

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 5)
2. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. แผนการจัดการเรียนรู้
6. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 5)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึง รายละเอียดของหลักสูตรตามหัวข้อต่อไปนี้ (กรมวิชาการ. 2544 : 1 – 6)

ความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้มีความสมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย และจิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับ

ผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำอธิบาย บทนิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล สร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์เป็นความถูกต้อง เทียงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุ เป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ข้อสรุป และนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์เป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ

วิสัยทัศน์การเรียนรู้

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้อคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ สามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐาน สำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์ต่อ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

คุณภาพของผู้เรียนตามหลักสูตร

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาระดับพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์พัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ดังนี้ มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การมีความสามารถในการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย

มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

คุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อจบช่วงชั้นที่ 4

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริงและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
3. มีความเข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
4. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
5. สามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
6. สามารถสำรวจ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้
7. นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้
8. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

- สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
- สาระที่ 2 การวัด
- สาระที่ 3 เรขาคณิต
- สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค : 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค : 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค : 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค : 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 : การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้การนึกภาพ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Mode)

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ
การนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง
คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คำอธิบายรายวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณและฝึกการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

จำนวนเชิงซ้อน จำนวนเชิงซ้อน กราฟและค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อน จำนวน
เชิงซ้อนในรูปพิกัดเชิงขั้ว สมการพหุนาม

กราฟเบื้องต้น กราฟ กราฟออยเลอร์ การประยุกต์ของกราฟ

ความน่าจะเป็น กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ ทฤษฎี
บททวินาม ความน่าจะเป็น และกฎสำคัญบางประการของความน่าจะเป็น

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยปฏิบัติ
จริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ / กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา
การให้เหตุผลการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ ด้านความรู้ ความคิด
ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์
รวมทั้งเห็นคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบระเบียบ
รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตัวเอง

การจัดการประเมินผลใช้วิธีการหลากหลายตามสภาพความเป็นจริงของเนื้อหาและทักษะ
ที่ต้องการวัด

จากมาตรฐาน สาระการเรียนรู้ และคำอธิบายรายวิชา สามารถกำหนดโครงสร้างเวลา
เรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างเวลาเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ / สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	จำนวนเชิงซ้อน	28
	1.1 จำนวนเชิงซ้อน	8
	1.2 กราฟและค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อน	7
	1.3 จำนวนเชิงซ้อนในรูปพิกัดเชิงขั้ว	7
	1.4 สมการพหุนาม	6
2	กราฟเบื้องต้น	17
	2.1 กราฟ	7
	2.2 กราฟออยเลอร์	5
	2.3 การประยุกต์ของกราฟ	5
3	ความน่าจะเป็น	15
	3.1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ	3
	3.2 วิธีเรียงสับเปลี่ยน	4
	3.3 วิธีจัดหมู่	3
	3.4 ทฤษฎีบททวินาม	1
	3.5 ความน่าจะเป็น และกฎสำคัญบางประการของความน่าจะเป็น	4
รวม		60

จากการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้มุ่งเน้นเพื่อเป็นทักษะพื้นฐานและเครื่องมือในการเรียนรู้สาระต่างๆ ตลอดจนพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเอง มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่กำหนดไว้นี้ เป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับทุกคน สำหรับสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สถานศึกษาสามารถปรับให้สอดคล้องกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียนในแต่ละชั้นได้ จากการพิจารณาในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา

ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้
 โรม วงศ์ประเสริฐ (2545 : 11) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การกระทำ
 รูปแบบหนึ่งซึ่งผู้ดำเนินการ ในที่นี้อาจเป็นผู้ดำเนินการจัดการอบรมหรือครูผู้สอนดำเนินการจัดขึ้น
 เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีพัฒนาการและเปลี่ยนแปลงไปตามความมุ่งหมายของการดำเนินการนั้น ๆ
 กิจกรรมสามารถประยุกต์ใช้ในการจัดอบรมหรือการจัดการเรียนรู้ได้ทุกประเภท

วิไลนาพร ระวังทุกข์ (2545 : 20) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สภาพการ
 เรียนรู้ที่กำหนดขึ้นเพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด การออกแบบ
 กิจกรรมการเรียนรู้ควรเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและสภาพแวดล้อม
 การเรียนรู้ต่าง ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2546 : 126) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การที่ผู้เรียน
 ปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อการเรียนรู้

กู๊ด (Good, 1973 : 164) ให้ความหมายของกิจกรรมไว้หลายความหมาย ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สภาพการเรียนทั้งชุด ที่ผู้เรียนกระทำด้วยความเต็มใจ
 เพราะการกระทำเช่นนี้ จะนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายที่คาดหวังไว้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง เป็นกิจกรรมที่เริ่มต้นจากสิ่งที่น่าสนใจชนิดใหม่ ทำให้
 เกิดความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการคิดและการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง เป็นการเล่นหรือทำงาน ซึ่งเกิดจากแนวความคิดหรือ
 ความรู้สึกของผู้ทำ ซึ่งแสดงออกมาในรูปที่ซับซ้อน เพื่อสื่อความเข้าใจให้ผู้อื่นทราบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สภาพการเรียนรู้ที่
 กำหนดขึ้นเพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายหรือมีพัฒนาการและเปลี่ยนแปลงไปตามจุดประสงค์ การ
 เรียนรู้ที่กำหนด

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาเป็นหนึ่งในหลายวิธีการจัดกิจกรรม
 การเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน มีนักการศึกษาหลายท่าน
 ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาไว้ ดังนี้

ดังก์เกอร์ (Duncker, 1945 : 5) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้ง
 ปัญหา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งโดยครูผู้สอนจะนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย
 ความคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดหาหนทางหรือวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้

ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้นเสนอต่อชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้ช่วยกันคิดหาวิธีแก้ปัญหานั้น

บราว และ วอลเตอร์ (Brown and Walter. 1993 : 10 – 12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนช่วยกันคิดหาวิธีแก้ปัญหาคือสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตใจเป็นนักผจญภัย กล้าเสี่ยงผู้เรียนเป็นอิสระในการคิดและตอบคำถาม ช่วยพัฒนาความรู้สึกละกระบวนกรคิดของผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองต่อปัญหาได้เป็นอย่างดี

มาโมนาและดาวส์ (Mamona and Downs. 1993 : 41 – 47) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งในการหาคำตอบหรือผลลัพธ์ของปัญหา โดยครูหรือนักเรียนเป็นผู้นำเสนอปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดหาหนทางหรือวิธีในการแก้ปัญหานั้น ๆ

สโตยาโนวา (Stoyanova. 2000 : 33 – 37) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้ตั้งปัญหาเพื่อให้ นักเรียน ได้ร่วมกันคิดแก้ปัญหาค้างกล่าวนั้น หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งปัญหาแล้วให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยกันแก้ปัญหาก็ได้

ซิลเวอร์ (Silver. 1993 : 66 – 85) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา หมายถึง ยุทธวิธีการเรียนการสอนแบบหนึ่งที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยครูผู้สอนตั้งปัญหาหรือกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนช่วยกันแก้ปัญหานั้น ๆ เป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ (2547 : 1 ; อ้างอิงมาจาก สุริยเสถ สุขแสวง. 2548 : 14) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่ครูผู้สอนมุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกของความเป็นจริง โดยผู้สอนจะใช้วิธีการตั้งปัญหาหรือเสนอปัญหาที่ท้าทายหรือซับซ้อน เพื่อยั่วให้นักเรียนสนใจ กระหายที่จะใช้ศักยภาพที่ตนเองมีอยู่ในการแก้ปัญหา เกิดความสนใจและเกิดความท้าทายที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนมุ่งนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายหรือซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับโลกของความเป็นจริง เพื่อนำเสนอต่อผู้เรียน แล้วกระตุ้นหรือยั่วให้ผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพของตนเองในการคิดหาหนทางหรือวิธีแก้ปัญหานั้น รวมทั้งเปิดโอกาส

ให้ผู้เรียนได้ตั้งปัญหาหรือนำเสนอสถานการณ์ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหาหนทางหรือวิธีแก้ปัญหานั้นๆ เป็นยุทธวิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด ฟิสิกส์ทักษะการคิด ฟิสิกส์ทักษะการแก้ปัญหาและช่วยพัฒนาความสามารถในการปัญหาของผู้เรียน

ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา

ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีนักการศึกษาเสนอขั้นตอนไว้ดังนี้

กอนซาเลส (Gonzales. 1998 : 448 – 453) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้น (Getting Started) ครูกล่าวถึงสาระที่จะเรียนในชั่วโมงนี้ โดยกล่าวถึงความสำคัญและเป้าหมายของเรื่องที่จะเรียน โดยครูสอบถามผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่จะเรียนมาบ้างแล้วหรือไม่อย่างไร ครูให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่นักเรียนรู้และเข้าใจก่อนที่จะเริ่มเรียนเนื้อหาในชั่วโมง ครูพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนเนื้อหาในวันนี้

ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน (Posing a Related Problem) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนในชั่วโมงนี้ต่อผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอปัญหาด้วย

สำหรับปัญหาที่ครูนำเสนอนั้น ครูควรนำเสนอปัญหาพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนให้กับนักเรียนก่อน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้พบกับปัญหาที่นักเรียนจะต้องช่วยกันหาวิธีแก้ นักเรียนสามารถถามครูผู้สอนในกรณีที่สงสัยว่าปัญหาที่ครูนำเสนอนั้นยังไม่ชัดเจนเพื่อให้ครูได้อธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แล้วนักเรียนจดบันทึกปัญหาดังกล่าวไว้ สำหรับจุดประสงค์ของขั้นการนำเสนอปัญหานั้นเพื่อต้องการให้ผู้เรียนได้ช่วยกันขยายความของปัญหา เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งจะได้อธิบายที่สมบูรณ์และชัดเจนขึ้น

ตัวอย่างของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอ

“รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีปริมาตร 3 ลูกบาศก์นิ้ว พื้นที่ผิวทั้งหมดของรูปทรงทาดด้วยสีแดง ถ้าตัดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากดังกล่าวออกเป็น 3 ส่วน ส่วนละ 1 ลูกบาศก์นิ้ว จงหาว่าลูกบาศก์แต่ละลูกจะมีส่วนของหน้าลูกบาศก์ที่ทำด้วยสีแดงกี่ส่วน”

หลังจากนั้นนักเรียนช่วยกันพิจารณาว่าปัญหาที่ให้มาสมบูรณ์ ชัดเจนหรือไม่อย่างไร นักเรียนสามารถนำเสนอปัญหาของนักเรียนเองที่มีลักษณะเช่นเดียวกันกับปัญหาที่นำเสนอข้างต้นได้

ขั้นที่ 3 มอพบหมายงาน (Generating a Task) ครูมอบหมายงานจากปัญหาหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้บทสนทนา สรุปรวมบทสนทนา และเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา โดยครูอาจแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 – 5 คน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มให้มีการคัดเลือกประธานกลุ่มกลุ่มละ 1 คน โดยประธานกลุ่มมีหน้าที่ในการรวบรวมปัญหาที่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มนำเสนอ หลังจากนั้นสมาชิกในกลุ่มช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว แต่ละกลุ่มสามารถแลกเปลี่ยนปัญหาระหว่างกลุ่มได้

ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ (Finding Mathematics Situations) โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียนในวันนี้ นักเรียนในกลุ่มช่วยกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นว่าสถานการณ์ที่เพื่อนนักเรียนนำเสนอเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับหัวข้อที่เรียนในวันนี้หรือไม่อย่างไร

สำหรับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำเสนอ นั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลของสถานการณ์และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สำหรับแหล่งของข้อมูลที่นักเรียนสามารถค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้นั้นมีมากมาย เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร อินเทอร์เน็ต หนังสือเรียนต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา สังคมศึกษา หรือภาษาต่าง ๆ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ต่างๆที่นักเรียนเคยได้รับที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เป็นต้น และนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มอื่นๆ ได้

ขั้นที่ 5 สร้างเป็นโจทย์ปัญหา (Generating Problem) สืบเนื่องจากขั้นตอนที่ 4 หลังจากนักเรียนได้ช่วยกันคิดค้นหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียนในวันนี้ แล้วนำเสนอปัญหาดังกล่าวเพื่อให้เพื่อนนักเรียนได้ช่วยกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถของตนเองในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้คิดขึ้น ในแต่ละกลุ่มรวบรวมปัญหาที่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มสร้างขึ้น แล้วพิจารณาว่าปัญหาใดเป็นปัญหาที่ดี ปัญหาใดมีข้อบ่งชี้และควรแก้ไขอย่างไรก่อนที่จะนำเสนอปัญหาดังกล่าวในชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มอื่นได้พิจารณาและหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่ (A New Beginning) ครูให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งปัญหา โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะในการตั้งปัญหาของผู้เรียน เช่น ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทั้งนี้กิจกรรมต่างๆ เช่น การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดสามารถใช้เป็นกิจกรรมในการพัฒนาทักษะในการตั้งปัญหาของนักเรียนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาตามแนวคิดของกอนซาเลสประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นที่ 1 เริ่มต้นขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 5 สร้างเป็นโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน และ พินกรี (Anderson and Pingry, 1973 : 228) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และการตัดสินใจ ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้

ครูลิก และ รูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993 : 6) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในตัวปัญหานั้นไม่ได้รับรู้วิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาก็ต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหาจึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ปรีชา เนาวีเย็นผล (2538 : 52) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้

ยุพิน พิพิธกุล (2542 : 5) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามา

แก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544 : 10) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาคำถามต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการอาจเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยคุ้นเคยมาก่อน ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1973 ; อ้างอิงมาจาก มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2537 : 8) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือในเชิงปฏิบัติ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการ หรือหาเหตุผลก็ได้ ปัญหาให้ค้นหามีส่วนสำคัญแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

- 1.1 สิ่งที่ต้องการหา
- 1.2 สิ่งที่กำหนดให้
- 1.3 เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหาคับสิ่งที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ปัญหาประเภทนี้มีจุดประสงค์ให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือ ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์ส่วนใหญ่สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

- 2.1 สิ่งที่กำหนดให้ หรือ สมมติฐาน
- 2.2 สิ่งที่ต้องพิสูจน์ หรือ ผลสรุป

เรย์ ซายดัม และ ลินควิสต์ (Reys. Susdam and Linguist. 1995 : 29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาคงต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ปริษา เนาวีเย็นผล (2538 : 53) ได้จำแนกปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการคำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาคือต้องประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำไปใช้และเกณฑ์ในการจำแนก

ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี

โคลด์ (Clyde, 1967 : 108) ได้เสนอแนะถึงการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีว่าควรจะมีลักษณะดังนี้

1. ให้มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจจะเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหามในชีวิตประจำวันหรือมักจะเกิดกับบุคคลทั่วไปหรือมีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ควรใช้ภาษาหรือการบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์มาก่อน

กรมวิชาการ (2544 : 18) ได้อธิบายถึงลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ภาษาที่ใช้กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจง่าย

2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ทำท่ายความสามารถของนักเรียน

3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป

4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้น ๆ
5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัย เป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี
10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพหลายเส้น แผนภาพไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วย

ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี ควรเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน มีความทันสมัย มีข้อมูลที่เพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้ ใช้ภาษาที่เหมาะสม กระชับ รัดกุมถูกต้อง ไม่เป็นปัญหาที่ยากหรือง่ายเกินไป และควรมีวิธีในการหาคำตอบของปัญหาได้หลายวิธี

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957 : xvi – xvii) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหา โดยมองไปที่ตัวปัญหาว่ามีสิ่งใดบ้างในปัญหาที่เรายังไม่รู้ โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ เงื่อนไขของปัญหาคืออะไร เงื่อนไขที่กำหนดมาให้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ผู้เรียนต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้
 2. การวางแผนการแก้ปัญหา (Devise a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดว่าจะแก้ปัญหาคด้วยวิธีใด เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หาคำกับข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้
 3. การดำเนินการตามแผน (Carry out the plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาคด้วยวิธีการคิดคำนวณ ใช้สมบัติ กฎ หรือ สูตร ที่เหมาะสมมาใช้
 4. ตรวจสอบ (Look back) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่
- ครูลิก (Krulik. 1987 ; อ้างอิงมาจาก ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2536 : 37 – 38) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบตรงจุด (Heuristic) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การอ่าน โจทย์ (Read) ประกอบด้วย การบันทึกคำสำคัญจาก โจทย์ การอธิบาย ปัญหา การทวนปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง บอกว่า โจทย์ถามอะไร และบอกว่า โจทย์กำหนด ข้อมูลใดมาให้บ้าง

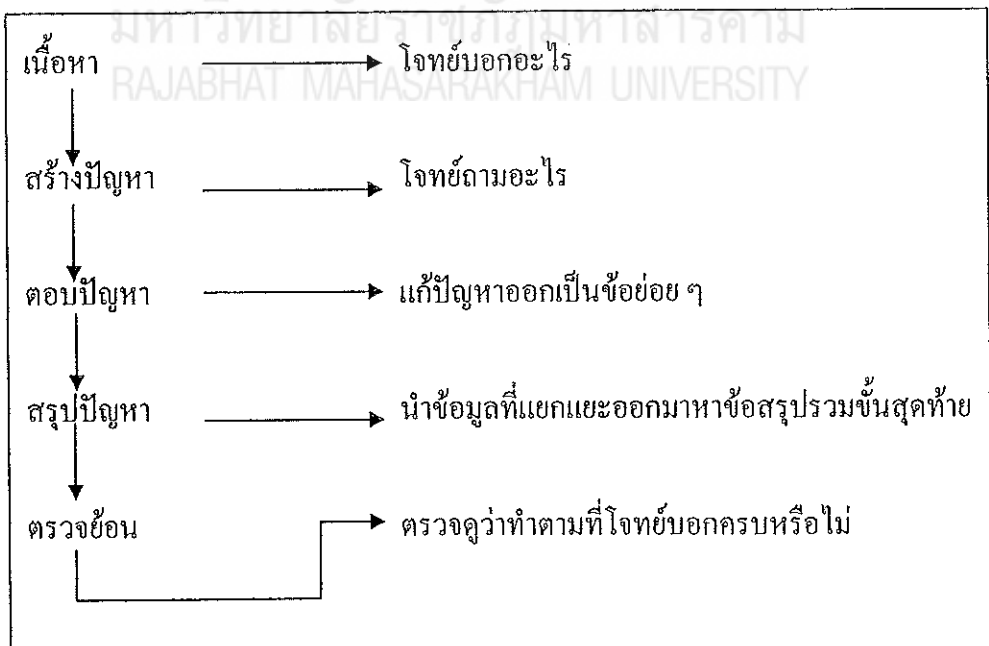
2. การสำรวจรายละเอียดของปัญหา (Explore) ประกอบด้วย การจัดระบบข้อมูล การบอกว่า ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ การบอกว่า ข้อมูลมากเกินไปหรือไม่ การวาดรูป หรือ ไดอะแกรม และการเขียนแผนภูมิหรือตาราง

3. การเลือกยุทธวิธี (Select a Strategy) ประกอบด้วย การระลึกรูปแบบการทำงาน ย้อนกลับ การคาดคะเนและการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์หรือการทดลองการเขียน โครงสร้างในการจัดระบบ หรือรายการที่จะช่วยในการแก้ปัญหา การอุปนัยทางตรรกะและการแบ่ง ปัญหาออกเป็นตอน ๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหา

4. การลงมือแก้ปัญหา (Solve) ประกอบด้วย การดำเนินการตามแผน การใช้ทักษะ ทางด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์และการใช้ตรรกะเบื้องต้น

5. การพิจารณาคำตอบและการขยายผล (Review and Extend) ประกอบด้วย การ ทบทวนคำตอบ การพิจารณาข้อความปัญหาบางตอนที่ น่าสนใจ การใช้คำถาม ถ้า...แล้ว (if...then) และการอภิปรายการแก้ปัญหา

ยูพิน พิพิธกุล (2530 : 136) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้



สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543 : 44) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิตาราง
2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุและหาหนทางที่จะแก้ปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวาง โครงการหายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. แก้ปัญหาโดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ซึ่งอาจจะมี ความจำเป็นต้องการ คำนวณช่วย
5. ตรวจสอบผล เป็นการทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นต้นต้องทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อสำรวจรายละเอียดต่าง ๆ ของปัญหาก่อน หลังจากนั้นควรวางแผนการแก้ปัญหาว่าจะดำเนินการแก้ปัญหาย่างไร แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และควรมีการตรวจสอบผลการแก้ปัญหาในตอนท้ายด้วย

องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ ไคลด์ (Clyde. 1967 : 112) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้ นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สติปัญญา

ไฮเมอร์และทรูบรูด (Heimer and Trueblood. 1978 : 30 – 32) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ใน โจทย์คำถามจะช่วยให้ นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา
2. ทักษะการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. การคาดคะเนคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

ทางคณิตศาสตร์

บาร์คูดี (Baroody. 1993 : 2 – 10) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน
3. องค์ประกอบทางการตั้งแระหัดความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถสนองตอบได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญคือความสามารถทางความคิดและสติปัญญา ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิด วิธีการสอนของครูเพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนี้

บิทเตอร์ (Bitter. 1990 : 43 – 44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ความเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหานั้น ๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหานั้นให้นักเรียนทราบ

5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อหน่ายกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ

6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อ โดยวิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหานั้นได้

8. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

9. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2536 : 165 – 167) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน

2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอ那就ต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว

3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา

4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลางและง่ายเพื่อให้ นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับทุกคน

5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้น ๆ หรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไรและโจทย์กำหนดอะไรมาให้

6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้

8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้น ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย ๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543 : 48) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ คือ

1. ทักษะในการทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างตรงประเด็น
2. ทักษะในด้านการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง
3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจหลาย ๆ รูปแบบเหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียนมาให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาโดยการอภิปรายร่วมกัน ฝึกการคิดเป็นลำดับขั้นตอน ให้ความเวลาในการคิดและการลงมือแก้ปัญหากับนักเรียนและฝึกให้นักเรียนรู้จักการคาดคะเนคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, สรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และความสามารถในการตรวจสอบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ถือว่าเป็นคุณลักษณะทางความคิดอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของบุคคล การที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากอดีตจนกลายเป็นโลกแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการสื่อสารไร้พรมแดน การดำเนินชีวิตของบุคคลสะดวกสบายขึ้นในปัจจุบัน เหล่านี้ล้วนเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลทั้งนั้น ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยทั้งความคิด และจินตนาการที่ไม่ยึดติดอยู่ในสภาวะการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ และมีความเพียรพยายาม มุมานะจนกระทั่งคิด ได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ติดตัวบุคคลมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์จะทำให้เป็นบุคคลที่มีอิสระทางความคิด มีความคิดที่อยู่นอกรอบและสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เสมอ

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้แตกต่างกันดังนี้
 ออสบอร์น (Osborn, 1963 : 14) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ซึ่ง
 สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการเชิงประยุกต์ ซึ่งเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้าง
 ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ตนเองประสบอยู่ แต่ไม่ใช่จินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอยทั่วไป โดยที่ความคิด
 จินตนาการเป็นลักษณะที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการคิดค้น หรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่
 และเป็นประโยชน์ต่อสังคม แต่ความคิดจินตนาการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิต
 สร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการที่ควบคู่ไปกับการเพียร
 พยายามอดสาหัส ซึ่งสามารถทำให้งานที่สร้างสรรค์สำเร็จลงได้

เวสต์คอต และ สมิธ (Westcott and Smith, 1967 : 221) ได้อธิบายความหมายของ
 ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่รวมถึง
 ประสบการณ์เดิมของแต่ละคนออกมา แล้วนำมาจัดให้เป็นรูปแบบใหม่ โดยรูปแบบใหม่ของ
 ความคิดนี้เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคน

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 61) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า
 “ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิด
 หลากหลาย หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล โดยลักษณะความคิดในลักษณะนี้นำไปสู่ความคิดการ
 ประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึงการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ”

ทอเรนซ์ (Torrance, 1973 : 42) ได้กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการของ
 ความรู้สึกที่ไวต่อปัญหา สิ่งที่ยกพร่องหรือขาดหายไป ไวต่อการแยกแยะปัญหา ไวต่อการ
 ค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ไวต่อการคาดคะเนและการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ขาดหายไป แล้ว
 รวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น”

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2537 : 2) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้
 ซึ่งสรุปได้ดังนี้ ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนยากแก่การให้คำจำกัดความที่แน่นอน
 ตายตัวแต่ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องเป็นงานที่แปลกใหม่และ
 มีคุณค่าถ้าพิจารณาในเชิงกระบวนการ กระบวนการความคิดสร้างสรรค์คือ การเชื่อมโยงสัมพันธ์
 สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน ถ้าพิจารณาในเชิงบุคคล บุคคลนั้น
 จะต้องเป็นคนที่มีความแปลกเป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นผู้ที่มีความคิดคล่อง (Fluency)
 มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้น ๆ ได้ (Elaboration)

ชัยศักดิ์ ดีลาจรัสกุล (2542 : 45) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า
 “ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่

นอกเหนือไปจากการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า”

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 : 29) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด”

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถคิดได้อย่างหลากหลาย กว้างไกลและลึกซึ้งโดยไม่ซ้ำแบบเดิม เพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญหรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ มีคุณค่าเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้ กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 145 – 151) เชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกมัย (Divergent Thinking) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมากในเวลาจำกัดและไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขได้หลายวิธี

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำความรู้เดิมมาคิดแปลงและประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973 : 91 – 95) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบของการเรียนการสอน ซึ่งได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการผลิตความคิดได้หลากหลายเพื่อสนองตอบต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะ เป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความแตกต่างไปจากคนอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มี ความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

นอกจากนี้ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตาม องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

เบิร์น (Burns, 1995 : 25 – 39) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตาม องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่าง รวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่า จากสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มี คำตอบใดผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องกาแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึก ร่วมกันทั้งชั้นหรือจัดกลุ่มก็ได้ ให้นักเรียนตั้ง โจทย์คำถามที่มีคำตอบเป็น 15 ซึ่งนักเรียนที่มี ความคิดคล่องสามารถคิด โจทย์คำถามได้หลายคำถาม และคิดได้อย่างรวดเร็ว

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มาก แตกต่างหลายทิศทางหรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคิดคล่องและต้อง คอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดร่วมกันทั้งชั้นหรือเป็น กลุ่มก็ได้

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลก ใหม่ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิดแล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทาง คณิตศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนบอกตัวเลขที่ชอบแล้วแสดงเหตุผล นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มสามารถ แสดงเหตุผลได้แตกต่างจากผู้อื่นและเหตุผลนั้นมีความถูกต้องด้วย

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของความคิดทาง คณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ ให้ละเอียดและน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูเริ่มต้นด้วยการตั้งหัวข้อเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์แล้วให้นักเรียนเสนอ

รายละเอียดให้มากที่สุดที่จะคิดได้ เช่น ให้นักเรียนต่อเติมรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนที่มีความละเอียดในการคิดสามารถเสนอรายละเอียดได้แตกต่างจากผู้อื่น และถูกต้องครบถ้วน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องร่วมกัน มี 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออ

กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์

การที่บุคคลจะกระทำการหรือแสดงพฤติกรรมเพื่อให้ผลงานที่มีความคิดสร้างสรรค์บรรลุตามจุดมุ่งหมาย จะต้องผ่านกระบวนการที่เป็นขั้นตอน ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งขั้นตอนกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้แตกต่างกันตามความสนใจ และจุดเน้นของแต่ละท่าน ดังนี้

ทอแรนซ์ (Torrance, 1963 : 47) ได้จำแนกกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์เป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การค้นหาความจริง (Fact finding) เป็นขั้นเกิดความรู้สึกกังวลหรือสับสนวุ่นวายในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร ต้องพิจารณาว่าสิ่งทำให้เกิดความรู้สึกเหล่านั้นคืออะไร
2. การค้นพบปัญหา (Problem finding) เป็นการเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นหรือมองเห็นปัญหาเมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว
3. การค้นพบแนวคิด (Idea finding) เป็นการรวบรวมความคิดและตั้งสมมติฐานแล้วรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น
4. การค้นพบคำตอบ (Solution finding) เป็นการค้นพบคำตอบหลังจากที่ทดสอบแนวคิดและสมมติฐาน
5. การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance finding) เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่า สิ่งที่ค้นพบจะนำไปสู่การเกิดแนวคิดและข้อค้นพบใหม่ต่อไปที่เรียกว่าสิ่งใหม่ที่ท้าทาย (New Challenge)

ออสบอร์น (Osborn, 1963 : 91 – 92) ได้แบ่งกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ปัญหา สามารถชี้ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการจะใช้ความคิดสร้างสรรค์
2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
3. วิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล คิดพิจารณา และแจกแจงข้อมูล

4. การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ และหาทางเลือกที่เป็นไปได้หลาย ๆ แนวทาง

5. การตกลึกความคิดและการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้เกิดความคิดบางอย่างขึ้นมาแล้วทำให้ความคิดนั้นชัดเจนยิ่งขึ้น

6. การสังเคราะห์และการบรรจุความคิดส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกความคิดให้ได้คำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด วอลลาซ และ โคแกน (Wallach and Kogan. 1973 : 12) ได้อธิบายกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเกิดจากความคิดในสิ่งใหม่ ๆ โดยอาศัยการลองผิดลองถูกซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นตอนที่อยู่ในความสับสนวุ่นวายทั้งข้อมูลเก่าและใหม่โดยข้อมูลที่อยู่ยังไม่สามารถจัดเป็นระบบได้ ซึ่งเป็นขั้นของการหยุดคิดเงียบ ๆ ชั่วคราว
3. ขั้นความคิดกระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นของการจัดระบบข้อมูลออกเป็นความคิดที่สามารถมองเห็นภาพชัดเจน
4. ขั้นทดสอบความคิดหรือพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ได้รับความคิด 3 ขั้นข้างต้น เพื่อพิสูจน์ว่าความคิดนี้เป็นจริงและถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนที่แตกต่างกัน แต่มีบางขั้นตอนที่แต่ละท่านได้แบ่งไว้เหมือนกันซึ่งได้แก่ ขั้นเตรียมหรือขั้นค้นหาความจริง ขั้นความคิดฟักตัวหรือตั้งสมมติฐาน ขั้นค้นพบคำตอบหรือขั้นคิดกระจ่าง และขั้นตรวจสอบผลหรือการพิสูจน์ผล

ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้ กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 54) กล่าวถึงบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านวิธีการคิดต่าง ๆ ดังนี้

1. มีความคิดคล่อง (Fluency) สามารถคิดได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมาก และไม่ซ้ำในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีการแก้ไขได้หลายวิธี

2. มีความคิดที่แปลกใหม่ (Novelty) สามารถคิดได้แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดา หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งเป็นความคิดที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

3. มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

4. มีความสามารถในการสังเคราะห์ (Synthesizing Ability) เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นจากความคิดที่ไม่เหมือนใคร

5. มีความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzing Ability) สามารถคิดแยกโครงสร้างออกเป็นส่วน ๆ และนำมารวบรวมประกอบให้เกิดสิ่งประดิษฐ์หรือผลงานชิ้นใหม่

6. มีการปรับเปลี่ยนหรือการให้นิยามใหม่ (Reorganization or Redefinition) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ขึ้น หรือตีความ ขยายความ และนำข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น

7. มีการคิดซับซ้อน (Complexity) สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่หลากหลายและถ่ายโยงความคิดไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. มีความสามารถในการประเมินค่า (Evaluation) การมองเห็นคุณค่าของงานที่สร้างสรรค์ขึ้นมาและสามารถประเมินค่าตนเองได้ตามความเป็นจริง

แอนเดอร์สัน และคณะ (Anderson and Others. 1970 : 90) ได้กล่าวถึงบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้ที่อุทิศให้กับงานและชอบทำงานที่ยากและหลากหลาย
2. ความมุ่งมั่นในการติดตามปัญหา
3. มีความสามารถในการสรุปใจความสำคัญ
4. สนุกกับการคิดในสิ่งที่ท้าทาย
5. มีจิตใจจดจ่ออยู่กับงานที่ทำ
6. ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
7. ไม่วิตกกังวลกับข้อผิดพลาดแต่นำข้อผิดพลาดมาเป็นบทเรียน
8. ไม่ด่วนสรุปเหตุการณ์ต่าง ๆ เร็วจนเกินไปก่อนที่จะสำรวจให้แน่ใจเสียก่อน
9. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ดีถึ้ว
10. ไวต่อการเปลี่ยนแปลงแต่ไม่พึงใจในสิ่งที่ไม่ถูกต้อง
11. ชอบแสดงออก กล้าแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
12. อยากรู้ อยากเห็น และชอบตั้งคำถามให้กับตนเองว่า “ทำไม” และ “อย่างไร”

เบอร์นาร์ด (Bernard. 1972 : 284) ได้ให้พรศนะเกี่ยวกับคนที่มีความคิดสร้างสรรค์สรุปได้ว่า เป็นผู้ที่สามารถแสดงออกถึงแนวคิดต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ปรับตนได้ดีในบรรยากาศที่เป็นอิสระ ไม่ชอบปิดกั้นการแสดงออก มีความคิดเป็นของตนเองมากกว่าที่จะคล้อยตามผู้อื่นเป็น

คนเปิดเผยและมีอารมณ์ขัน ชอบคิดชอบฝัน ขอมรับความรู้สึกรู้ใจของผู้อื่น มองโลกในแง่ดีและลักษณะของงานของเขาจะเป็นผลมาจากการใช้ความคิดหลายๆ แนวทาง

เดวิส และริมม์ (Davis and Rimm, 1994: 189 – 191) ได้สรุปเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. มีความคิดอ่อนกนัย คือ มีความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ
2. มีความรู้สึกไวต่อปัญหา คือ สามารถมองเห็นปัญหา ค้นพบข้อผิดพลาดและการตั้งคำถามที่ดีที่สุดกับตัวเอง
3. เข้าใจปัญหา คือ การค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา แยกประเด็นปัญหา ลำดับความยากง่ายของปัญหา แยกแยะปัญหาที่เป็นปัญหาย่อย ๆ เสนอทางเลือกในการตั้งประเด็นปัญหาและขยายปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
4. มีความสามารถในการคิดย้อนกลับ
5. สามารถคิดแบบอุปมาอุปไมย คือ สามารถเปรียบเทียบสิ่งที่คล้ายคลึงกันและสามารถจับคู่ความคิดให้เชื่อมโยงกันระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่
6. มีความสามารถในการประเมินค่า คือ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหาและการแก้ปัญหาและเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา
7. มีความสามารถในการวิเคราะห์ คือ สามารถวิเคราะห์รายละเอียดแยกย่อยได้
8. มีความสามารถในการสังเคราะห์ คือ สามารถมองเป็นความสัมพันธ์ แล้วนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน เพื่อใช้ในการทำงานอย่างสร้างสรรค์
9. มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการดัดแปลงความรู้นำไปใช้ให้เกิดสิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ ที่มีประโยชน์มากยิ่งขึ้น
10. มีความสามารถในการพยากรณ์หรือการคาดคะเน คือ สามารถคาดเดาถึงผลของการแก้ปัญหาหรือการคิดหาคำตอบได้หลายๆ วิธี
11. มีความสามารถในการรวบรวมความคิด คือ ความสามารถในการรวบรวมปัญหาสรุปประเด็นปัญหาและขมวดปมปัญหา
12. มีความคิดเชิงตรรกะ คือ ความสามารถในการมองปัญหาในลักษณะเหตุและผลให้สัมพันธ์กัน

อารี รังสินันท์ (2528 : 63) ได้สรุปลักษณะบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็น มีความใคร่รู้อยู่เป็นนิจ
2. ชอบเสาะแสวงหา สืบวิจัย ศึกษา ค้นคว้าและทดลอง

3. ชอบซักถามและถามคำถามแปลก ๆ
4. ช่างสงสัยมองสิ่งต่าง ๆ ด้วยความสนใจและอยากรู้อยากเห็นอยู่เสมอ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติหรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่ายและ

รวดเร็ว

6. ชอบแสดงออกมากกว่าชอบเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดจะถามหรือพยายามหาคำตอบ
โดยไม่รีรอ

7. มีอารมณ์ขันอยู่เสมอและมองสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมที่แปลก
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานในการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

สมศักดิ์ ภูวิภาคารวรรณ (2537 : 22 – 23) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิด
สร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. มีความเป็นตัวของตัวเอง ไม่กังวลต่อความคิดของกลุ่มและไม่จำเป็นต้องทำตาม
อย่างกลุ่มเสมอไป

2. มีความแน่วแน่ในการถ่ายทอดความรู้สึกรู้สึกหรือความเห็นของตนเองเพื่อให้คนอื่น
รับรู้โดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ตอบแทน

3. มีใจเปิดกว้าง ไม่สรุปสิ่งใดง่าย ๆ มักไม่เห็นว่าสิ่งใดผิด – ถูก มักมองดูทุกสิ่ง
อย่างลึก ๆ ดูถึงความหมายส่วนลึกและมีจินตนาการกว้างไกล

ชัยศักดิ์ ลีลาจรสกุล (2542 : 40) ได้กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
ไว้ดังนี้

1. มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงไปด้วยดี
2. ไม่ชอบทำตามอย่างผู้อื่น โดยไม่มีเหตุผล
3. มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงาน และมีความอดทนอย่างทรหด
4. มีความคิดค้ำใจหรือจินตนาการสูง
5. มีลักษณะความเป็นผู้นำ
6. มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง
7. ชอบรับประสบการณ์ใหม่ ๆ
8. นับถือตนเองและเชื่อมั่นในตนเองสูง
9. มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น

10. ยอมรับและสนใจสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ
11. มีความซบซึ้งในการรับรู้
12. กล้าหาญ กล้าเผชิญความจริง
13. ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผน
14. ไม่ยึดมั่น (Dogmatism) ในสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสุขและความพอใจของตนเอง

นอกจากนี้ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เฮลอค (Haylock. 1987 : 58) ได้กล่าวถึงผู้ที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงไว้ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีความรอบรู้และมีนโยบายเกี่ยวกับตนเองทางคณิตศาสตร์สูง
2. มีความคาดหวังที่จะคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ดีที่สุด
3. มีจินตนาการในการคิด กระทำในสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยด้วยความพยายาม
4. มีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือการทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์
5. ชอบที่จะคิดตอบคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แบบปลายเปิด
6. มีความคิดที่เป็นอิสระและมีความคล่องในทักษะการคิดและการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนปกติ
7. มีความคล่องและความคิดริเริ่มในการคิดหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น
8. มีความกล้าคิดกล้าเสี่ยงที่จะตอบคำถาม กล้าแสดงเหตุผลและกล้าคิดคำนวณเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
9. มีความสามารถในการคาดคะเนเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานแห่งความเป็นจริง
10. มีความคิดเป็นลำดับขั้นตอนและมีการจัดเรียงลำดับข้อมูลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างมีระเบียบกฎเกณฑ์
11. มีลักษณะเด่นในด้านพุทธิพิสัยและไม่จำกัดความคิดของตนเองในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เพียงอย่างเดียว

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ สามารถคิดได้หลากหลายแปลกแตกต่างจากผู้อื่นมีความเป็นตัวของตัวเอง ช่างจินตนาการ มีความคิดที่เป็นอิสระไม่ชอบทำตามผู้อื่น อยากรู้ อยากเห็น ช่างสังเกต มีความอดทน มีจิตใจจดจ่อกับงานที่ทำ กล้าคิดกล้าเสี่ยงที่จะตอบคำถามและมีการคิดเป็นลำดับขั้นตอน

แนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีอยู่ในตัวของบุคคลทุกคน แต่จะมีระดับความมากน้อยแตกต่างกันบ้างตามระดับอายุและวัฒนธรรม หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์ก็จะทำให้เป็นคนที่มีความอิสระทางความคิด มีความคิดที่อยู่นอกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เสมอ ดังนั้นนักการศึกษาจึงได้เสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

เดวิส (Davis. 1991 : 236 – 244) กล่าวถึงสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีเจตคติที่ดีและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
2. ครูควรพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านให้คำจำกัดความกระบวนการคิด วิธีการคิดและการตรวจสอบวิธีการคิด เป็นต้น
3. ครูควรจัดกิจกรรมหลายๆ รูปแบบให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
4. ครูควรฝึกให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ที่ได้รับไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ครูควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนด้วย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถและเจตคติที่ดีต่อการคิดสร้างสรรค์

กาลลาเซอร์ และกาลลาเซอร์ (Gallaher and Gallaber. 1994 : 343 – 344) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดหลักสูตร โดยเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ โน้ตสั้นมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย
2. จัดให้มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงานหรือทำโครงการต่างๆ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้เสนอความคิดในการจัดการเรียนการสอน

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหาและกลวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

สเติร์นเบอร์ก และ วิลเลียม (Sternberg and Williams. 1996 : 115) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลด้วยตนเองไว้ สรุปได้ดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจในการที่จะฝึกความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง
2. ฝึกการตั้งสมมติฐาน สันนิษฐานหรือคาดการณ์ล่วงหน้าโดยการตั้งคำถาม
3. เข้าใจการแก้ปัญหาและพยายามแก้ปัญหาให้ได้ถูกต้องชัดเจน
4. สร้างความคิดของตนเองให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. ให้เวลากับการฝึกความคิดสร้างสรรค์
6. ยอมรับข้อผิดพลาด กล้าฝ่าฟันอุปสรรคและความยุ่งยาก
7. กล้าแสดงออกและนำเสนอความคิดของตนเองต่อสาธารณชน
8. กระตุ้นให้เกิดการค้นพบสิ่งใหม่ที่แปลกใหม่และสามารถทำประโยชน์แก่ผู้อื่นได้
9. ปรับปรุงและเสริมสร้างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ให้สูงยิ่งขึ้น
10. หมั่นแสดงทรรศนะที่เป็นจินตนาการเพื่อให้เกิดกิจกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์

ที่แปลกใหม่

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542 : 48) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. ไม่จำกัดรูปแบบจนเกินไป ปล่อยให้ นักเรียนคิดอย่างอิสระ ซึ่งจะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

2. ให้โอกาสนักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ
3. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามถึงแม้จะไม่ตรงประเด็น
4. ครูไม่ควรดูถูกแนวคิดของนักเรียน
5. ไม่ควรมีกฎและระเบียบเข้มงวดจนเกินไป
6. ไม่ควรสร้างบรรยากาศให้เกิดความหวาดกลัว
7. หลีกเลี่ยงการลงโทษ
8. ครูควรสร้างแรงจูงใจ (Motivation)
9. ครูควรเสริมพลังใจ (Reinforcement)
10. ครูควรจัดกิจกรรมเสริมความคิดสร้างสรรค์

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542 : 161 – 162) ได้กล่าวถึงวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเองไว้ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1. ทำสิ่งที่คุ้นเคยให้แปลก การที่จะคิดเรื่องเดียวกันกับคนอื่นและคิดให้แปลกไปจากคนอื่นได้นั้นจะต้องฝึกหัดเป็นคนช่างสงสัยและบางครั้งต้องคิดแบบเรียบง่ายบ้าง อย่าคิดสลับซับซ้อนจนเกินไป เพราะสิ่งทั้งหลายที่อยู่รอบตัวเราบางครั้งก็เกิดขึ้นจากความคิดแบบพื้นฐานธรรมดา

2. ทำสิ่งที่แปลกให้คุ้นเคย การฝึกตนเองให้มีความคุ้นเคยกับสิ่งที่แปลกอยู่เป็นประจำจะทำให้เราเป็นคนที่มีความกล้าที่จะคิดโดยไม่ถูกล้อมกรอบในเรื่องความเคยชิน หรือติดอยู่กับค่านิยมที่เน้นแต่เรื่องความสำเร็จ และประณามความล้มเหลว

3. ให้เวลาในการคิด สมองของคนเราต้องการทั้งเวลาและอิสรภาพ ดังนั้นในการทำอะไรก็ตามควรจะให้เวลาเพื่อไว้สำหรับสมองได้มีเวลาคิดไตร่ตรอง ไม่รีบร้อนในการตัดสินใจจนเกินไป มีสมาธิ ค่อย ๆ คิด จิตใจไม่ฟุ้งซ่าน ซึ่งจะทำให้มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ แนวทาง

4. คิดในเชิงสมมติอยู่เสมอ การคิดในเชิงสมมตินี้สามารถทำได้โดยการตั้งคำถามกับตัวเองเสมอ ๆ ว่า “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า.....”

5. คิดอย่างคลุมเครือ การกระตุ้นให้เกิดการคิดอย่างคลุมเครือนั้นสามารถทำได้ด้วยการตั้งคำถามให้คลุมเครือเอาไว้ ความคลุมเครือในการคิดจะช่วยทำลายกำแพงที่ปิดล้อมความคิดลงได้ ทำให้สามารถคิดได้กว้างขวางและปลอดโปร่งขึ้น การกระตุ้นให้เกิดความคิดคลุมเครืออาจทำได้โดยการตั้งคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิด คือ มีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบซึ่งจะทำให้ได้คำตอบหลาย ๆ แนวทาง

6. ไม่ยึดติดกับความถูกต้องหรือความผิดพลาด ทั้งนี้ความล้มเหลวหรือข้อผิดพลาดถือเป็นบทเรียนในการแสวงหาแนวทางใหม่ด้วยความอดทนและเพียรพยายามที่จะขจัดข้อบกพร่องให้หมดสิ้นไป

7. มีทัศนคติที่ดีต่อชีวิต การที่สมองจะปลอดโปร่งความคิดจะแจ่มใสจำเป็นต้องอาศัยพลังจิตที่ดีมาช่วยสนับสนุน การมีทัศนคติที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญ ต้องพยายามทำตนให้เป็นคนที่มีความหวังอยู่เสมอ ไม่เหน็ดเหนื่อย ท้อแท้ หรืออับจนต่อชีวิต โดยจะต้องคิดอยู่เสมอว่า “พรุ่งนี้จะต้องดีกว่าวันนี้”

นอกจากนี้ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนไว้ดังนี้

เฟอร์แมน (Furman, 1998 : 258 – 276) ได้กล่าวถึงลักษณะของครูผู้สอนในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ครูจะต้องคอยให้คำแนะนำในการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน และคอยให้ความช่วยเหลืออยู่ใกล้ ๆ
2. ครูเป็นผู้ชี้แนะ ตักเตือนระเบียบวินัยและคอยกระตุ้นพฤติกรรมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ครูต้องคอยให้กำลังใจนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนกำลังคิดแก้ปัญหาหรือทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
4. ครูคอยตอบคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนถามหรือตั้งข้อสงสัย
5. ครูเป็นผู้ที่มีความสามารถในการตั้งคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย (อเนกมัย) และสามารถตอบคำถาม พิสูจน์คำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ
6. ครูคอยควบคุมและกระตุ้นการนำเสนอคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการใช้คำถามให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ครูควรมีการส่งเสริม ยกยอหรือให้กำลังใจแก่นักเรียนในขณะที่สอนวิชาคณิตศาสตร์จากแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทดลอง ศึกษาค้นคว้า ค้นหาสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง ให้ความสำคัญในการคิด ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ กล้าซักถามในสิ่งที่สงสัยโดยไม่คิดว่าเป็นสิ่งที่ผิดหรือไม่สมควร ควรสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยและผ่อนคลายความตึงเครียด

อุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ติดตัวของบุคคลมาตั้งแต่กำเนิด แต่การที่บุคคลแต่ละบุคคลไม่แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ควรนั้น อาจเนื่องมาจากการไม่ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาเท่าที่ควร หรืออาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการพัฒนาถูกขัดขวางด้วยอุปสรรคต่าง ๆ นักการศึกษาได้กล่าวถึงอุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534 : 150 – 151) ได้กล่าวถึงอุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความเคยชิน (Habit) เป็นความติดแน่นอยู่กับวิธีการเดิม ทำให้ยากต่อการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทำงานด้วยวิธีการเก่าและไม่มีคิดวิธีใหม่เพราะเคยชินแล้ว
2. ความกลัว (Fear) ความกลัวการพ่ายแพ้ กลัวเสียหน้า ทำให้เกิดความลังเลที่จะใช้วิธีการใหม่ ๆ
3. อคติ (Prejudice) เพราะหมกมุ่นอยู่กับความคิดเดิมไม่ยอมเปลี่ยนอคตินั้น ทำให้เราทำอะไรบางอย่างโดยไร้เหตุผล เราต้องยอมรับว่าเรามีอคติและพยายามเอาชนะอคตินั้น
4. ความเฉื่อยชา (Inertia) ทำให้บุคคลทำงานไปเรื่อย ๆ เข้าลักษณะเข้าขามเย็นขาม โดยไม่มีความกระตือรือร้นที่จะคิดวิธีทำงานให้เกิดความแปลกใหม่

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542 : 159 – 161) กล่าวถึงอุปสรรคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้พอสรุปสาเหตุได้ดังนี้

1. งานในหน้าที่ชีวิตประจำวันที่ไม่จำเป็นต้องมีการใช้ความคิดริเริ่ม เนื่องจากลักษณะงานที่ทำนั้นมีรูปแบบที่แน่นอนอยู่แล้ว จึงทำให้ผู้ปฏิบัติเกิดการยอมรับและติดอยู่กับรูปแบบนั้น
2. ประพฤติปฏิบัติตามอย่างกันตลอดมา การเอาอย่างกันหรือคิดตามอย่างกันหรือบางครั้งไม่กล้าคิด ไม่กล้ากระทำให้แตกต่างไปจากของเดิม เพราะกลัวความผิดพลาด กลัวสังคมจะไม่ยอมรับ จึงประพฤติดันโดยใช้การเลียนแบบของเดิมอยู่ตลอดเวลา การกระทำดังกล่าวจะไม่ช่วยทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ขาดการสร้างสรรค์
3. เวลาที่มีอยู่บังคับให้ต้องทำงานเหล่านั้นด้วยความจำใจ บุคคลบางจำพวกต้องทำงานอย่างเร่งรีบโดยไม่มีเวลาที่จะคิด ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณงานที่มาก และขาดการบริหารเวลาที่เหมาะสมหรืออาจเกิดจากนิสัยที่ชอบบอริให้งานจนตัวแล้วจึงลงมือทำ ซึ่งทำให้ไม่มีเวลาคิด
4. บรรยากาศที่เคร่งครัดและจริงจังมากเกินไป ในชีวิตคนเราหากการกระทำหรือความคิดจะต้องอยู่ในกรอบระเบียบแบบแผนทุกสิ่งทุกอย่างตลอดอยู่เวลา จริงจังกับชีวิตมากเกินไป ชีวิตก็จะมีแต่ความเคร่งเครียด การทำงานขาดความสนุก เมื่อมีลักษณะเช่นนี้นานเข้าจะทำให้เกิดความอึดอัด หวาดกลัว หวั่นเกรงต่อความผิดพลาด ไม่กล้าแม้แต่จะคิด นอกเหนือไปจากที่เคยทำก็จะทำให้เป็นคนขาดความคิดสร้างสรรค์
5. ความเฉื่อยชา ความอึดอาด เชื่องช้า ซึ่งเป็นความล่าช้าทั้งความคิดและการกระทำ จัดว่าเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการคิดสร้างสรรค์เพราะเป็นการแสดงออกที่ขาดแรงกระตุ้นและขาดความคิดริเริ่ม

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 : 36) กล่าวถึงอุปสรรคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. อุปสรรคด้านการรับรู้ ได้แก่ การที่คนเราไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริงได้ เป็นเหตุให้การแก้ปัญหาที่ดำเนินไปโดยปราศจากเป้าหมายที่ชัดเจนและแน่นอน
2. อุปสรรคด้านวัฒนธรรม ซึ่งจะเป็นผลเนื่องจากกฎเกณฑ์ทางสังคม ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดให้บุคคลต้องมีพฤติกรรมอยู่ในกรอบระเบียบแบบแผน ทำให้มีผลต่อการสกัดกั้นความท้าทายต่อการคิดค้นและความเปลี่ยนแปลงอันเป็นลักษณะของความคิดสร้างสรรค์
3. อุปสรรคด้านอารมณ์ เป็นอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่ง ทั้งนี้เพราะอารมณ์ของบุคคล อันได้แก่ ความกลัว ความโกรธ ความรักและความเกลียดเป็นต้น นับว่ามีความสำคัญมากต่อปัญหาและเหตุผลเช่นเดียวกับบุคคล ถ้ามีอารมณ์เกิดขึ้นสูง ความสามารถทางปัญญาและเหตุผลของบุคคลนั้นก็ต่ำลง นั่นคือ อารมณ์เป็นตัวสกัดกั้นความคิดและเหตุผลตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า อุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความเคยชินที่เคยปฏิบัติต่อ ๆ กันมา การมีเวลาจำกัดการถูกบังคับด้วยกฎเกณฑ์ทางสังคมหรือวัฒนธรรม ความกลัว การมีอคติ ความเฉื่อยชา บรรยากาศสิ่งแวดล้อมเคร่งครัดจริงจังมากเกินไป และการรับรู้ของบุคคล

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนของมนุษย์ เป็นกระบวนการทางสมองที่มีองค์ประกอบไม่คงที่แน่นอน มีหลายองค์ประกอบย่อย ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากเมื่อเทียบกับการวัดแบบอื่น ๆ ดังนั้นในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องวัดให้สอดคล้องกับแนวคิดของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ ให้ผู้ตอบคิดให้ได้มากที่สุดและแตกต่างกันหลาย ๆ แนวทางและไม่ซ้ำกับบุคคลอื่น ซึ่งมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์ได้สนใจศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

บาลกา (Balika, 1974 : 633 – 636) ได้ทำการศึกษาความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษาและครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้ต้องผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 กลุ่ม ที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80 % ขึ้นไป จากการสำรวจพบว่าเกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 6 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
 2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
 3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
 4. ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
 5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
 6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้
- หลังจากที่ได้เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้วบาทภาได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test : CAMT)

กรมวิชาการ (2544 : 48 – 50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือด้านศิลปะ คือ ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
 2. แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรงสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันไปให้มากที่สุด
 3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมให้เฉพาะเลข 0 ถึง เลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่าที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด
 4. แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
 5. แบบประกอบภาพ (Tangrams) เป็นการสร้างสรรค์ของจีนซึ่งรู้จักกันในชื่อ Ch' chiso pan ประกอบด้วยรูป 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด
- จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้หลักการเดียวกันกับการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป คือ ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบ

เกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลายแตกต่างกันหลาย ๆ รูปแบบ และพยายามไม่ให้ซ้ำกับบุคคลอื่น

จากการศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถคิดได้อย่างหลากหลาย กว้างไกลและลึกซึ้งโดยไม่ซ้ำแบบเดิม เพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญหรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ มีคุณค่าเป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออ

แผนการจัดการเรียนรู้

ความหมาย

แผนการจัดการเรียนรู้ หรือ แผนการสอน ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ (2536 : 133) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละครั้ง โดยกำหนดสาระสำคัญ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลและประเมินผล

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540 : 202-203) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 1) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการสอนหรือ โครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2543 : 95) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการสอนเป็นการกำหนดเนื้อหา วิธีการจัดการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน และแนวทางการประเมินผลให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่วางไว้

สำลี รักสุทธี (2546 : 16) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการใช้สื่อ อุปกรณ์การสอนและการวัดและประเมินผล สำหรับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพผู้เรียน

ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์ และตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่นหรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าแผนการจัดการเรียนรู้ก็คือการเตรียมการสอนเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้า

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้าอย่างละเอียด ประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และวิธีการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนี้ครูคนอื่นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

ความสำคัญ

สงบ ถักถัก (2533 : 3 – 4) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หรือแผนการสอนเปรียบเสมือนได้กับพิมพ์เขียวของวิศวกร หรือสถาปนิกที่ใช้เป็นหลักในการควบคุมการก่อสร้าง วิศวกรหรือสถาปนิกจะขาดพิมพ์เขียวไม่ได้ฉันใด ผู้เป็นครูก็ขาดแผนการสอนไม่ได้ฉันนั้นยิ่งผู้สอนได้จัดทำแผนการสอนด้วยตนเองก็ยิ่งให้ประโยชน์กับตนเองมากเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปความสำคัญของแผนการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการสอนวิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการจัดทำที่มีหลักการที่ถูกต้อง
2. ช่วยให้ครูมีคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเอง ทำให้สะดวกในการจัดการเรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตรและสอนได้ทันเวลา
3. เป็นผลงานทางวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างได้
4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้สอนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้เกิดขึ้นจากความพยายามตอบคำถามต่อไปนี้

1. สอนอะไร (หน่วย หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือสาระสำคัญ)
2. เพื่อจุดประสงค์อะไร (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)
3. ด้วยสาระอะไร (โครงร่างอะไร เนื้อหาอะไร)
4. ใช้วิธีใด (กิจกรรมการเรียนการสอน)
5. ใช้เครื่องมืออะไร (สื่อการเรียนการสอน)
6. ทราบได้อย่างไรว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ (การวัดและประเมินผล)

ดังนั้นเพื่อตอบคำถามดังกล่าวจึงกำหนดให้แผนการเรียนมีองค์ประกอบดังนี้

1. วิชา หน่วยที่สอน สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. เนื้อหา
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
5. การวัดและประเมินผล

โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้

สำนักคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ (2535 : 9 – 10) ได้เสนอแนะโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ชื่อเรื่อง ในส่วนแรกของแผนการเรียนรู้ทุกแผน ให้ระบุชั้นที่สอน ชื่อหน่วย ชื่อเรื่อง จำนวนคาบเวลาที่สอน การกำหนดชื่อเรื่องพิจารณาจากเนื้อหาและธรรมชาติของนักเรียน
2. สรุปเนื้อหา ทุกเรื่องให้สรุปเนื้อหาหรือแนวคิดของเรื่องนั้น ๆ เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการสอนบทเรียนนั้น ๆ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ควรเขียนในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัยเชิงเนื้อหา (Cognitive Content) พุทธิพิสัยเชิงกระบวนการ (Cognitive Process) ทักษะพิสัย (Psychomotor) และจิตพิสัย (Affective)
4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในส่วนนี้นำเสนอการจัดกิจกรรมการเรียนอย่างละเอียด โดยระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตั้งแต่ครูเริ่มนำเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ จนถึงการสรุปบทเรียน
5. สื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน หรือครูอาจพิจารณาเนื้อหาหรือผลิตขึ้นตามความเหมาะสม
6. กระบวนการที่นักเรียนได้ฝึก ในส่วนนี้เป็นส่วนที่เริ่มแสดงว่ากระบวนการหรือทักษะกระบวนการได้รับการฝึกฝนจากพฤติกรรมใดบ้าง ซึ่งช่วยในการอำนวยความสะดวกในการประเมินผลด้วย
7. การประเมินผล แนวการประเมินของครูผู้สอนต้องกำหนดเครื่องมือวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน วิธีการประเมินอาจใช้วิธีการสังเกตหรือใช้แบบทดสอบ เป็นต้น

รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้

รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ตายตัว ขึ้นอยู่กับหน่วยงานหรือสถานศึกษาแต่ละแห่งจะกำหนด อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่ของแผนการเรียนรู้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกันซึ่งสรุปได้ 3 รูปแบบ (สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 34) คือ

1. แบบเรียงหัวข้อ รูปแบบนี้จะเขียนเรียงลำดับก่อนหลัง โดยไม่ต้องตีตาราง สะดวกในการเขียน แต่มีส่วนเสียคือยากต่อการดูให้สัมพันธ์กันในแต่ละหัวข้อ
2. แบบกิ่งตาราง รูปแบบนี้จะเขียนเป็นช่อง ๆ ตามหัวข้อที่กำหนดแม้ว่าจะต้องใช้เวลาในการตีตาราง แต่ก็สะดวกต่อการอ่าน
3. แบบตาราง รูปแบบนี้จะเขียนเป็นช่อง ๆ คล้ายแบบกิ่งตารางโดยนำหัวข้อสาระสำคัญมาไว้ในตารางด้วย (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2537 : 203 – 204)

ตัวอย่างรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบเรียงหัวข้อ

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่.....
 หน้อยย่อยที่ ชั้น.....
 เรื่อง..... เวลาเรียน..... คาบ

1. สาระสำคัญ

2. จุดประสงค์
 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

 2.2 จุดประสงค์นำทาง

3. เนื้อหา

4. กิจกรรมการเรียนการสอน

5. สื่อการเรียนการสอน

6. การวัดและประเมินผล

.....

.....

7. กิจกรรมเสนอแนะหรือภาคผนวก

.....

.....

ตัวอย่างการเรียนรู้แบบกิ่งตาราง

แผนการสอนกลุ่มวิชา.....ชั้น.....

หน่วยที่.....เรื่อง.....เวลา.....คาบ วันที่.....

สาระสำคัญ.....

.....

.....

จุดประสงค์ปลายทาง 1.....

2.....

3.....

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	เนื้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียน การสอน	สื่อการเรียน การสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
		1. ขั้นนำ.....			
		2. ขั้นสอน.....			
		3. ขั้นสรุป.....			
		4. ขั้นวัดผล.....			

นอกจากนี้คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สำนักงานคณะกรรมการ
การประถมศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 49) ได้เสนอแนะรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนว
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ดังตัวอย่าง

แผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้.....ชั้น.....ภาคเรียนที่.....
ชื่อแผน.....เวลา.....ชั่วโมง

1. จุดประสงค์

- 1.1.....
1.2.....
1.3.....

2. สาระการเรียนรู้

- 2.1.....
2.2.....
2.3.....

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

- 3.1.....
3.2.....
3.3.....

4. กระบวนการวัดและประเมินผล

- 4.1.....
4.2.....
4.3.....

5. แหล่งเรียนรู้

- 5.1.....
5.2.....
5.3.....

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ความหมาย

ชัยขยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 490) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของกิจกรรมการเรียนรู้ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงเกณฑ์ที่คาดหวังได้

เผชญิ กิจระการ (2544 : 49) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การกำหนดเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด เช่น กำหนดเกณฑ์ 80/80 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ซึ่งมีสูตรการคำนวณ

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของกิจกรรมการเรียนรู้ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงเกณฑ์ที่คาดหวังได้

ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

ชัยขยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 496 – 497) กำหนดขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. 1 : 1 (แบบเดี่ยว) คือ ทดลองกับนักเรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มากแต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้น ก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่มในขั้นนี้ E_1/E_2 ที่ได้มีค่าประมาณ 60/60

2. 1 : 10 (แบบกลุ่ม) คือ ทดสอบกับผู้เรียน 6 – 10 คน (กละผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะหาค่าจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/0

3. 3 : 100 (ภาคสนาม) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40 – 100 คน คำนวณประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ยอมรับหากแตกต่างกันมากผู้สอนจะต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน

แล้วได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่าบทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพ 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งเกณฑ์ไว้แต่ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75/75 เมื่อผลการทดลองเป็น 83.5/85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 494 – 495) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเป็นระดับที่ผู้สอนพอใจว่าหากบทเรียนมีประสิทธิภาพ ถึงระดับนั้นแล้ว บทเรียนนั้นมีคุณค่า น่าพอใจ เราก็เรียกประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่า “เกณฑ์ประสิทธิภาพ”

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ (Products) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 75/75 หมายความว่า เมื่อเรียนจากบทเรียนแล้วผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรือทำงานหรือ ทดสอบย่อย ได้ผลเฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์ และการสอบหลังการเรียน (คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) ได้ผลเฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์ การที่จะกำหนดประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ให้มีคุณค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนพิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 75/75, 80/80, 85/85, 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นเจตศึกษาอาจจะตั้งไว้ต่ำกว่านี้เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะการตั้งเกณฑ์ ไว้ทำใ้ใครก็ได้ผลเท่านั้นเมื่อทดลองภาคสนามแล้วให้เทียบค่าประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ตั้งไว้ เพื่อจะดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือว่าแปรปรวน 2.5 – 5 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือประสิทธิภาพ

ของบทเรียนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5 เปอร์เซนต์ แต่โดยปกติจะกำหนดไว้ 2.5 เปอร์เซนต์ การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นอาจกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. “ สูงกว่าเกณฑ์ ” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5 เปอร์เซนต์ขึ้นไป

2. “ เท่าเกณฑ์ ” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากัน หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์

3. “ ต่ำกว่าเกณฑ์ ” เมื่อประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ ถือว่า ยังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความจำมักจะตั้งไว้ 75/75, 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตนาศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะ ตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น เช่น ในแผนการสอนของไทยปัจจุบันได้กำหนดเกณฑ์โดยไม่ตั้งใจ 0/50 นั่นคือ กระบวนการ มีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาทำงานหรือแบบฝึกหัดแก่นักเรียน ส่วนคะแนนผ่านคือ 80 % ผลจึงปรากฏว่า คะแนนภาษาไทยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยเฉลี่ยแต่ละปีเพียง 51 % เท่านั้น

วิธีการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์

การหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ ที่พัฒนารูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สูตร E_1/E_2 จะพิจารณาจาก ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม หรือประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) สำหรับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 (เชษฐ กิจระการ. 2546 : 49)

โดยที่ 75 ตัวแรก (E_1) คือค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหรือการทดสอบย่อย ของผู้เรียนที่ศึกษาจากบทเรียน

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบระหว่างเรียน

โดยที่ 75 ตัวหลัง (E_2) คือ ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบ หลังเรียน (คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) ของผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา
 $\sum Y$ แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

การคำนวณโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น ก็จะมีการนำคะแนนจากการทดสอบย่อย ประจำบท และคะแนนสอบหลังเรียนมาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 โดยใช้วิธีคำนวณแบบธรรมดาข้าง

ถ้าเราไม่ใช้สูตรข้างต้น ก็สามารถคำนวณด้วยวิธีธรรมดา ก็สามารถหาค่า E_1 และ E_2 เช่น E_1 คือเอาคะแนนจากการทดสอบย่อยของนักเรียนแต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย และเทียบส่วนร้อยละ ส่วนค่า E_2 ก็เอาคะแนนของนักเรียนทั้งหมดที่ทดสอบหลังเรียนรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบร้อยละ

หลังจากการคำนวณค่า E_1 และ E_2 แล้วผลลัพธ์ที่ได้มักใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน ร้อยละ 2.5 ซึ่งเป็นตัวชี้ที่ยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับ ไปเรื่อยๆจนถึงสุดท้ายของคะแนนที่ออกมาเป็นที่น่าพอใจ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนค่อนข้างแน่นอน

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของกิจกรรมการเรียนรู้ในการสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงเกณฑ์ที่คาดหวังได้ตามเกณฑ์ 75/75 เมื่อ

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดท้ายแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละชุด ได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 75 หรือมากกว่า

75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 75 หรือมากกว่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ราตรี เกตุบุตรดา (2546 : 96–97) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนขวาววิทยาคาร จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 70 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 35 คน โดยการกลุ่มทดลองเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักและกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นวลประวิศ เรื่องเพ็ญ (2547 : 78–80) ได้ทำการวิจัย เรื่อง รายงานผลการจัดการเรียนรู้ การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร อำเภอเมืองหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 50 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาการเรียนการสอน ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอนซึ่งประกอบไปด้วย รับรู้ปัญหาและทดสอบความเข้าใจ เสนอวิธีแก้ปัญหาที่อาจเป็นไปได้ ตรวจสอบความถูกต้องของวิธีแก้ปัญหาและทดสอบและยอมรับการแก้ปัญหา ขั้นสรุป และขั้นประเมิน จากการวัดผลกิจกรรมพบว่านักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถนำประสบการณ์ที่เรียนมาใช้แก้ปัญหาได้ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สุวิเสศ สุขแสง (2548 : 73–75) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 82 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 41 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ทงนเกียรติ พลไชยา (2549 : 58 – 59) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัยเลย อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบตามองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ

ศศิธร โคตรหนองปิง (2549 : 62 – 64) ได้ศึกษาผลการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน 22.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.38 นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา 3.15 คะแนน คิดเป็นคะแนนร้อยละ 78.75 ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา 2.10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.50 ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา 1.35 คิดเป็นร้อยละ 33.75 และขั้นตอนตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ 1.04 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 26.00

สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์ (2551 : 85 – 86) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านดงประจานกุล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 7 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 56.67 ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ต่ำกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ และนักเรียนร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จันทิมา สำนักโนน (2551 : 97 – 98) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชลประทานอนุเคราะห์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 60 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนตามสภาพจริง จับฉลาก เป็นกลุ่มทดลอง 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลอง 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

คอนเนอร์ และ ฮอว์กิ้นส์ (Connor and Hawkins. 1936 : 21 – 29) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนแบบใช้เทคนิคการตั้งปัญหากับนักเรียนประถมศึกษา โดยการให้นักเรียนตั้งปัญหาหรือสร้างปัญหาขึ้นมาด้วยตนเอง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบการตั้งปัญหาหรือสร้างปัญหาขึ้นมาด้วยตนเองมีความสามารถและทักษะในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตสูงขึ้น และยังช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตให้สูงขึ้นด้วย

วิทซ์ และ คาห์น (Wirtz and Kahn. 1982 : 48 – 50) ได้ทำการวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นอนุบาลจนถึงนักเรียนเกรด 6 จากนักเรียนหลาย ๆ โรงเรียน โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่หนึ่ง ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาจากปัญหาที่มีอยู่ในหนังสือเท่านั้น กลุ่มที่สองได้รับการสอนโดยไม่ใช้วิธีการแก้ปัญหา และกลุ่มที่สามได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าทั้งสองกลุ่ม

เฟอร์กูสัน และ แฟร์เบิร์น (Ferguson and Fairburn. 1958 : 504 – 507) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเกรด 2 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 6 เดือน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

ซิลเวอร์ (Silver. 1993 : 66 – 85) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสังเคราะห์วรรณกรรมต่าง ๆ เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์กับการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ผลการศึกษาทำให้เชื่อว่า การสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาในทางคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

รันนิทสกาย เอ็ทเทอร์เรท ฟรีแมน และกิลเบิร์ต (Rundnitsky. Etheredge. Freeman and Gilbert. 1995 : 19 – 28) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา กับนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 โดยการให้นักเรียนตั้งปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ตั้งปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบขึ้นมาด้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นและมีความคงทนในการเรียนรู้สูง

ดิกเคอร์สัน (Dickerson. 1999 : 83 – 85) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนที่แตกต่างกัน 5 วิธี กับความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน ซึ่งวิธีการสอนแต่ละวิธีเป็นวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน

บาลกา (Balga. 1974 : 633 – 636) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษาและครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้ต้องผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 กลุ่ม ที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันร้อยละ 80 ขึ้นไป จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 6 ด้าน คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้ หลังจากที่ได้เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้วบาลกาได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย และนำแบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test : CAMT) บาลกานำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำไปตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความคิดแบบอเนกนัยและการคิดแบบเอกนัย และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์

ทิวลี (Tuli, 1987 : 224 – 226) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชายเกรด 9 จำนวน 476 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นและผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์