่มทดลอง
T_1	แทน สอบก่อนทดลองของกลุ่มควบคุม
X	แทน การเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
-	แทน การไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
T_2	แทน สอบหลังทดลองของกลุ่มทดลอง
T_2	แทน สอบหลังทดลองของกลุ่มควบคุม

2. การดำเนินการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) แบบทดลองก่อนและหลัง (Pretest – Posttest Control Group Design) ซึ่งมี 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะก่อนการทดลอง

1.1 ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่กลุ่มตัวอย่างทำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 ผู้วิจัยเก็บคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ไว้เป็นคะแนนสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

2. ระยะทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองโดยให้กลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 14 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที เป็นเวลา 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

3. ระยะหลังการทดลอง

3.1 ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับที่ให้ทำก่อนการทดลอง และเก็บไว้เป็นคะแนนหลังการทดลอง (Posttest)

3.2 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้ทั้ง 2 ครั้งของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึง โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร เพื่อขอทำการวิจัย กับกลุ่มตัวอย่าง

2. เมื่อได้รับอนุญาตแล้ว ผู้วิจัยได้ติดต่อกับอาจารย์ที่ปรึกษาของนักเรียน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนเข้าร่วมการทดลองใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. หลังจากการทดลองใช้เครื่องมือแล้ว ผู้วิจัยได้ติดต่อกับอาจารย์ที่ปรึกษาของนักเรียน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและ ขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาตรวจวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการทางสถิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบผลต่างของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

2.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

2.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)

2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.2.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item – Objective Congruence)

2.2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty: P)

2.2.3 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Discrimination: r)

2.2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

การหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B – Index 700

2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง

เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียน กลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วม โปรแกรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้การทดสอบค่าทีแบบเป็นอิสระต่อกัน (t-test for independent Sample) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, p. 148) เพื่อทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง

2.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent Sample) (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, p. 176) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

2.4.2 เปรียบเทียบผลต่างของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับ นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การทดสอบ ค่าที่แบบเป็นอิสระต่อกัน (t-test for independent Sample) (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, p. 148) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน วิเคราะห์ค่าที่ (t-test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences; SPSS)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัย
ใช้กำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร
2. ผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการเปรียบเทียบความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ การทดสอบค่าทีแบบเป็นอิสระต่อกัน (t-test for independent Sample)
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน
 - 3.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง
เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียน
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน (Descriptive

Statistics) ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	การทดลอง	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
กลุ่มทดลอง	ก่อนการทดลอง	5.67	1.113	พอใช้
	หลังการทดลอง	11.93	2.374	ดี
กลุ่มควบคุม	ก่อนการทดลอง	5.60	1.056	พอใช้
	หลังการทดลอง	5.93	1.280	พอใช้

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองเท่ากับ 5.67 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.113 แสดงว่ามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้ ส่วนหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มนี้ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 11.93 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.374 แสดงว่ามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดี สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง เท่ากับ 5.60 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.056 แสดงว่ามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้ ส่วนหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มนี้ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 5.93 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.280 แสดงว่ามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้

2. ผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	P - value
กลุ่มทดลอง	15	5.67	1.113	.168	.868
กลุ่มควบคุม	15	5.60	1.056		

จากตาราง 8 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าก่อนการทดลองนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใกล้เคียงกัน

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.1 สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กลุ่มทดลอง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	P - value
หลังการทดลอง	15	11.93	2.374	12.725**	.000
ก่อนการทดลอง	15	5.67	1.113		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนก่อนและหลังที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์แยกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	การทดลอง	$\bar{X}$	$\bar{X}$	S.D.	t	P - value
Differences						
ความคิดคล่อง	ก่อนการทดลอง	2.33	2.27	0.617	9.934**	.000
	หลังการทดลอง	4.60		1.056		
ความคิดยืดหยุ่น	ก่อนการทดลอง	0.47	1.66	0.743	6.614**	.000
	หลังการทดลอง	2.13		0.834		
ความคิดริเริ่ม	ก่อนการทดลอง	2.87	2.33	0.834	8.635**	.000
	หลังการทดลอง	5.20		1.146		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนที่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละองค์ประกอบ ในระยะหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านความคิด ริเริ่ม มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.33 รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.27 และองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 1.66 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า โปรแกรม Model-Eliciting Activities (MEA) เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในทุกองค์ประกอบให้สูงขึ้นได้

3.2 สมมติฐานข้อที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของ นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของ นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับ นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	P - value
กลุ่มทดลอง	15	11.93	2.374	8.615**	.000
กลุ่มควบคุม	15	5.93	1.280		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ” ผู้วิจัยสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังเข้าโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2562 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวน 350 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2562 โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

นำมาสุ่มอย่างง่าย เข้ากลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน และ กลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถาม

1.2 ศึกษาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากำหนดเป็นนิยามศัพท์ และสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน จำนวน 9 ข้อ

1.3 นำข้อคำถามที่ปรับแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา และแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.4 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective Congruence Index : IOC) ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และสามารถนำไปใช้ได้จำนวน 6 ข้อ

1.5 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 40 คน ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับเท่ากับ 0.70

2. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างโปรแกรม ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities แนวคิดและทฤษฎีทางจิตวิทยาเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสมของโปรแกรม

2.2 กำหนดนิยามศัพท์และโครงสร้างของโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างโปรแกรมตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ โดยกำหนดขั้นตอนในการสร้างโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.4 นำโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective Congruence Index : IOC) ซึ่งโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

2.5 ผู้วิจัยนำโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ของเนื้อหา วิธีการ และเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ

2.6 วิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล ผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีคำแนะนำให้ปรับแก้และเพิ่มเติมในส่วนของใบความรู้ที่นำมาใช้ในโปรแกรม ควรมีข้อคำถามที่ชัดเจน เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับช่วงวัยการเรียนรู้ ควรมีกิจกรรมที่นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ควรมีการวัดความรู้หรือมีการให้คะแนนใบงานที่มากกว่าแค่การสังเกต และผู้วิจัยควรศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ แนวคิดต่าง ๆ อย่างละเอียด เพื่อนำมาปรับใช้และพัฒนาโปรแกรมให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงโรงเรียนโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร เพื่อขอทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2. เมื่อได้รับอนุญาตแล้ว ผู้วิจัยได้ติดต่อกับอาจารย์ที่ปรึกษาของนักเรียน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ของการวิจัยและขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนเข้าร่วมการทดลองใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. หลังจากการทดลองใช้เครื่องมือแล้ว ผู้วิจัยได้ติดต่อกับอาจารย์ที่ปรึกษาของนักเรียน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาตรวจวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC:/Index/of/Item/- Objective Congruence) ของโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

2.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับเท่ากับ 0.70

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้การทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent Sample)

3.2 เปรียบเทียบผลต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้การทดสอบค่าที่แบบเป็นอิสระต่อกัน (t-test for independent Sample)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นหลังเข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นหลังเข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นได้ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าว สอดคล้องกับผลการศึกษาของเฮเลนา (Helena Margaretha Wessels, 2014) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรม Model-Eliciting Activities เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมที่เหมาะสม ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีความแตกต่างจากวิธีการเรียนในห้องเรียนแบบเดิมที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เท่าที่ควร โดยโปรแกรม Model-Eliciting Activities เน้นการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมาย และเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการของการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ

1.1 โปรแกรมมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นปัญหาที่มีรากฐานจากข้อมูลของความเป็นจริง เพราะการเรียนคณิตศาสตร์ในบางครั้งนักเรียนมีความคิดว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว หากมีการจัดสถานการณ์ที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกับชีวิตจริง จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเชื่อมโยงความรู้ไปใช้จัดการสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น ส่งผลให้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Eric Hamilton และคณะ (Eric & Chan Chun Ming, 2008) ที่กล่าวว่า โปรแกรม Model-Eliciting Activities (MEAs) ใช้ปัญหาที่เลียนแบบจากสภาพจริง โดยสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตจริง อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Lesh (Lesh et al., 2000) ที่กล่าวว่า การกำหนดปัญหาในกิจกรรม ควรเป็นปัญหาที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กับนักเรียน ซึ่งบริบทของสถานการณ์ปัญหา สามารถเกิดในชีวิตจริงได้

1.2 โปรแกรมใช้หลักการประเมินตนเอง ทำให้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้แก่ผู้อื่นได้ ซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยให้

นักเรียนได้เห็นมุมมองที่แตกต่าง ได้เห็นข้อดีของแต่ละกลุ่ม ทั้งของกลุ่มตนเองและของกลุ่มเพื่อน นักเรียนจึงสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโดยการเลือกวิธีที่เหมาะสมและดีที่สุดได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างและหลากหลาย ซึ่งช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบให้เกิดขึ้นได้ นอกจากนี้การให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเป็นการปรับขยายโครงสร้างทางความคิด สอดคล้องกับแนวคิดของพือาเจต์ที่ว่า การปรับโครงสร้างทางความคิด (accommodation) เป็นกระบวนการปรับโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่เดิมเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลใหม่ ในกรณีที่ข้อมูลใหม่ไม่สามารถจัดให้เข้ากับโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่จึงได้ปรับขยายโครงสร้างทางความคิดใหม่ให้เหมาะสม (อัสรา เอิบสุลลี, 2557, p. 53)

1.3 โปรแกรมเน้นให้นักเรียนได้แสดงออกถึงกระบวนการคิด วิธีการแก้ปัญหา หรือโมเดลที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยการเขียนแสดงแนวคิดของตนเองขณะการทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการนำเสนอการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อาจแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ซึ่งช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้ สอดคล้องกับ อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2555, p. 183-184) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างความคิดที่หลังไหล ให้นักเรียนหาคำตอบได้หลายทิศทาง จากการตัดสินใจของคนอื่น และการระดมสมอง ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดและการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสดงออกถึงกระบวนการคิด ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์

1.4 การประยุกต์วิธีการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม ซึ่งนักเรียนจะสามารถเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อมีการฝึกหัด โดยการนำความรู้และวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิมตลอดการเข้าร่วมโปรแกรม ดังนั้นเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจและได้รับการฝึกฝนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ จากสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกัน นอกจากจะทำให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายแล้ว นักเรียนยังสามารถต่อยอดทางความคิด ซึ่งเป็นส่วนช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ เบิร์นส์ (Burns, 1995, p. 25-39) ที่ได้กล่าวว่า ครูจะต้องฝึกหัดให้นักเรียนมีความคิดที่แตกต่าง และต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์วิธีการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิมได้

1.5 สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ต้องไม่ยากเกินที่นักเรียนจะเข้าใจ และต้องสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาอื่นได้

โดยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น ประเด็นสำคัญคือนักเรียนต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์พอสมควร นักเรียนจึงจะสามารถต่อยอดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ (2555b, p. 81) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม โดยสอดคล้องกับ เออร์เบน (Urban, 2004) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ไม่ได้เน้นจินตนาการแต่เพียงอย่างเดียว แต่จินตนาการที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่แน่นหนา พอที่จะให้เกิดความยืดหยุ่นและหลากหลายได้ โดยเชื่อว่า การฝึกให้เป็นนักคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความรู้ที่กว้าง ทั้งลึก รวมทั้งต้องมีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องอื่นที่สามารถนำมาบูรณาการหรือเชื่อมโยงกันได้ (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2555, p. 164-169)

นอกจากนี้ในแต่ละขั้นตอนของโปรแกรม Model-Eliciting Activities ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้มาบูรณาการร่วมกับการใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานและจินตนาการ ดังนั้นในโปรแกรมนี้ผู้วิจัยได้เตรียมความพร้อมให้กับกลุ่มทดลองโดยก่อนเริ่มกิจกรรมในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยจะนำเกมที่มีเนื้อหาบททวนความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาใช้ก่อนเข้าสู่การดำเนินกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเบื้องต้น โดยกิจกรรมเกมดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่สนุกและไม่เครียด ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากขึ้น ถือเป็นการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้และนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งนั้นได้ สอดคล้องกับ กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) ในทฤษฎีของ เอ็ดเวิร์ด ลี ธอร์นไดค์ (Edward Lee Thorndike's Connectionism Theory) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ความพร้อมเป็นสภาวะของบุคคลในการเรียนรู้หรือกระทำกิจกรรมได้อย่างประสบความสำเร็จ ความพร้อมในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลมีความสนใจและมีแรงจูงใจ (พาสนา จุลรัตน์, 2548b, p. 140) และสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2557, p. 82-84) ที่กล่าวว่า เกมเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ อย่างสนุกสนานเพลิดเพลิน ผ่อนคลายความตึงเครียด ซึ่งทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายและทำให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้

เมื่อพิจารณาขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เริ่มจากขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เลียนแบบจากสภาพจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะเริ่มคิดถึงความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง และสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ สอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรูเนอร์ ที่กล่าวว่า ผู้เรียนต้องเป็นผู้ที่ริเริ่มลงมือเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนมีหน้าที่จัดสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้โดยให้โอกาสผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการสอนควรจะเริ่มจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยหรือประสบการณ์ที่ใกล้เคียงไปหาประสบการณ์ที่ไกลตัวเพื่อผู้เรียนจะได้มีความเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีเป็นเวลานาน (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2559, p. 212-215) สำหรับขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นการจัดการสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลาย ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ จัดการกับปัญหา ร่วมกันคิดวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม โดยผู้วิจัยคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ ด้วยการตอบคำถามและตั้งคำถาม ซึ่งการตั้งคำถามของผู้วิจัยมีผลต่อการคิดของนักเรียนอย่างมาก ผู้วิจัยจะต้องสนับสนุนให้นักเรียนสามารถคิดได้แตกต่างหลากหลาย และต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิด สุนทร สันธพานนท์; และคณะ (2552, p. 34-35) กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นควรส่งเสริมให้นักเรียนถาม และให้ความสนใจต่อคำถามแปลก ๆ ของนักเรียน โดยครูไม่ควรเน้นคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ค้นหา และพิสูจน์คำตอบโดยการ ใช้วิธีชี้แนะให้นักเรียนหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูล ซึ่งจะนำไปสู่การคิดอย่างสร้างสรรค์ สำหรับขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นการแก้ไข ปรับปรุงความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ เอ็ดเวิร์ด ลี ธอร์นไดค์ ที่กล่าวว่า วิธีการแก้ปัญห แบบลองผิดลองถูก (trial and error) เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งใช้การลองผิดลองถูกหลาย ๆ ครั้งจนสามารถจัดการกับสถานการณ์ปัญหานั้นได้ เป็นวิธีที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (อชรา เิบสุขสิริ, 2557, p. 112-114)

เมื่อนักเรียนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดแล้ว นักเรียนจะมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนที่ 4 ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และร่วมอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ โดยผู้วิจัยสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการพัฒนาคิด ด้วยการสร้างความรู้สึกที่ดีในการมีส่วนร่วมอภิปรายในชั้นเรียนร่วมกัน โดยครูกล่าวชื่นชมและให้กำลังใจ

นักเรียนในการนำเสนอ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนกล้าที่จะนำเสนอความคิดสร้างสรรค์ของตนเองมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ สกินเนอร์ ที่ได้ให้ความหมายของการเสริมแรงทางบวกไว้ว่า การเสริมแรงทางบวกทำให้พฤติกรรมที่เรียนรู้แล้วเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ตัวเสริมแรงทางสังคม ที่เป็นลักษณะของคำพูดและการแสดงออกท่าทาง เช่น การชมเชยหรือการยกย่อง ซึ่งทำให้เกิดตัวเสริมแรงภายใน เช่น ความพึงพอใจ ความสุข หรือความภาคภูมิใจตามมา (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต, 2553, p. 171-173) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ภารณี ยินดี (2556, p. 56-57) ที่กล่าวว่า การเสริมแรงด้วยการชมเชยหรือการให้รางวัล การได้เป็นที่ยอมรับของเพื่อนๆ ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจ รู้สึกสนุกสนานและมีความสุขกับการเรียนมากขึ้น สำหรับขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนของการประเมินตนเอง เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอของกลุ่มต่าง ๆ แล้ว ครูจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน จากนั้นจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ ทำให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่แตกต่าง ได้เห็นข้อดีของแต่ละกลุ่ม ทั้งของกลุ่มตนเองและของกลุ่มเพื่อน นักเรียนจึงสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโดยการเลือกวิธีที่เหมาะสมและดีที่สุดได้ สอดคล้องกับ พินดา วราสุนันท์ (2556, p.12-21) ที่กล่าวว่า การประเมินจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ใดเลยถ้าไม่ได้นำผลการประเมินไปใช้ เพื่อการแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนา ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของการประเมิน โดยเน้นให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการประเมินนั้นด้วย โดยในทุกกิจกรรมจะมีการฝึกฝนการประเมินตนเองทุกกิจกรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถประเมินผลงานของตนเองจากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง สอดคล้องกับกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ของ เอ็ดเวิร์ด ดี ธอร์นไดค์ (Edwardv Lee Thorndike's Connectionism Theory) ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วควรได้รับการฝึกฝนหรือกระทำ ซ้ำ ๆ อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้นั้นมากขึ้น (พาสนา จุลรัตน์, 2548b, p. 140-141)

สำหรับในขั้นสรุปกิจกรรม นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ผลและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายกันได้ ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจจากการประเมินผลงานที่ประสบผลสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับ กฎแห่งผลที่พอใจ (Law of Effect) ในทฤษฎีความสัมพันธ์เชื่อมโยงของ เอ็ดเวิร์ด ดี ธอร์นไดค์ ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้แล้ว ถ้าได้รับผลที่ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจ ผู้เรียนย่อมอยากจะทำซ้ำต่อไปอีก แต่หากผลที่ได้รับไม่เป็นสิ่งพึงพอใจ ผู้เรียนก็ไม่อยากที่จะเรียนรู้หรือเกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนรู้ได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้เกิดการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องควรให้ผู้เรียนได้รับผลที่พึงพอใจ (พาสนา จุลรัตน์, 2548b, p. 140-141)

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรม ทั้งนี้เพราะในการเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับประสบการณ์ที่แตกต่างจากการเรียนในห้องเรียน โดยเนื้อหาของกิจกรรมที่ใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นแตกต่างจากกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไป ซึ่งการกำหนดสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวต้องมีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย รวมทั้งต้องคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ของนักเรียนซึ่งไม่ควรง่ายหรือยากเกินไป ซึ่งเป็นหลักการที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการออกแบบกิจกรรมสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นสำคัญคือ การกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใกล้เคียงกับการดำเนินชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ต่อยอดในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญของการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Sheffield และ Cruikshank (วรรณารถ อยู่สุข, 2555, p. 60-61; อ้างอิงมาจาก Sheffield & Cruikshank. 2000: 5-6) ที่กล่าวว่า สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนั้น ควรให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริง

นอกจากนี้บรรยากาศในการเรียนรู้จากกิจกรรมในโปรแกรม Model-Eliciting Activities ครั้งนี้ เน้นให้เกิดความรู้สึกที่สนุกสนาน ผ่อนคลาย โดยไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกเครียด หรือกดดันในการทำกิจกรรม สอดคล้องกับแอนนา (Anna Craft, 1999, p. 79) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาในสภาพแวดล้อมและบรรยากาศของการจัดกิจกรรมที่มีความสนุกสนานและเปิดกว้างทางความคิด โดยครูคอยกระตุ้นให้เกิดการฝึกคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนวิธีการคิดและมีส่วนร่วมในการคิด มีการประเมินผลงานจากการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้รับผลสะท้อนกลับจากการคิดของตนเอง ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเกิดแรงจูงใจที่จะแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองออกมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับการเสริมแรงทางบวก ซึ่งเป็นหลักการในการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองจึงพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นทั้ง 3 องค์ประกอบหลังจากเข้าร่วมโปรแกรม และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุด โดยมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 และรองมาคือ องค์ประกอบด้านความคิดคล่องที่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 ซึ่งไม่ต่างกันมากนัก โดยองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มมีความเกี่ยวข้องกับการหาคำตอบที่แปลกใหม่และแตกต่างจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการร่วมกันคิด ได้เห็นความคิดที่แตกต่างจากการนำเสนอผลงานของกลุ่มอื่น ๆ จนนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขสำหรับการประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง โดยสามารถเลือกคำตอบที่ดีและเหมาะสมที่สุดจนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่และแตกต่างได้ ซึ่งจากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้นำรูปเรขาคณิตมาประกอบเป็นรูปภาพและสร้างรูปโดยลากเส้นตรงเชื่อมจุดที่มีความหมาย ในขณะที่องค์ประกอบด้านความคิดคล่องมีความเกี่ยวข้องกับการคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยให้นักเรียนคิดหาคำตอบจำนวนมากจากการระดมความคิดร่วมกัน ซึ่งจากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลข สัญลักษณ์และเครื่องหมายที่กำหนดให้ได้จำนวนมาก ทั้งนี้ในการดำเนินโปรแกรมผู้วิจัยสนับสนุนให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียน เน้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่หลากหลาย หลีกเลียงการถามหรือแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำนักเรียนไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจง สอดคล้องกับทอรัเรนซ์ (อารี พันธมณี, 2557, p.102-104; อ้างอิงจาก Torrance, 1959) ที่กล่าวว่า ครูไม่ควรมุ่งหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ค้นหา เพื่อพิสูจน์จากการสังเกตและประสบการณ์ของนักเรียนเอง ในขณะที่องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นเป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด โดยมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.66 ซึ่งองค์ประกอบด้านนี้มีความเกี่ยวข้องกับความความสามารถในการหาคำตอบที่มีลักษณะหลายกลุ่มและหลายแนวทางจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนแสดงความคิดที่แตกต่างหลายทิศทางซึ่งมีความแตกต่างจากความคิดคล่อง เน้นการกระตุ้นให้นักเรียนเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากกลุ่มของตนเอง และเห็นความหลากหลายในการแก้ปัญหาจากวิธีคิดของเพื่อน ๆ ซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนสามารถเสนอคำตอบได้หลายวิธี จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เขียนแสดงจำนวนเงินและวิธีการเลือกที่จอดรถให้มีหลายแนวทาง อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผู้วิจัยได้พยายามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากหลากหลายวิธีและหลายแนวทาง ซึ่ง

สอดคล้องกับ เฮลล็อก (Haylock, 1985, p. 547-553) ที่กล่าวว่า ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการประยุกต์กฎวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลาย เพื่อให้เกิดการขยายความคิดมากกว่าที่จะยึดติดกับวิธีใดวิธีหนึ่งแล้วก็ตาม ในงานวิจัยนี้พบว่า นักเรียนยังคงเคยชินกับการเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบเดิม ๆ ที่นักเรียนจะคิดหาคำตอบที่ถูกต้องจากวิธีเดียว ซึ่งในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น ควรฝึกฝนให้นักเรียนไม่ยึดติด ให้นักเรียนมองเห็นวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากการนำเสนอวิธีการของกลุ่มอื่น ๆ จนนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขสำหรับการประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง สอดคล้องกับประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, p. 239-240) ที่กล่าวว่า อุปสรรคในตัวบุคคลที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ คือ การที่บุคคลยึดติด ไม่ยืดหยุ่น ติดยึดกับโครงสร้าง หน้าที่ บทบาทเดิม ๆ ของสิ่งต่าง ๆ ว่าเคยเป็นอย่างไว้มันก็ต้องเป็นอย่างนั้น ทำให้บุคคลคิดแบบเดิม ๆ ไม่ยอมมองเห็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างกันไปจากเดิม จากที่กล่าวมาจึงอาจทำให้องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นมีคะแนนเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

ผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้นได้โดยสามารถพัฒนาได้ทั้ง 3 องค์ประกอบ เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดสภาพแวดล้อมให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ท้าทายความสามารถและใกล้เคียงกับการดำเนินชีวิตประจำวัน นักเรียนได้ร่วมกันคิดเพื่อแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการคิดโดยไม่ได้มุ่งเน้นที่ผลงานของนักเรียนแต่เพียงอย่างเดียว ร่วมกับการประเมินทั้งจากตนเองและผู้อื่นซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งเน้นกิจกรรมที่สามารถต่อยอดกระบวนการคิดซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายกันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบูรณาการร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ทำให้การพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถตอบสนองต่อความคิด ความรู้สึกและความต้องการของนักเรียนซึ่งล้วนมีส่วนสำคัญต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งสิ้น ดังนั้น ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นว่า ผลของการเข้าร่วมโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา ที่มีความสนใจจะนำโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้สำหรับเด็กระดับประถมศึกษา ควรส่งเสริมการทำงานร่วมกันของนักเรียนและการนำเสนอผลงานซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 ควรกำหนดจำนวนของนักเรียนให้มีความเหมาะสมสำหรับการทำกิจกรรมในโปรแกรม ซึ่งควรมีจำนวนนักเรียนประมาณ 15-20 คน เนื่องจากถ้ามีจำนวนนักเรียนมากเกินไป ผู้วิจัยอาจดูแลได้ไม่ทั่วถึง หรือถ้ามีจำนวนนักเรียนน้อยเกินไปการร่วมกันคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาอาจจะขาดความหลากหลายได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า การทำงานร่วมกันของนักเรียนช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และทำให้นักเรียนสามารถค้นพบวิธีแก้ปัญหาได้มากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการนำทฤษฎีหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันมาใช้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.2 จากงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นมีคะแนนเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ดังนั้นจึงควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น

2.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้สำเร็จ

2.4 ควรมีการศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือ
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือ

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ

สถาบัน/หน่วยงาน

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.ภารดี กำภู ณ อยุธยา | ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. อาจารย์ ดร.ธรรมโชติ เอี่ยมทัศนะ | ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. อาจารย์ มาเลี่ยน พ่วงอินทร์ | ครูชำนาญการพิเศษ สาขาคณิตศาสตร์
โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา
สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร |



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 12414

ที่ ศธ 6918/3160

วันที่ ๕1 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวธัญญ์ธิดา วงษ์เคี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการใช้โปรแกรม Model – Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พาสณา จุลรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.ภารดี กำภู ณ อยุธยา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ และโปรแกรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าว และ สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 995 6499

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวธัญญ์ธิดา วงษ์เคี่ยม และ ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

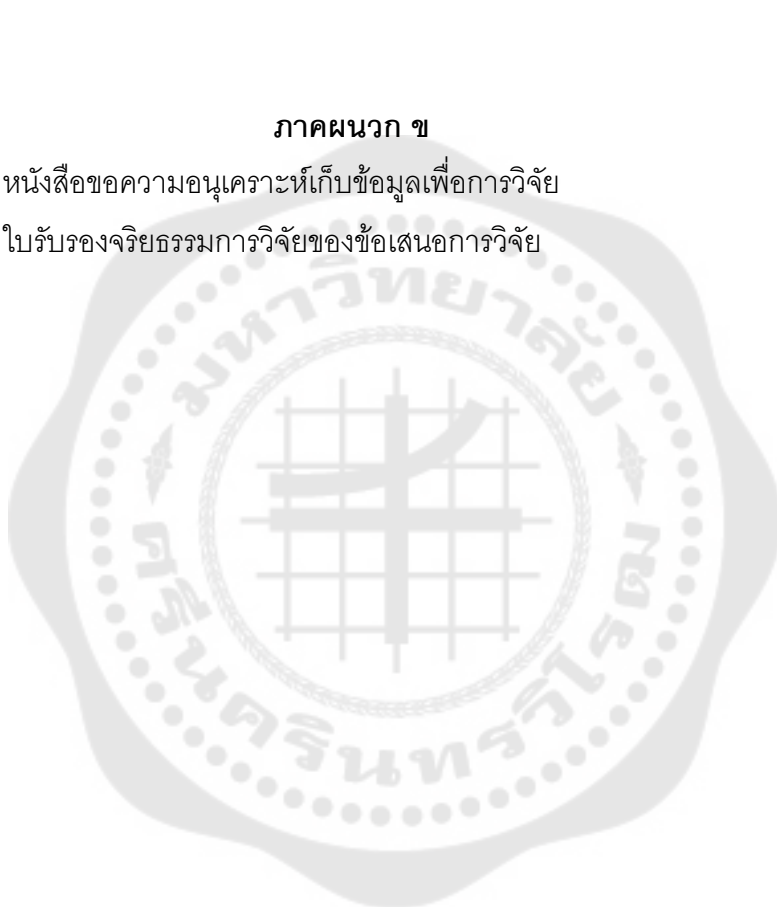
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพงศ์ วัฒนานนท์สกุล)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน รักษาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
- ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย



ที่ ศธ 6918/ 3 ๑๖0



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

๒- ธันวาคม 2561

เรื่อง ขออนุมัติขอความเห็นชอบเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา

เนื่องด้วย นางสาวธัญญ์ธิดา วงษ์เคี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการใช้โปรแกรม Model – Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พาสนา จุลรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขออนุมัติขอความเห็นชอบ โดยใช้แบบทดสอบ เรื่อง “ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร” กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน โดยขอใช้สถานที่โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา ระหว่างเดือนมกราคม 2562 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพงศ์ วัฒนานนท์สกุล)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน รักษาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 995 6499



**หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : ผลของการใช้โปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวธัญญ์ฐิตา วงษ์เคี่ยม

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รหัสโครงการวิจัย : 319/61X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 4 กันยายน 2561

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 21 กันยายน 2561

ลงชื่อ).....
(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

ลงชื่อ).....
(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/X-319/2561

ภาคผนวก ค

- ผลการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแต่ละกิจกรรมในรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ของโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ประเด็นที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC	สอดคล้อง
	1	2	3		
กิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดคล้อง (กิจกรรมที่ 2-5)					
1.วัตถุประสงค์ของกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ในการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓
2.ขั้นตอนในการจัดเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของกิจกรรม	1	1	1	1.00	✓
3.เนื้อหาในกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓
4.เวลาที่ใช้ในกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและ กระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓
5.การประเมินผลมีความสอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้	1	0	1	0.67	✓
กิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น (กิจกรรมที่ 6-9)					
1.วัตถุประสงค์ของกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ในการเรียนรู้	1	1	0	0.67	✓
2.ขั้นตอนในการจัดเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของกิจกรรม	1	1	1	1.00	✓
3.เนื้อหาในกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓

ตาราง (ต่อ)

ประเด็นที่พิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC	สอดคล้อง
	1	2	3		
4.เวลาที่ใช้ในกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	0	1	0.67	✓
5.การประเมินผลมีความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	0	0.67	✓
กิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม (กิจกรรมที่ 10-13)					
1.วัตถุประสงค์ของกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓
2.ขั้นตอนในการจัดเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกิจกรรม	1	0	1	0.67	✓
3.เนื้อหาในกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓
4.เวลาที่ใช้ในกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓
5.การประเมินผลมีความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	✓

ภาคผนวก ง

- รายละเอียดของโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
- แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

โครงสร้างโดยรวมของโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ครั้งที่	ชื่อกิจกรรม	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1	ปฐมนิเทศ	
2	สนุกคิดกับจำนวน	การพัฒนาด้านที่ 1
3	ตามหาตัวเลข	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4	โจทย์ปัญหาสนุกคิด	องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง
5	จัดสวนดอกไม้	
6	น้ำเจ้าปัญหา	การพัฒนาด้านที่ 2
7	สัตว์ปริศนา	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
8	จับจ่ายซื้อของ	องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น
9	เงินทองของมีค่า	
10	สร้างสรรค์จากไม้ขีด	การพัฒนาด้านที่ 3
11	โจทย์ปัญหาชวนคิด	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
12	สนุกกับลูกบาศก์	องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม
13	สนุกกับเจ็ดมหัศจรรย์	
14	ปัจฉิมนิเทศ	

โครงสร้างของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละครั้ง

ขั้นตอนของโปรแกรม Model-Eliciting Activities เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	การประยุกต์ใช้ ทฤษฎีการเรียนรู้
ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม กิจกรรมเตรียมความพร้อม	1. แสดงความสนใจ 2. กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	กฎของความพึงพอใจ ของธอร์นไค์
ขั้นดำเนินกิจกรรม 1) กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เลียนแบบจากสภาพจริงในชีวิตประจำวัน	1. สามารถเข้าใจและบอกเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้	ทฤษฎีการเรียนรู้ โดยการค้นพบของ บรูเนอร์
2) จัดการสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยการคิดหาคำตอบที่หลากหลาย	1. สามารถวิเคราะห์ ประเมิน อธิบาย ประดิษฐ์ และจัดการปัญหา 2. สามารถร่วมกันคิดวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม	วิธีการเรียนรู้ด้วยการ ลองถูกลองผิด ของธอร์นไค์
3) การแก้ไข ปรับปรุงความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. สามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ 2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และดีที่สุดได้	
4) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	1. สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนได้ 2. สามารถร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 3. สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้	การเสริมแรงทางบวก ของสกินเนอร์

ตาราง (ต่อ)

ขั้นตอนของ โปรแกรม Model-Eliciting Activitiesการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้	การประยุกต์ใช้ ทฤษฎีการเรียนรู้
5) การประเมินตนเอง	1. สามารถประเมินผลงานของตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอกเหตุผลที่ต้องปรับปรุงผลงาน	กฎของการฝึกฝน ของธอร์นไดค์
ขั้นสรุปกิจกรรม การประเมินผลงาน โดย แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ สมมติฐาน เป้าหมาย และวิธีการแก้ปัญหา	1. สามารถอธิบายวิธีการ แก้ปัญหาที่สัมฤทธิ์ผล 2. สามารถนำวิธีแก้ปัญหามา ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ คล้ายกันได้	กฎของความพึงพอใจ ของธอร์นไดค์

ตัวอย่าง
โปรแกรม Model-Eliciting Activities
เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



กิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบด้านความคิดคล่อง

ชื่อกิจกรรม สนุกคิดกับจำนวน

สาระสำคัญ

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และ วิจารณ์ญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าและเป็น ประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่า ความคิดพื้นฐานเพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งความคล่องแคล่วใน การคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการผลิตความคิดที่แตกต่างและ หลากหลาย ภายใต้ กรอบจำกัดของเวลา เป็นความสามารถเบื้องต้นซึ่งจะนำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพ และการคิด เพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่สุดจากสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสม หรือดีที่สุดได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายวิธี แก้ปัญหาได้
5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลงานของตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอก เหตุผลที่ต้องปรับปรุงผลงาน

สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์

1. เกมฝึกคิดเลขกับทะเบียนรถ
2. ใบกิจกรรม "สนุกคิดกับจำนวน"
3. อุปกรณ์เครื่องเขียน ได้แก่ ปากกา ดินสอ สี ยางลบ

เวลาที่ใช้ 50 นาที

ขั้นตอนดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม

1. ให้นักเรียนเล่นเกมฝึกคิดเลขกับทะเบียนรถโดยติดภาพป้ายทะเบียนรถบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนนำเลขจากทะเบียนรถมาบวก ลบ คูณ หรือหารกัน แล้วให้ได้คำตอบเท่ากับ 24

เช่น ทะเบียนรถ 1325 นำเลขมาบวก ลบ คูณ หรือหารกัน ให้ได้คำตอบเท่ากับ 24

ตัวอย่างทะเบียนรถ



2. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นตอนกิจกรรม

ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เลียนแบบจากสภาพจริงในชีวิตประจำวัน

ผู้จัดให้นักเรียนอ่านใบกิจกรรม เรื่อง สนุกคิดกับจำนวน เพื่อทบทวนทำความเข้าใจเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมซักถามเกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ การบวก การลบ การคูณ และการหาร ที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ผู้จัดให้นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน อย่างอิสระเพื่อทำกิจกรรม "สนุกคิดกับจำนวน" โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดและเขียนประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลขที่กำหนดให้ โดยต้องได้ผลลัพธ์เท่ากับ 24 ให้ได้คำตอบมากที่สุด โดยครูคอยช่วยเหลือ ด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถาม

ขั้นที่ 3 การแก้ไข ปรับปรุงความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้จัดให้นักเรียนนำคำตอบที่ได้จากกิจกรรม "สนุกคิดกับจำนวน" มาวิเคราะห์ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน จนนักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความเชื่อมั่น เป็นแรงจูงใจให้เกิดการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน สามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้

ขั้นที่ 4 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ผู้จัดให้แต่ละกลุ่ม และนำเสนอผลงานหน้าชั้น โดยขณะนำเสนอ ครูคอยกระตุ้นนักเรียนให้ตั้งใจฟัง พิจารณาถึงวิธีการหาคำตอบ

ครูกล่าวชมเชยหรือให้แรงจูงใจ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น กล่าวชมเชยนักเรียนที่สามารถคิดหาคำตอบได้จำนวนมาก และบอกข้อดีของวิธีแก้ปัญหาแต่ละกลุ่ม ทำให้เด็กเกิดความสนใจ และพึงพอใจที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 5 การประเมินตนเอง

ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่มตนเอง จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอกเหตุผลที่ต้องปรับปรุงผลงาน โดยการฝึกฝนการประเมินผลงานตนเองนี้เพื่อหาจุดบกพร่องจากการประเมินและนำมาพัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นสรุปกิจกรรม

1. ครูให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลขที่นักเรียนกำหนดขึ้นเอง เพื่อฝึกการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาการแก้ปัญหาในหลาย ๆ วิธี จนพบกับวิธีที่เหมาะสมและถูกต้องกับเหตุการณ์และสถานการณ์ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

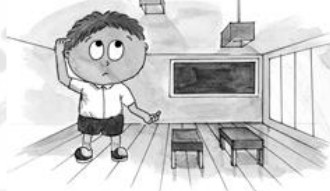
2. ครูอภิปรายสรุปร่วมกับนักเรียนถึงขั้นตอนการคิดเพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่สุดโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามถึงขั้นตอนที่ยังไม่เข้าใจ

การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรม
2. ใบบันทึกกิจกรรม

ใบกิจกรรม สนุกคิดกับจำนวน

จำนวนที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันอยู่เสมอๆ
ได้แก่ 1,2,3,4,.....ไม่มีที่สิ้นสุด
เรียกจำนวนเหล่านี้ว่า จำนวนนับ หรือ จำนวนธรรมชาติ
หรือ จำนวนเต็มบวก



การบวก คือ การนำจำนวนสองจำนวนหรือมากกว่ามารวมกัน ผลที่ได้ เรียกว่า ผลบวก ผลรวม (+) ใช้เป็นสัญลักษณ์ในการบวก

การลบ คือ การนำจำนวนตั้งแต่หนึ่งจำนวนขึ้นไปซึ่งตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัวลบมาหักล้างกัน หรือที่เรียกว่า นำมาลบกัน ผลที่ได้เรียกว่า ผลลัพธ์ หรือคำตอบ (-) ใช้เป็นสัญลักษณ์ในการลบ

การคูณ คือ การดำเนินทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งทำให้เกิดการเพิ่มจำนวน
การคูณสามารถนิยามว่าเป็นการบวกที่ซ้ำๆกัน เช่น 3 คูณ ด้วย 4 หมายถึง $4 + 4 + 4 = 12$
โดยทั่วไปการคูณสามารถเขียนโดยใช้เครื่องหมายคูณ ($\times$)

การหาร คือการทำให้ลดครั้งละเท่า ๆ กัน สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ ($\div$) จะใช้เขียนในรูปของ
ประโยคสัญลักษณ์เช่น $72 \div 8 = ?$ หมายถึง 72 คือ ตัวตั้ง 8 คือ ตัวหาร
การหาร มี 2 วิธี คือ วิธีหารยาวและวิธีหารสั้น การหารจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับ
การคูณและการลบ ผลหารที่ได้จะมี 2 อย่างคือ 1. หารลงตัว 2. หารไม่ลงตัว

ที่มา <https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/66651/-blo-scimat-sci->

คำชี้แจง ให้นักเรียนช่วยกันเขียนประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลขที่กำหนดให้ ที่จะให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนด ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง จงเขียนประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลข 2 ให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 7

ตัวอย่างคำตอบ 1. $2 + 5 = 7$ 2. $(2 \times 5) - 3 = 7$

จงเขียนประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลข 4 ให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 24 ให้ได้มากที่สุด

ชวนกันคิด นักเรียนสามารถสร้างประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลขที่กำหนดขึ้นเอง ให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 24 ให้ได้มากที่สุด ไหมนะ

จงเขียนประโยคสัญลักษณ์จากตัวเลข ให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 24 ให้ได้มากที่สุด

กิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่น

ชื่อกิจกรรม น้ำเจ้าปัญหา

สาระสำคัญ

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และ วิจารณ์ญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและเป็น ประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่า ความคิดพื้น ๆ เพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งความคิดยืดหยุ่น ในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการคิดนอกกรอบ ไม่ตกอยู่ภายใต้ กฎเกณฑ์หรือ ความคุ้นเคย ความยืดหยุ่นช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ จึงนับเป็นปัจจัย สนับสนุนให้เกิดความคล่องแคล่ว ให้พัฒนาความคิดแตกแขนงในทิศทางที่แตกต่าง ไม่ซ้ำซ้อน นำไปสู่การคิด อย่างมีคุณภาพ และการสร้างสรรค์ สิ่งใหม่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถในแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์โดยการคิดหลาย แนวทาง
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสม หรือดีที่สุดได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายวิธี แก้ปัญหาได้
5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลงานของตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอก เหตุผลที่ต้องปรับปรุงผลงาน

สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์

1. รูปโจทย์ปัญหาการตวง
2. แก้วน้ำขนาด 500 มิลลิลิตร, 7 มิลลิลิตร, 8 มิลลิลิตร และถังไม้
3. ใบกิจกรรม "น้ำเจ้าปัญหา"
4. อุปกรณ์เครื่องเขียน ได้แก่ ปากกา ดินสอ สี ยางลบ

เวลาที่ใช้ 50 นาที

ขั้นตอนดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม

1. ให้นักเรียนทายปริศนาจากรูปโจทย์ปัญหาการตวงบนกระดาน ดังนี้
ไออุ่นมีแก้วน้ำสามใบ แต่ละใบมีน้ำเต็มแก้ว ไออุ่นเทน้ำจากแก้วน้ำทั้งสามใบลงในเหยือกเปล่า ทำให้น้ำในเหยือกมีปริมาตร 1 ลิตร 800 มิลลิลิตร อยากทราบว่าแก้วน้ำ 2 ใบ มีปริมาตรรวมกันเท่าไร
2. ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง และครูให้ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์การตวง

ขั้นตอนกิจกรรม

ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เลียนแบบจากสภาพจริงในชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านใบกิจกรรม เรื่อง น้ำเจ้าปัญหา โดยมีรายละเอียด ดังนี้ แม่ของหนูดีต้องการให้หนูดีตวงน้ำใส่ถังไม้ ให้ได้น้ำ 900 มิลลิลิตร แต่หนูดีไม่มีถังน้ำขนาด 900 มิลลิลิตร ซึ่งมีเพียงแก้วน้ำ 3 ใบ โดยแก้วน้ำใบที่หนึ่งใส่น้ำได้ 500 มิลลิลิตร แก้วน้ำใบที่สองใส่น้ำได้ 700 มิลลิลิตร และแก้วน้ำใบที่สามใส่น้ำได้ 800 มิลลิลิตร ให้นักเรียนร่วมกันประมวลข้อมูลที่ได้รับพร้อมนำความรู้ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง มาสู่การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ผู้วิจัยให้นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน อย่างอิสระเพื่อทำกิจกรรม "น้ำเจ้าปัญหา" โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแก้วน้ำขนาด 500 มิลลิลิตร, 700 มิลลิลิตร, 800 มิลลิลิตร และถังไม้ แล้วตวงน้ำใส่ถังไม้ ให้ได้น้ำ 900 ลิตร โดยหาวิธีการคิดหลาย ๆ วิธีจากการปฏิบัติจริง ให้ได้คำตอบที่แตกต่างกัน ครูคอยช่วยเหลือ ด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถาม

ขั้นที่ 3 การแก้ไข ปรับปรุงความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบที่ได้ และแก้ไข ปรับปรุงคำตอบจากกิจกรรมการตวงน้ำ จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้

ขั้นที่ 4 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้น

- ชื่อนำเสนอ ครูคอยกระตุ้นนักเรียนให้ตั้งใจฟัง พิจารณาถึงวิธีการหาคำตอบ
- ครูกล่าวชมเชยหรือให้แรงจูงใจ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น กล่าวชมเชยนักเรียนที่สามารถคิดหาคำตอบได้หลายกลุ่ม หลายแนวทาง และบอกข้อดีของวิธีแก้ปัญหากลุ่ม ทำให้เด็กเกิดความสนใจ และพึงพอใจที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 5 การประเมินตนเอง

ผู้วิจัยร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่มตนเอง จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอกเหตุผลที่ต้องปรับปรุงผลงาน โดยการฝึกฝนการประเมินผลงานตนเองนี้เพื่อหาจุดบกพร่องจากการประเมินและนำมาพัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นสรุปกิจกรรม

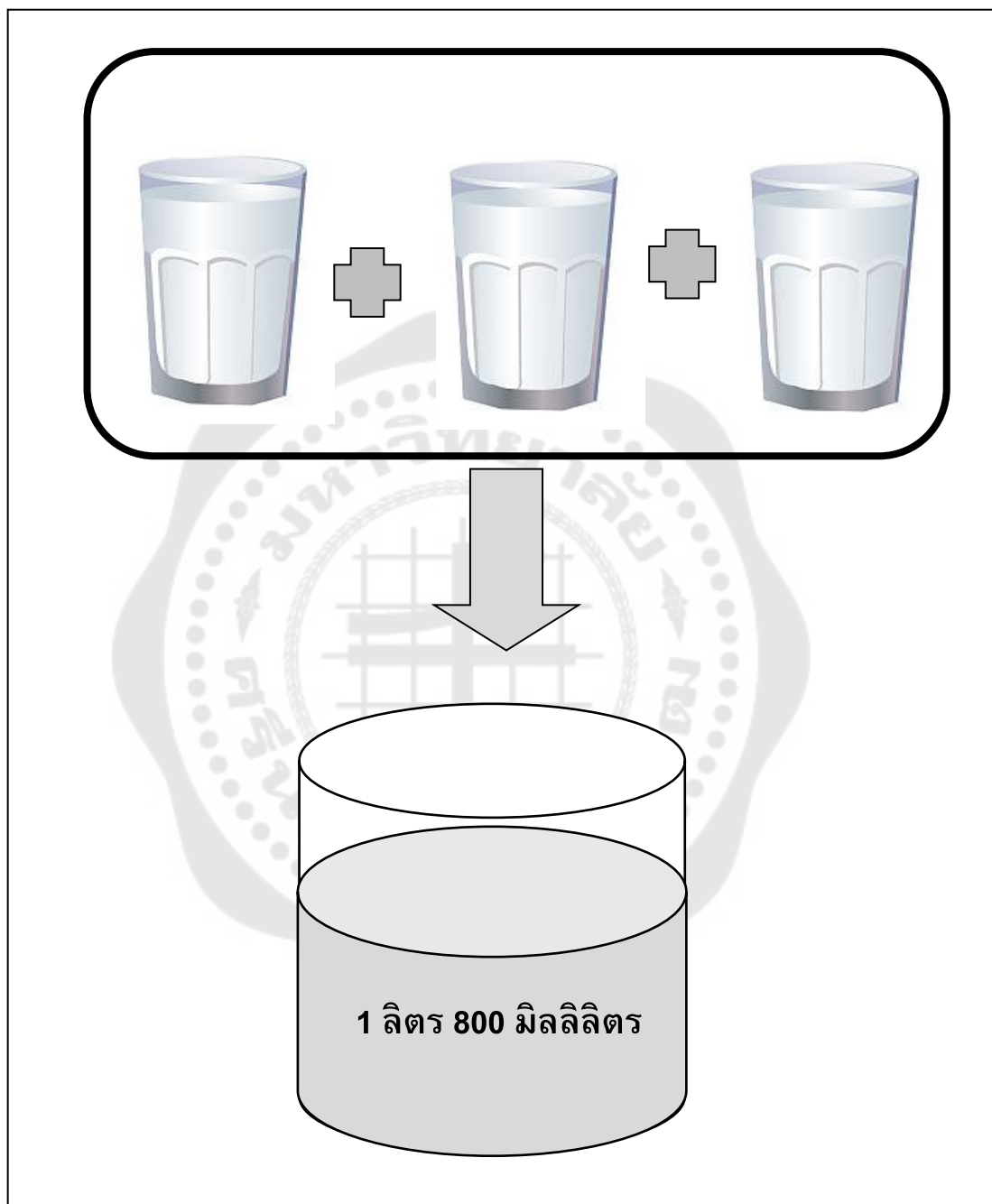
1. ครูให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาการตวงน้ำที่สัมฤทธิ์ผล และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาการแก้ปัญหาในหลาย ๆ วิธี จนพบกับวิธีที่เหมาะสมและถูกต้องกับเหตุการณ์และสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2. ครูอภิปรายสรุปร่วมกับนักเรียนถึงขั้นตอนการคิดเพื่อให้ได้คำตอบหลากหลายวิธีโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามถึงขั้นตอนที่ยังไม่เข้าใจ

การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรม
2. ใบบันทึกกิจกรรม

ปริศนาจากรูปโจทย์ปัญหาการตวง



ไออุ่นมีแก้วน้ำสามใบ แต่ละใบมีน้ำเต็มแก้ว ไออุ่นเทน้ำจากแก้วน้ำทั้งสามใบลงในภาชนะใส่น้ำ
ทำให้น้ำในภาชนะมีปริมาตร 1 ลิตร 800 มิลลิลิตร

คำถาม อยากทราบว่าแก้วน้ำ 2 ใบ มีปริมาตรรวมกันเท่าไร

ใบกิจกรรม น้ำเจ้าปัญหา

แม่ของหนูดีต้องการให้หนูดีตวงน้ำใส่ถังไม้ ให้ได้น้ำ 900 มิลลิลิตร แต่หนูดีไม่มีถังน้ำขนาด 900 มิลลิลิตร ซึ่งหนูดีมีเพียงแก้วน้ำ 3 ใบ โดยแก้วน้ำใบที่หนึ่งใส่น้ำได้ 500 มิลลิลิตร แก้วน้ำใบที่สองใส่น้ำได้ 700 มิลลิลิตร ลิตร และแก้วน้ำใบที่สามใส่น้ำได้ 800 มิลลิลิตร ดังรูป



คำชี้แจง ถ้านักเรียนเป็นหนูดี ซึ่งมีแก้วน้ำ 3 ใบ ได้แก่ แก้วน้ำใบที่หนึ่งใส่น้ำได้ 500 มิลลิลิตร แก้วน้ำใบที่สองใส่น้ำได้ 700 มิลลิลิตร และแก้วน้ำใบที่สามใส่น้ำได้ 800 มิลลิลิตร โดยต้องการใช้แก้วน้ำ 3 ใบ เพื่อตวงน้ำใสในถังไม้ ให้ได้น้ำ 900 มิลลิลิตร นักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำได้อย่างไรบ้าง

(บันทึกผลจากการปฏิบัติจริง)

ชวนคิด ถ้านักเรียนมีแก้วน้ำ 3 ใบ ได้แก่ ใบที่หนึ่งใส่น้ำได้ 500 มิลลิลิตร ใบที่สองใส่น้ำได้ 700 มิลลิลิตร และใบที่สามใส่น้ำได้ 800 มิลลิลิตร โดยต้องการตวงน้ำใสในถังไม้ ให้ได้น้ำ 1,800 มิลลิลิตร นักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำได้อย่างไร

.....

กิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม

ชื่อกิจกรรม สร้างสรรค์จากไม้ขีดไฟ

สาระสำคัญ

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และ วิจารณ์ญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและเป็น ประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่า ความคิดพื้นฐานเพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากความคุ้นเคย ความคิดริเริ่ม แปลกใหม่ในที่นี้ อาจแสดงออกในรูปลักษณะของผลผลิต หรือ กระบวนการคิดก็ได้ อย่างไรก็ตาม ความคิดริเริ่มไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ ซึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อน แต่อาศัย การสะสมและรวบรวม ความรู้เดิมมาดัดแปลงประยุกต์ให้ดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสิ่งประดิษฐ์ส่วนใหญ่ล้วน อาศัยแนวทางการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดเพื่อให้ได้คำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะแปลกใหม่ แตกต่าง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสม และดีที่สุดได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายวิธี แก้ปัญหาได้
5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลงานของตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอก เหตุผลที่ต้องปรับปรุงผลงาน

สื่อ/ วัสดุอุปกรณ์

1. เกมปริศนาไม้ขีดไฟ
2. ไม้ขีดไฟ
3. ใบกิจกรรม "สร้างสรรค์จากไม้ขีดไฟ"
4. อุปกรณ์เครื่องเขียน ได้แก่ ปากกา ดินสอ สี ยางลบ

เวลาที่ใช้ 50 นาที

ขั้นตอนดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม

1. ติดแผ่นเกมปริศนาไม้ขีดไฟบนกระดาน แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดวิธีการย้ายไม้ขีดไฟเพียง 1 ก้าน เลื่อนเอาว่าจะเอาก้านไหน เสร็จแล้วก็เอาไปวางตรงตำแหน่งใดก็ได้ เพื่อให้ประโยคสัญลักษณ์เป็นจริง

2. ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นดำเนินกิจกรรม

ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เลียนแบบจากสภาพจริงในชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านใบกิจกรรม เรื่อง สร้างสรรค์จากไม้ขีดไฟ พร้อมถามคำถามเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน โดยให้ผู้เรียนร่วมกันประมวลข้อมูลที่ได้รับ พร้อมนำความรู้ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง มาสู่การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ผู้วิจัยให้นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน อย่างอิสระเพื่อทำกิจกรรม "สร้างสรรค์จากไม้ขีดไฟ" โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา คิดหาวิธีการสร้างรูปภาพที่แปลกใหม่บนกระดานที่มีรูปเรขาคณิตที่ครูกำหนดให้ จากไม้ขีดไฟ โดยย้้าให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของผู้อื่นที่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ ครูคอยช่วยเหลือ ด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถาม

ขั้นที่ 3 การแก้ไข ปรับปรุงความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำภาพที่ได้มาวิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเชื่อมั่น สามารถเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คิดไว้ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และดีที่สุดได้

ขั้นที่ 4 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการสร้างรูปภาพหน้าชั้น

- ขณะนำเสนอ ครูคอยกระตุ้นนักเรียนให้ตั้งใจฟัง พิจารณาถึงวิธีการหาคำตอบ

- ครูกล่าวชมเชยหรือให้แรงจูงใจ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น กล่าวชมเชยนักเรียนที่สามารถคิดหาคำตอบได้แปลกใหม่ และบอกข้อดีของวิธีแก้ปัญหาแต่ละกลุ่ม ทำให้เด็กเกิดความสนใจ และพึงพอใจที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 5 การประเมินตนเอง

ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่มตนเอง จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง จากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง และบอกเหตุผลที่ต้องปรับปรุงผลงาน โดย

การฝึกฝนการประเมินผลงานตนเองนี้เพื่อหาจุดบกพร่องจากการประเมินและนำมาพัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นสรุปกิจกรรม

1. ครูให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้ โดยการสร้างรูปภาพที่แปลกใหม่จากไม้ขีดไฟที่ไม่มีรูปร่างคณิตกำกับ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาการแก้ปัญหาในหลาย ๆ วิธี จนพบกับวิธีที่เหมาะสมและถูกต้องกับเหตุการณ์และสถานการณ์ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

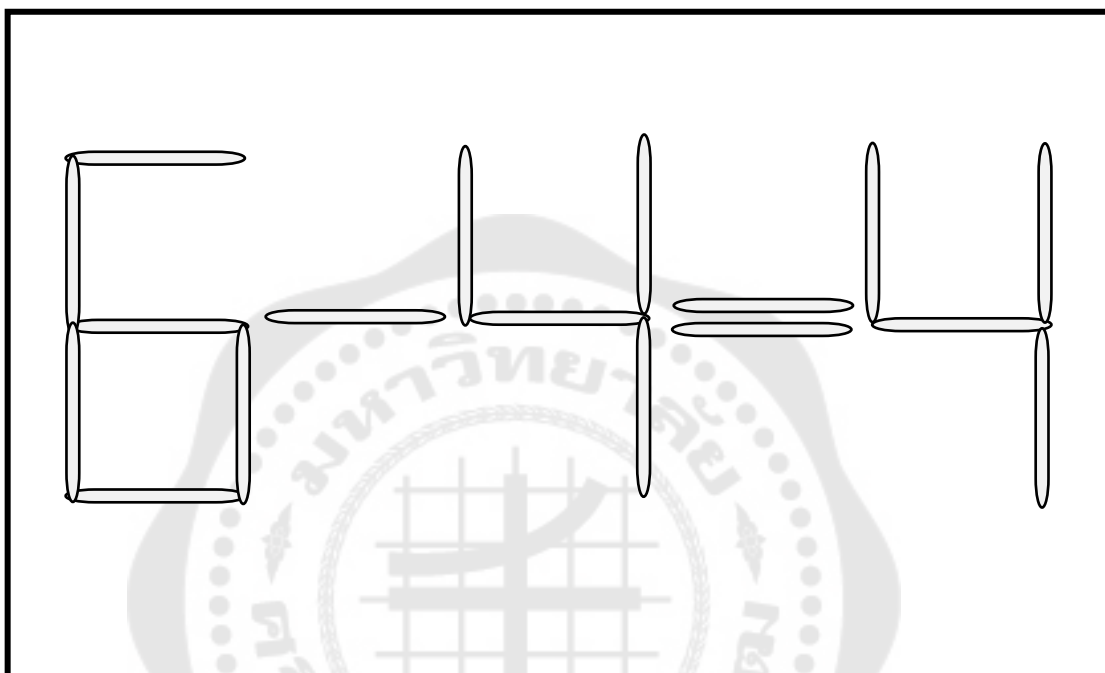
2. ครูอภิปรายสรุปร่วมกับนักเรียนถึงขั้นตอนการคิดเพื่อให้ได้คำตอบแปลกใหม่ แตกต่าง โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามถึงขั้นตอนที่ยังไม่เข้าใจ

การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรม
2. ใบบันทึกกิจกรรม



เกม ปริศนาไม้ขีดไฟ



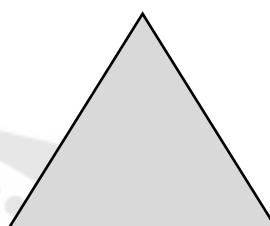
ให้นักเรียนนำไม้ขีดไฟมาวางตามภาพเกมปริศนาไม้ขีดไฟ โดยนักเรียนสามารถย้ายไม้ขีดได้เพียง 1 ก้าน เลือกเอาว่าจะเอาก้านไหน เสร็จแล้วก็เอาไปวางตรงตำแหน่งใดก็ได้ เพื่อให้ประโยคสัญลักษณ์เป็นจริง
(คำตอบที่เป็นไปได้มีมากกว่าหนึ่งคำตอบนะจ๊ะ)

ใบกิจกรรม สร้างสรรค์จากไม้ขีดไฟ

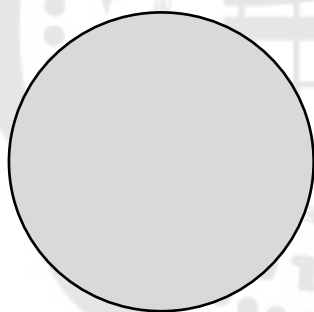
มารู้จักรูปเรขาคณิตกันหน่อย



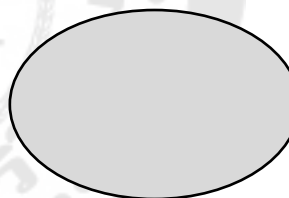
รูปสี่เหลี่ยม



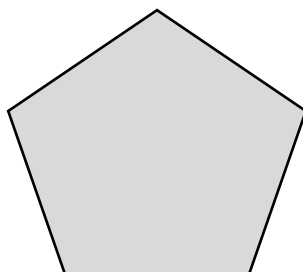
รูปสามเหลี่ยม



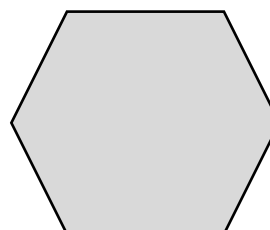
รูปวงกลม



รูปวงรี

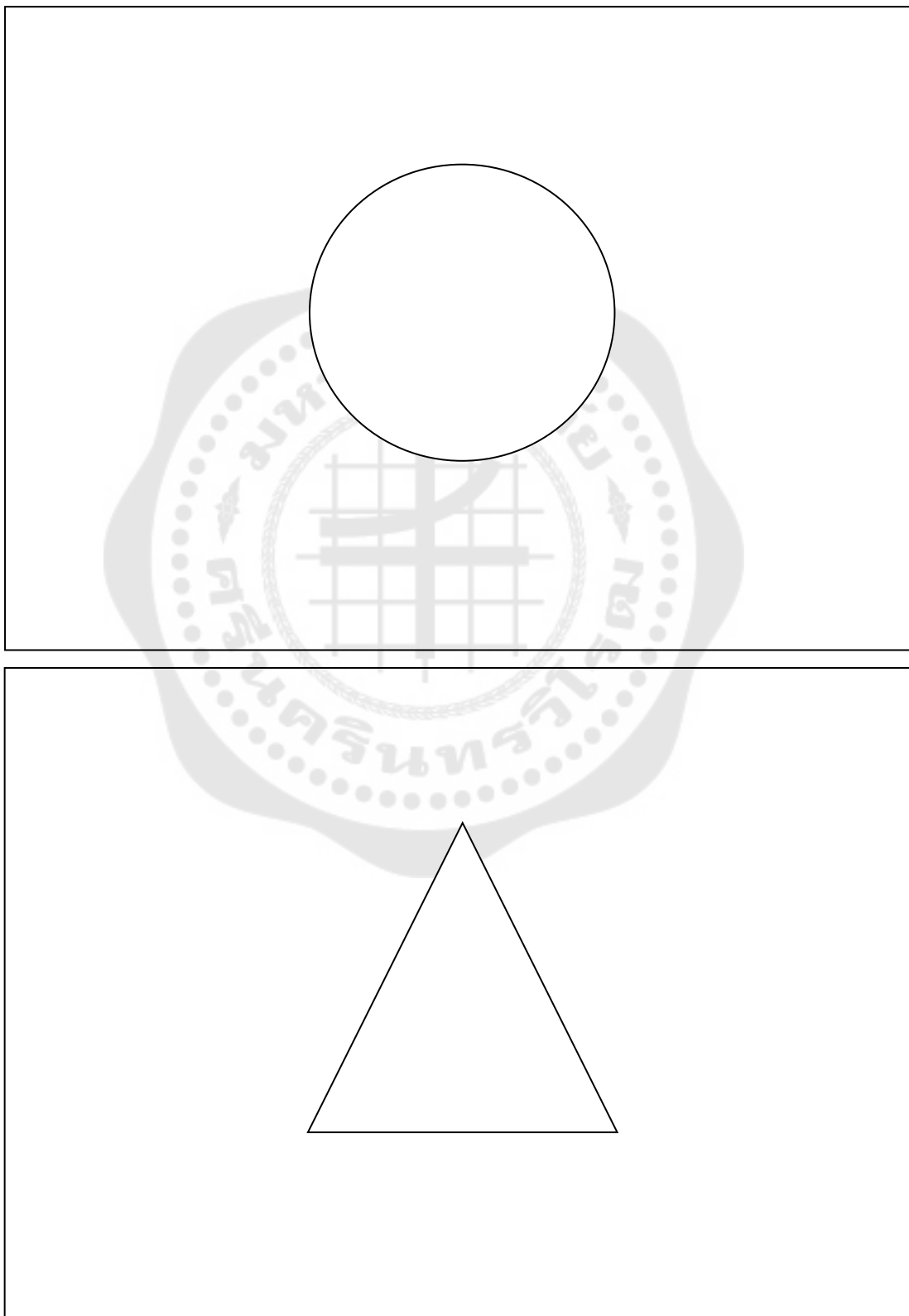


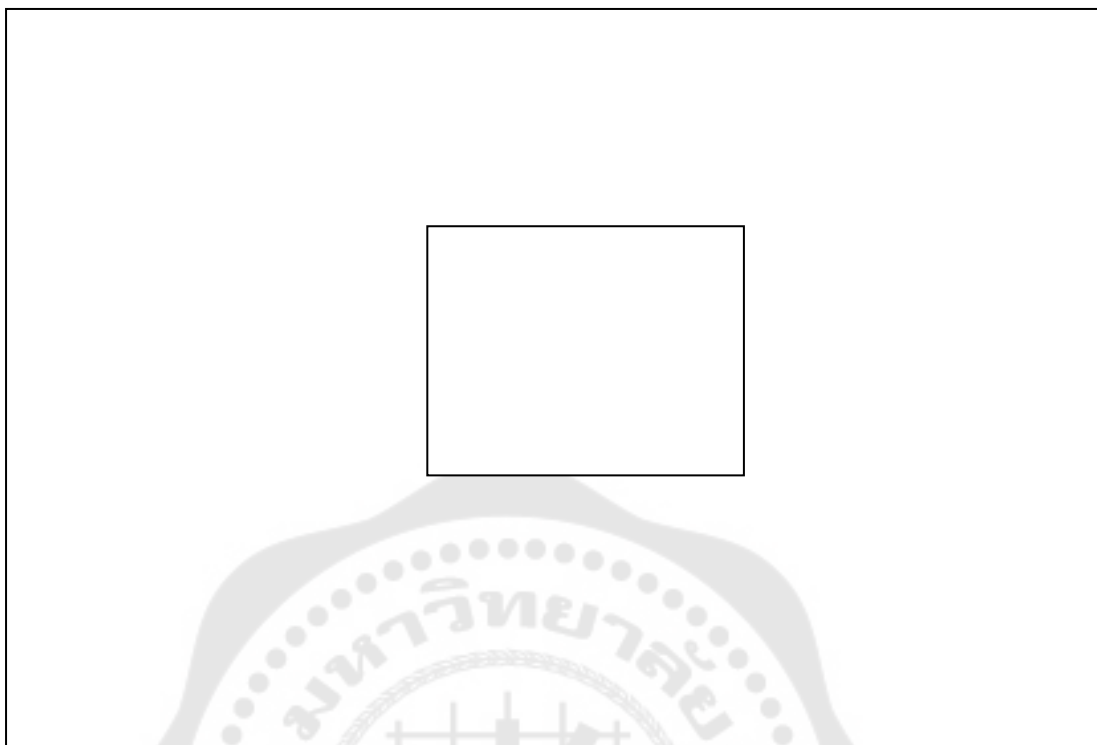
รูปห้าเหลี่ยม



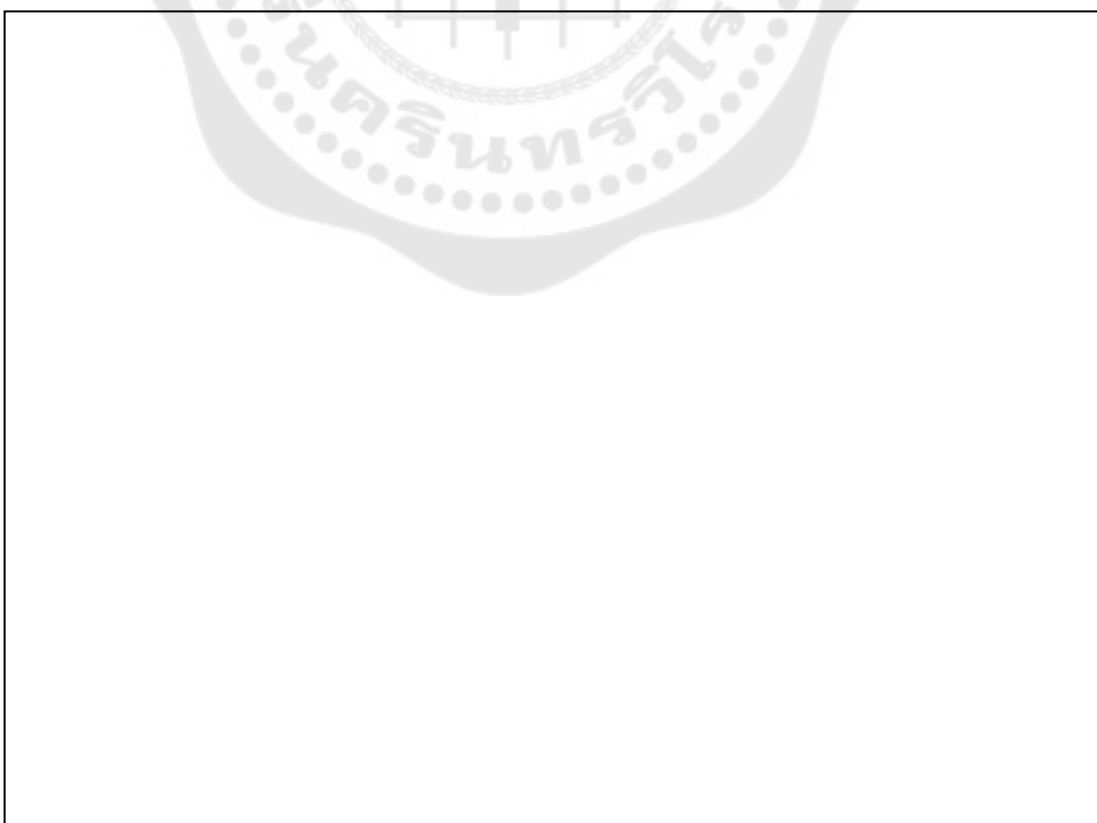
รูปหกเหลี่ยม

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ไม้ขีดไฟมาต่อเติมรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ ให้เกิดรูปภาพที่แปลกใหม่ พร้อมทั้งบอกชื่อรูปภาพว่าเป็นรูปอะไร





ชวนคิด ให้นักเรียนในกลุ่มสร้างรูปภาพที่แปลกใหม่ จากไม้ขีดไฟ จำนวน 20 ก้าน พร้อมทั้งตั้งชื่อรูปภาพ



แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจงในการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ

ใช้เวลาทำข้อละ 8 นาทีรวมใช้เวลาทั้งหมด 48 นาที

2. ให้นักเรียนเขียนตอบลงในแบบทดสอบ

3. ในแต่ละข้อคำถามจะมีคำตอบที่ถูกหลายคำตอบนักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้อย่างอิสระ

4. ให้นักเรียนเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนสามารถคิดได้

5. ให้นักเรียนทำให้ครบทุกข้อ

ข้อ 1 จากตัวเลขและเครื่องหมายที่กำหนดให้ต่อไปนี้

2 3 5 6 12 30 + - × ÷ ()

ให้นักเรียนนำไปเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 24

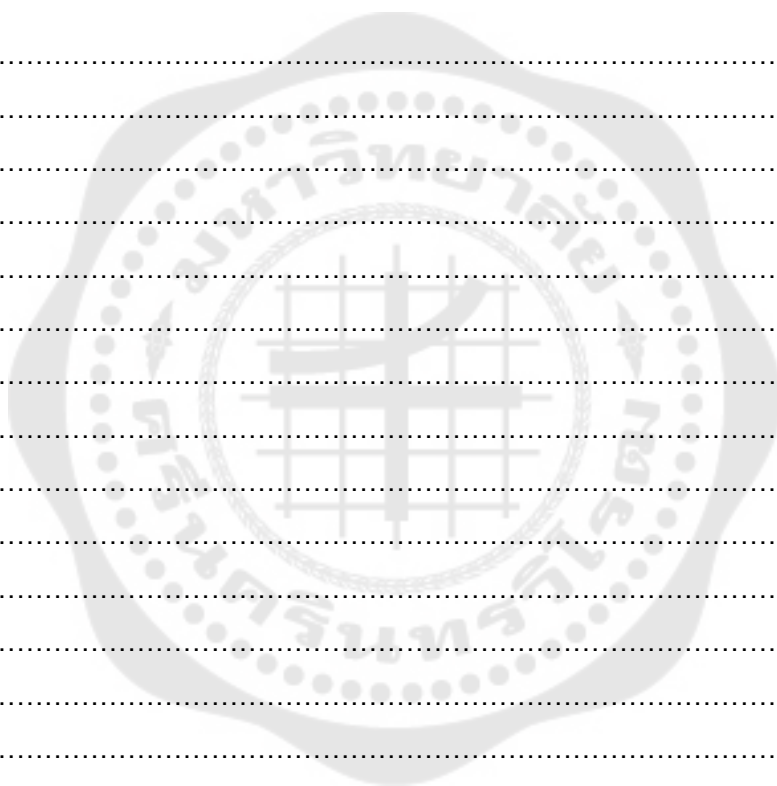
โดยเขียนให้ได้มากที่สุด ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ตัวเลขและเครื่องหมายซ้ำกันได้หลายครั้ง

ตัวอย่างคำตอบ

$$12 + 12 = 24,$$

$$6 + 6 + 12 = 24$$

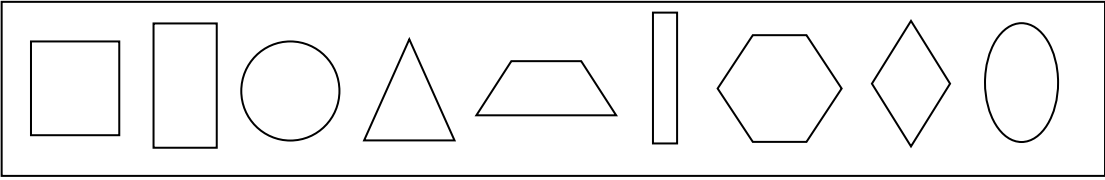
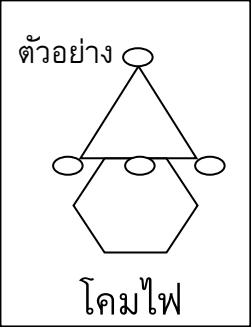
คำตอบ



ข้อ 3 ถ้าพี่เก็บเงินได้ทั้งหมด 10 เหรียญ เมื่อรวมจำนวนเงินของเหรียญทั้งสิบเหรียญแล้วพี่มีเงินเป็นจำนวนเต็มบาทไม่เป็นเศษสตางค์เลย จากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้นักเรียนหาว่าพี่มีเงินทั้งหมดกี่บาทและมีเหรียญแต่ละชนิดอย่างละกี่เหรียญบ้าง (คำตอบที่เป็นไปได้มีหลายคำตอบนะจ๊ะ)

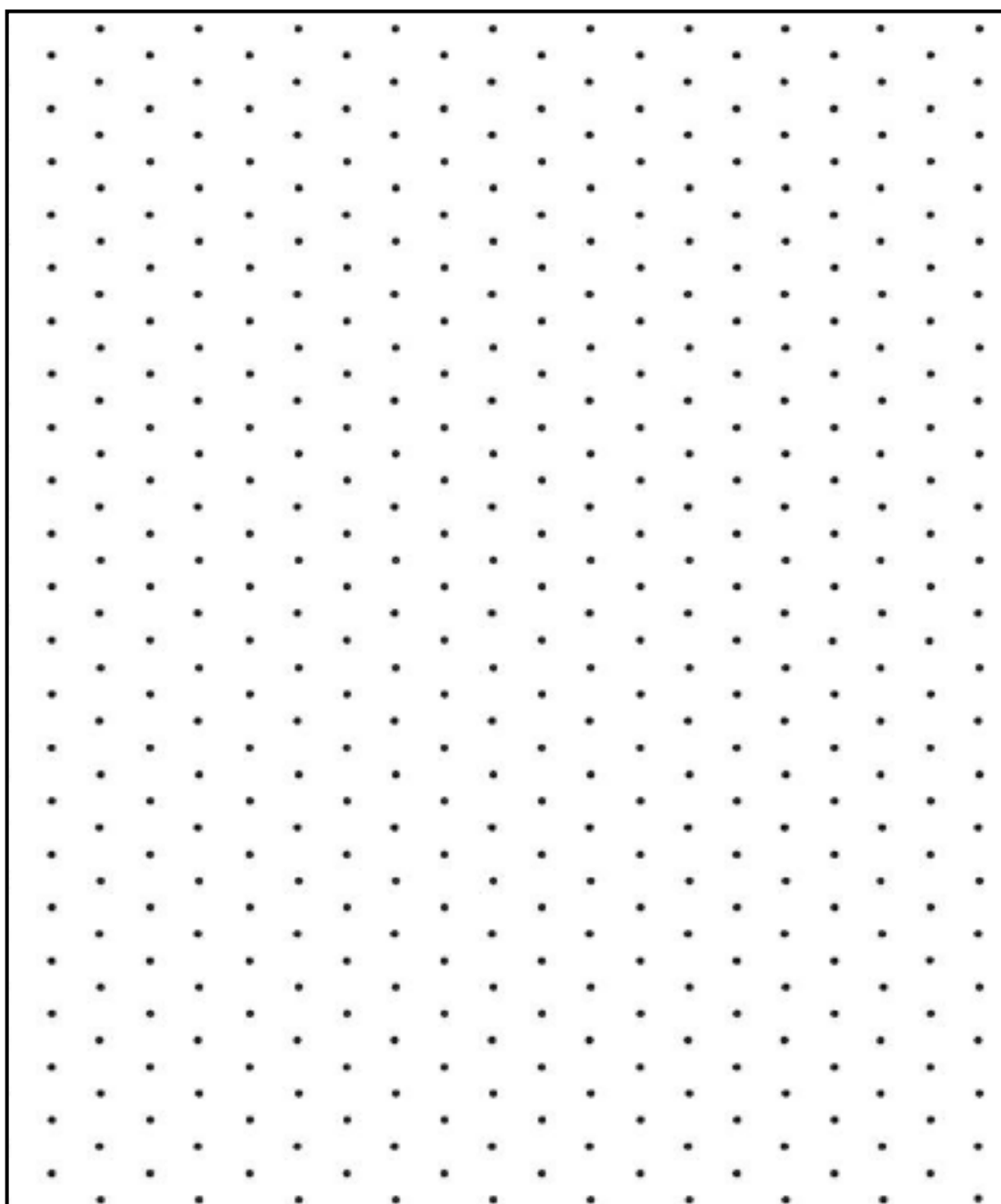
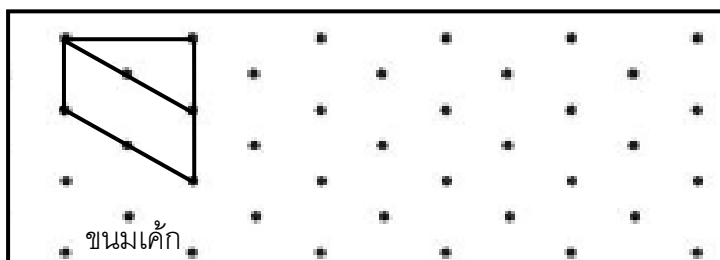
คำตอบ

ข้อ 5 ให้นักเรียนนำรูปเรขาคณิตจากที่กำหนดให้ตั้งแต่ 2 รูปขึ้นไป มาประกอบกันให้เป็นรูปภาพที่มีความหมายและมีความแปลกใหม่พร้อมทั้งตั้งชื่อภาพและเขียนไว้ใต้ภาพโดยการสร้างภาพเดียวกันสามารถใช้รูปที่กำหนดให้นั้นซ้ำกันได้แต่ห้ามเพิ่มเติมรูปอื่น ๆ ที่ไม่ได้กำหนดให้

			
ตัวอย่าง  โคมไฟ			

ข้อ 6 ให้นักเรียนสร้างรูปโดยลากเส้นตรงเชื่อมจุดให้มีความหมายและมีความแปลกใหม่ พร้อมทั้งตั้งชื่อภาพและเขียนไว้ใต้ภาพ

ตัวอย่างคำตอบ



เกณฑ์ในการให้คะแนน

ประเด็นที่ พิจารณา	ระดับคุณภาพและเกณฑ์			
	3	2	1	0
ความคิด สร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ องค์ประกอบ ด้านความคิด คล่อง ข้อ 1-2	สามารถเขียน ประโยค สัญลักษณ์จาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้ ถูกต้อง ตั้งแต่ 7 ข้อขึ้นไป	สามารถเขียน ประโยค สัญลักษณ์จาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้ ถูกต้อง 4 - 6 ข้อ	สามารถเขียน ประโยค สัญลักษณ์จาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้ ถูกต้อง น้อยกว่า 4 ข้อ	ไม่สามารถเขียน ประโยค สัญลักษณ์จาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้ ถูกต้อง
ความคิด สร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ องค์ประกอบ ด้านความคิด ยืดหยุ่น ข้อ 3-4	สามารถเขียน วิธีการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้ ถูกต้อง ตั้งแต่ 4 กลุ่มขึ้นไป	สามารถเขียน วิธีการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้ ถูกต้อง 2 - 3 กลุ่ม	สามารถเขียน วิธีการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้ ถูกต้อง น้อยกว่า 2 กลุ่ม	ไม่สามารถเขียน วิธีการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ได้ ถูกต้อง
ความคิด สร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ องค์ประกอบ ด้านความคิด ริเริ่ม ข้อ 5-6	สามารถสร้างรูป ที่มีลักษณะแปลก ใหม่แตกต่าง ได้ถูกต้อง เหมาะสมจาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้และมี นักเรียนเพียง 1-2% ของจำนวน นักเรียนที่ใช้วิธีนี้	สามารถสร้างรูป ที่มีลักษณะแปลก ใหม่แตกต่าง ได้ถูกต้อง เหมาะสมจาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้และมี นักเรียน 3-5% ของจำนวน นักเรียน ที่ใช้วิธีนี้	สามารถสร้างรูป ที่มีลักษณะแปลก ใหม่แตกต่าง ได้ถูกต้อง เหมาะสมจาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้และมี นักเรียนที่ใช้วิธีนี้ 6% ขึ้นไป	ไม่สามารถสร้าง รูปที่มีลักษณะ แปลกใหม่ แตกต่าง ได้ถูกต้อง เหมาะสมจาก สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ กำหนดให้ได้

เกณฑ์ประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คะแนนเต็ม 18 คะแนน

ช่วงคะแนน	ความหมาย
15 ขึ้นไป	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก
10-14	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดี
5-9	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้
0-4	มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ



บรรณานุกรม

- Akgul, S., & Kahveci, N. G. (2016). A study on the development of a mathematics creativity scale Eurasian Journal of Educational <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2016.62.5>
- Anna Craft. (1999). *Creative Across the Primary Curriculum*. London and New York: The Taylor and Francis Group.
- Balka, D. S. (1974). *The Development of an Instrument to Measure Creative Ability in Mathematics*. Dissertation Abstracts International. 98–A.
- Balka, D. S. (1974). "Using Research in Teaching : Creative Ability in Mathematics". *Arithmetic Teacher*.21(7), 633-636.
- Burns, D. E. (1995). *Think Skill Planning Guide*: Mimeographed.
- Chamberlin, Scott A, & Moon, S. M. (2005). Model-Eliciting Activities as a Tool to Develop and Identify Creatively Gifted Mathematicians. <https://eric.ed.gov/?id=EJ746044>
- Cropley, A. J. (1966). Creative and Intelligence. *The British Journal of Educational Psychology*, 36(11), 259-266.
- Einav Aizikovitsh-Udi. (2014). The Extent of Mathematical Creativity and Aesthetics in Solving Problems among Students Attending the Mathematically Talented Youth Program. http://file.scirp.org/pdf/CE_2014031217160229.pdf
- Eric, & Chan Chun Ming. (2008). The Use of Mathematical Modelling Tasks to Developing Creativity. Proceedings of the Discussing Group 9 *Promoting Creativity for all students in Mathematics Education of the 11th International Congress on Mathematical Education*, 2008 July 6-13; Monterrey, Mexico, 207- 216.
- Eric Louis Mann. (2005). Mathematical Creativity and School Mathematics. *Indicators of Mathematical Creativity in Middle School Students*.
- Gerhard, M. (1971). *Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcome Approach*. New York: Parker Publishing.
- Guilford, J. P. (1962). Factors that Aid and Hinder Creativity. *New York : Teachers College Record*.
- Haylock, D. W. (1985). Conflicts in the assessment and encouragement of mathematical

- creativity in schoolchildren. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 16, 547-553.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics*. 18(1), 59-74.
- Haylock, D. W. (1997). Recognizing mathematical creativity in schoolchildren. *International Reviews on Mathematical Education*. 29(3), 68-74.
- Helena Margaretha Wessels. (2014). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities. <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/modelling/article/view/4048>
- Kissane, B. V. (1988, October). "Mathematical Investigation. Description, Ration and Example". *Mathematics Teacher*. 81(7), 520-528.
- Leikin, R., & Lev, M. (2009). Multiple solution task as a magnifying glass for observation of Mathematical creativity. <http://www.emis.de/proceedings/PME31/3/161.pdf>
- Lesh, R., & et al. (2000). Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers. In A. Kelly, R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education*. (pp. 591-646). Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey.
- Lesh, R., & English, L. D. (2005). Trends in the evolution of models and modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. In H. Chick & J. Vincent (Eds.), *Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group f*.
- Liljedahl & Sriraman. (2006). Musing on mathematical creativity. *For the learning of mathematics*, 26(1), 20-23.
- Limbach, Barbara, & Waugh, W. (2010). Developing higher level Thinking. *Instruction Pedagogies*. (3), 2-7.
- Mehdi Nadjafikhaha, Narges Yafthianb, & Shahrnaz Bakhshalizadeh. (2012). Mathematical creativity: some definitions and characteristics. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811029855>
- Mile, A. (1961). *Creativity in Teaching*. California: Wadsworth Publishing company.
- Osborn, A. F. (1963). *Applied Imagination*. New York: Charles Joribnes & Son.

- Pooja Walia. (2012). Achievement in relation to mathematical creativity of eighth grade students. <http://oldisrj.lbp.world/ArchiveArticle.aspx?ArticleID=808>
- Roy. S. (1982). "Mathematical Creativity – can it be taught at an early age?.". *International Journal of Mathematics Educational in Science and Techniques*. 13(2), 143 – 147.
- Torrance, E. P. (1971). Creativity and Infinity. *Journal of Research and Development in Educational*.
- Wallach and Kogan. (1965). "A new look at the creativity-Intelligence distinction". *Journal of Personality*. 33, 367-369.
- Wallach Michael A, & Kogan Nathan. (1965). *Modes of Thinking in Young Children: A Study of the Creativity - Intelligence Distinction*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). ความคิดสร้างสรรค์ หลักการทฤษฎีการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2557). รายงานการติดตามและ ประเมินผลการจัดการศึกษาตามนโยบายด้านการศึกษารัฐบาล ปี 2556. กรุงเทพฯ: พรินทติ้งกราฟฟิค.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). การคิดเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ชัสเชส มีเดีย.
- เกษร ธรรมเกษร. (2546). ผลการศึกษาสมรรถภาพทางสมองด้านความคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญาณิพนธ์ กศ. ม. (การวัดผลการศึกษา)).
- ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ วี. พรีน (1991).
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 12). นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ จำกัด.
- ทิตนา แหมมณี. (2557). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นริศรา หาทอม. (2554). การพัฒนารูปแบบโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกลไกและความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน)).
- ประจักษ์ ปฏิทัศน์. (2559). การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์.
- ประทุม อังกูรโรหิต. (2556). ปรัชญาปฏิบัตินิยม รากฐานปรัชญาการศึกษาในสังคมประชาธิปไตย (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประทุมวัลย์ ทองมนต์. (2552). เรื่องการปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา).
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5 ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.
- พาสนา จุลรัตน์. (2548a). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พาสนา จุลรัตน์. (2548b). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พินดา วราสุนันท์. (2556). ย้อนรอยการประเมินสู่มุมมองการประเมินในอนาคต. วารสารการวัดผลการศึกษา, ปีที่ 30(ฉบับที่ 88), หน้า 12-21.
- ภาวณิ ยินดี. (2556). การวิจัยแก้ปัญหาพัฒนาการเรียนรู้นักเรียนโดยใช้เทคนิคการเสริมแรง. วารสารการวัดผลการศึกษา, ปีที่ 30(ฉบับที่ 88), หน้า 53-61.
- เมริกา ตรรกวาทการ. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน)).
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- รุ่งนภา นรมาตย์. (2556). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เงิน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ ศษ.

ม. (หลักสูตรและการสอน)).

รุจิอาภา รุจิยาพนนท์. (2550). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาและการสอน)).

ละมัย แก้วสุวรรณ. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศึกษาศาสตร์)).

ลักขณา สริวัฒน์. (2558). การรู้คิด (*Cognition*). กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

วชิราภรณ์ กุดแถลง. (2553). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกมคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)).

วรรณารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และ วงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน)).

วิฟาร์ เลิศสมิตพร. (2558). การวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว *Model-Eliciting Activities* ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน)).

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). รายงานประจำปี 2561. กรุงเทพมหานคร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ. (2555a). การ วัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดเคชั่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ. (2555b). ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัท 3 - คิวมีเดีย จำกัด.

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. (2553). ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ระบบการประเมินคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). รายงานวิจัย เรื่อง หุ่นส่วนการศึกษาระหว่างภาครัฐกับเอกชนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์; และคณะ. (2552). พัฒนาทักษะการคิด พิชิตการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เลียงเชียง.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)).
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2559). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ คำมูล. (2549). กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- อรรควิช จารึกจาริต. (2557). ผลของการใช้โปรแกรมพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะจิตวิทยา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์)).
- อชรา เอบสุขสิริ. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อันทิชา วิจารณ์รัตน์. (2557). การออกแบบและพัฒนาหนังสือของเล่นเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาทักษะทางความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กช่วง อายุ 4-5 ปี. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญานิพนธ์ ศป.ม. (นวัตกรรมการออกแบบ)).
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี พันธุ์มณี. (2557). ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. (2555). ทักษะการคิด พัฒนาอย่างไร. กรุงเทพฯ: อินทร์ณ.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ธัญญฐิตา วงษ์เคี่ยม
วัน เดือน ปี เกิด	18 มิถุนายน พ.ศ.2521
สถานที่เกิด	กาญจนบุรี
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 10 ถนน พระราม 2 เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

