



เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังจะนำเสนอ ดังนี้

1. การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

- 1.1 ความหมายของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
- 1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
- 1.3 ลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
- 1.4 กระบวนการและขั้นตอนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
- 1.5 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
- 1.6 ข้อแตกต่างระหว่างการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักและการเรียนแบบอื่นๆ
- 1.7 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี
- 2.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.5 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.6 การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ความคิดสร้างสรรค์

- 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
- 3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 3.3 กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์

- 3.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์

3.5 แนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.6 อุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

3.7 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

4.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

4.1.2 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

4.2.2 งานวิจัยในประเทศ

การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัยแม็คมาสเตอร์ (McMaster University) ที่ประเทศแคนาดา ได้นำมาใช้ในกระบวนการเรียนเสริม (tutorial process) ให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีการดังกล่าวนี้ได้กลายมาเป็นรูปแบบที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่าง โดยเริ่มจากปลาย ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัยเคสเวสเทิร์นรีเซิร์ฟ (Case Western Reserve University) ได้นำมาใช้แห่งแรก และได้จัดตั้งเป็นห้องทดลองพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัยเคสเวสเทิร์นรีเซิร์ฟพัฒนาขึ้นมาได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย ในช่วงปลายทศวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัยแม็คมาสเตอร์ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ที่ใช้การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลกว่าเป็นผู้นำด้านการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning: PBL) ต่อมาได้มีการแพร่ขยายนำไปใช้กับหลักสูตรแพทย์ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1980 การสอนโดยใช้รูปแบบ PBL จึงได้ขยายไปสู่การสอนในสาขาอื่นๆ ทุกวงการวิชาชีพ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น (มัจฉารา ธรรมบุศย์, 2545: 14 - 15)

สำหรับประเทศไทยมีการนำแนวคิดของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมาใช้เป็นครั้งแรกในหลักสูตรแพทยศาสตรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2531 และมีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลักสูตรสาธารณสุขและพยาบาลศาสตร์ ในสถาบันอุดมศึกษาอื่นๆ (อาภรณ์ แสงรัศมี, 2543: 12)

1. ความหมายของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก มาจากคำภาษาอังกฤษคือ Problem-Based Learning: PBL เมื่อใช้ในภาษาไทยมีผู้แปลไว้แตกต่างกันหลายประการ เช่น การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้จากกรณีปัญหา ในที่นี้ผู้วิจัยจะใช้คำต่างๆ ตามแหล่งข้อมูลอ้างอิง ดังมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

แบร์โรว์ และ แทมบลิน (Barrows and Tamblyn, 1980: 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ซึ่งสรุปได้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจในตัวปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา

ไวท์ (White, 1996) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เป็นการเรียนที่มุ่งนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริงที่มีความซับซ้อนก่อน ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจปัญหา ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาเพิ่มเติม และลงมือแก้ปัญหานั้นๆ โดยใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกประจำกลุ่ม

อีเดน (Edens, 2000: 55) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ว่า “เป็นรูปแบบการสอนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะคิดและแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและมีความซับซ้อนเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาและเกิดทักษะการแก้ปัญหา”

เฉลิม วราวิทย์ (2531: 8) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ว่า หมายถึง “วิธีการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่

จะหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาโดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยตนเอง"

สุนทรี คนเที่ยง (2544: 12) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้จากกรณีปัญหาไว้ว่า "เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนคิดและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง กำหนดวัตถุประสงค์และเลือกแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำเท่านั้น"

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า "เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาที่ตนศึกษา"

ทศนา แชนมณี (2545: 136) กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ไว้ว่า "เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ"

จากความหมายของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักคือ รูปแบบการเรียนรู้ที่ครูมุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่มีแนวทางในการแก้ปัญหามากมายกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการฝึกการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะการคิดระดับสูง ทักษะในการแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีมให้กับนักเรียน

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการเรียนที่ใช้ปัญหาที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และมีความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริงหรือสถานการณ์ปัญหาต่างๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาต่างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนั้นมีมานานก่อนการศึกษาในระบบ ถ้าจะวิเคราะห์ให้ดีแล้วแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีมาตั้งแต่ครั้งพุทธกาล ซึ่งพระพุทธองค์ได้ใช้กระบวนการนี้ในการเผยแพร่คำสอนของพระองค์ และชี้ให้เห็นจริงในหลักของอริยสัจสี่ คือ ทุกข์ สมุทัย นิโรธ และมรรค (เฉลิม วราวิทย์, 2531: ญ) และนอกจากนี้เมื่อนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้แตกต่างกัน ดังนี้

กิจซีเลียส (Gijsselaers, 1996: 13 -14) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักว่าเกิดจากทฤษฎีที่กล่าวว่า "การเรียนคือ กระบวนการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้ที่มีในปัจจุบัน" ซึ่งเป็นแนวคิดของกลุ่มจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยม (Cognitive Psychology) กิจซีเลียสได้กล่าวถึงแนวคิดในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 3 ประการคือ

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างไม่ใช่กระบวนการรับ การเรียนรู้เกิดจากการสร้างความรู้เชื่อมโยงเครือข่ายในทัศนที่มีความหมาย การเกิดการเรียนรู้และข้อมูลใหม่มีอยู่แล้วในเครือข่ายซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะทำอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้น ข้อมูลใหม่จะเกิดขึ้นได้จากการที่เราระลึกถึงความรู้เดิมที่มีและเคยใช้ความรู้นั้นๆ ในการแก้ปัญหา นั่นก็คือ ความรู้เดิมจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ (Knowing About Knowing Affects Learning) การเรียนรู้จะแกร่งกล้าเมื่อนักเรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง ซึ่งหมายถึง เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เมตาคอกนิชันเป็นองค์ประกอบของทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นั่นคือ มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนว่าจะทำอะไร สามารถเลือกยุทธวิธีว่าจะทำอย่างไร และมีการประเมินผลว่าบรรลุจุดหมายหรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง การที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ที่อยู่ในตัวเพียงอย่างเดียวแต่จะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จบรรลุตามจุดหมายที่วางไว้

3. ปัจจัยทางสังคมและองค์ประกอบแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้

เป็นปัจจัยที่เป็นตัวนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความรู้ และสามารถนำไปใช้เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการในการศึกษาระดับสูงขึ้น รูปแบบการเรียนที่เป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง หรือการได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา และปัจจัยทางสังคมนั้นก็ยังมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดทางเลือกหลากหลายที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

ทองจันทร์ หงส์ลดาธรรม (2531 อ้างถึงใน ทองสุข คำธนะ, 2538: 51- 53) ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 2 ประการคือ การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered) และการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Learning) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ทฤษฎีมนุษยนิยมของคาร์ล อาร์ โรเจอร์ (Carl R. Rogers) ซึ่งมีความเชื่อว่าเป้าหมายของการศึกษา คือ การอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงในโลกและเกิดการเรียนรู้ การที่คนเราอยู่ในโลกที่สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องได้อย่างมั่นคงนั้น คนต้องเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร เนื่องจากไม่มีความรู้ใดที่มั่นคง ดังนั้นการที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เท่านั้น จึงจะทำให้เกิดพื้นฐานที่มั่นคง ซึ่งโรเจอร์ได้เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) เพราะถือว่าการเปลี่ยนแปลงนั้น กระบวนการสำคัญกว่าความรู้ที่หยุดนิ่ง เป้าหมายการศึกษา คือ การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้บุคคลมีพัฒนาการและเจริญเติบโตไปสู่การทำงานได้เต็มศักยภาพ

2. การเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือการจัดการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกันให้กับกลุ่มผู้เรียน เทคนิคการสอนอาจใช้อย่างเดียวหรือหลายอย่างร่วมกันโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนระบุเป้าหมาย เลือกวิธีการเรียน เลือกสื่อและอุปกรณ์การเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าแต่ละแนวคิดจะมีลักษณะร่วมกันคือ การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ดีนั้นจะต้องมีพื้นฐานความรู้เดิม ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วย

ตนเอง สามารถเลือกยุทธวิธีในการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม และมีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลายในกลุ่มผู้เรียน

สำหรับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น มีนักการศึกษาหลายคนที่กำลังพูดถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบนี้ไว้ดังนี้

เดลลิส (Delisle, 1997: 1 - 2) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของ จอห์น บี ดิวอี้ (John B. Dewey) ซึ่งเป็นทฤษฎีการศึกษาที่ให้ชื่อว่าการศึกษาระบบพัฒนาการ (Progressive Education) ซึ่งเน้นการเตรียมประสบการณ์เพื่อพัฒนาผู้เรียนในทุกๆ ด้าน คำนี้ถึงความสนใจและความถนัดของผู้เรียน การจัดหลักสูตรต้องจัดให้สนองความต้องการของผู้เรียนทางด้านอารมณ์และสังคม โดยเน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรม และประสบการณ์ของผู้เรียน ประสบการณ์การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่กระทำลงไปกับผลที่เกิดขึ้น ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนเรียนรู้เท่านั้น ผู้เรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ดิวอี้เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ด้วยการกระทำจริง (Learning by Doing) ผู้เรียนจะต้องใช้ชีวิตในปัจจุบันของตนเองให้เกิดประโยชน์แก่ตนเองให้มากที่สุด

มีโล และ เอฟเวนเซน (Hmelo and Evensen, 2000: 4) ได้สนับสนุนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักว่าเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) และทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theories) และ มีโลและลิน (Hmelo and Lin, 2000: 231-232) ได้สนับสนุนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักว่าเกี่ยวข้องกับทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล (Information Processing Theories) และทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theories) จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า ทฤษฎีที่นักการศึกษาทั้งสองกลุ่มมีความเห็นสอดคล้องร่วมกันคือ ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theories) ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงรายละเอียด 3 ทฤษฎี ดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของปีอาเจต์ (Piaget) และ ไวโกทสกี (Vygotsky) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึม

ประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยมอีกทฤษฎีหนึ่งคือ การเรียนรู้ด้วยการค้นพบของ เจอร์โรมี เอส บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner) ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ในกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก นั้น เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหา สิ่งที่ไม่รู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา และผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา เป็นความรู้ที่เพิ่มอย่างมีความหมาย

ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล (*Information Processing Theories*) เป็นทฤษฎีที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ทฤษฎีนี้ได้รับความนิยมมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 จวบจนปัจจุบัน คลอสเมียร์ (Klausmeier, 1985: 52-108 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2545: 80 - 85) ได้อธิบายกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบการทำงานของคอมพิวเตอร์กับการทำงานของสมอง นั่นคือเมื่อมนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้านั้นก็จะถูกบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น โดยบุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนเองรู้จัก (recognition) หรือมีความสนใจ (attention) ถ้าต้องมีการเก็บข้อมูลไว้ในภายหลังจำเป็นต้องได้รับการประมวลและเปลี่ยนรูปโดยการเข้ารหัส (encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย เช่น การท่องซ้ำหลายๆ ครั้ง หรือการทำข้อมูลให้มีความหมายกับตัวเองโดยการสัมพันธ์สิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งเก่าที่เคยเรียนรู้มาก่อนซึ่งเรียกว่าเป็นการขยายความคิด ในการเรียกข้อมูลออกมาใช้บุคคลจำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล (decoding) จากความจำระยะยาวนั้น และส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหวหรือการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ การประมวลผลข้อมูลข้างต้น จะได้รับการบริหารควบคุมอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งการบริหารควบคุมการประมวลผลข้อมูลทางสมองก็คือการที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตนเองและสามารถควบคุมการคิดของตนเองให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้คือ "metacognition" หรือ "การรู้คิด" ซึ่งหมายถึง การตระหนักรู้เกี่ยวกับความสนใจและความสามารถของตนเอง และใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนเองด้วยกลวิธีต่างๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ องค์ประกอบสำคัญของความรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการประมวลผลข้อมูลประกอบด้วย แรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งหวังต่างๆ รวมทั้งเทคนิคและกลวิธี

ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theories) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึกฝนพุทธิปัญญา (Cognitive Apprenticeship) รูปแบบการฝึกฝนพุทธิปัญญาโดยใช้สถานการณ์การเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เพราะสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ค่อนข้างยุ่งยาก จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนต้องได้รับการส่งเสริมแนวความคิดและรวบรวมความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา ทฤษฎีนี้แนะนำว่า การมีส่วนร่วมในการสนทนาเกี่ยวกับการเรียนกับผู้อื่น ผู้เรียนจะได้พัฒนากระบวนการคิดภายในตนเองเพื่อนำไปใช้ภายนอก นั่นคือนำไปสู่การอภิปรายที่หลากหลายในกลุ่มใหญ่

โนเวลส์ (Knowles, 1975: 48 อ้างถึงใน อภรณ์ แสงรัศมี, 2543: 17) มีแนวคิดสนับสนุนว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเรียนได้มากที่สุด เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานการเรียนรู้ 4 ประการ คือ

1. อัตมโนทัศน์ (Self-Concept) เมื่อบุคคลเจริญเติบโตและมีวุฒิภาวะมากขึ้น ความรู้สึกกับผิชอบต่อตนเองก็มีมากขึ้นตามลำดับ และถ้าหากบุคคลรู้สึกว่าคุณเองเจริญวัยและมีวุฒิภาวะถึงขั้นที่จะควบคุมและนำตนเองได้ บุคคลก็จะเกิดความต้องการทางจิตใจ เพื่อที่จะได้ควบคุมและนำตนเอง นั่นคือผู้ใหญ่จะมองตนเองว่าสามารถควบคุมและนำตนเองได้โดยไม่ต้องพึ่งคนอื่น

2. ประสบการณ์ (Experience) บุคคลเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยิ่งให้มีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ประสบการณ์ต่างๆ ที่แต่ละคนได้รับจะเสมือนแหล่งทรัพยากรมหาศาลของการเรียนรู้ และในขณะเดียวกันประสบการณ์เหล่านั้นก็จะสามารถรองรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง

3. ความพร้อม (Readiness) ผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียนเมื่อเห็นว่าสิ่งที่เรียนไปนั้นมีความหมายและมีความจำเป็นต่อบทบาทและสถานภาพทางสังคม ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีหน้าที่การงานมีบทบาทในสังคม ดังนั้นผู้ใหญ่จึงพร้อมที่จะเรียนเสมอ หากสิ่งที่เรียนไปนั้นมีประโยชน์ต่อตนเอง นั่นคือ เรียนไปเพื่อเป็นส่วนประกอบสถานภาพทางสังคม เพื่อให้ตนเองเป็นที่ยอมรับของสังคม

4. แนวโน้มต่อการเรียนรู้ (Orientation to Learning) ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีบทบาทและสถานภาพทางสังคม การเรียนของผู้ใหญ่จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ยึดปัญหาเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ผู้ใหญ่จะเรียนก็ต่อเมื่อความรู้ที่ได้รับจากการเรียนนั้นจะต้องนำไปใช้ได้โดยทันที เนื้อหาในการเรียนจะต้องเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนแล้วเกิดประโยชน์ต่อตนเอง ผู้ใหญ่จะไม่เสียเวลาไปเรียนในสิ่งที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อตนเอง

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีแนวคิดพื้นฐานจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่มีอยู่ในตัวเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนโลกภายในตนโดยอาศัยกระบวนการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการรับความรู้ใหม่เข้าไปในสมองหรือจากการปรับเปลี่ยนความรู้เก่าให้เข้ากับความรู้ใหม่ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญา การเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตนเอง ส่วนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบด้วยทฤษฎีการศึกษาแบบพิพัฒนาการของดิวอี้ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม และทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ซึ่งทุกทฤษฎีจะมีประเด็นที่คล้ายคลึงกัน คือ เชื่อว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้เมื่อมีการลงมือทำด้วยตนเอง มีการค้นพบและสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การที่จะสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้จะต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมที่เคยพบเห็นมาก่อน และที่สำคัญคือเนื้อหาสาระและสถานการณ์ของการเรียนจะต้องเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3. ลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้

บาร์โรว์ (Barrows, 1996: 5 - 6) กล่าวถึงลักษณะการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ภายใต้การแนะนำของผู้สอนประจำกลุ่ม (tutor) ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการจะรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์ หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ
2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5 – 8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความหลากหลายของบุคคลต่างๆ
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง (Facilitators or Guides) โดยมีบทบาทที่ไม่ใช่ผู้บรรยาย ไม่ใช่ผู้บอกข้อมูล ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิด และสิ่งใดที่ผู้เรียนต้องศึกษาหรืออ่าน แต่มีบทบาทในการตั้งคำถามให้ผู้เรียนถามตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการจัดการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียนที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง และกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา ปัญหาที่นำเสนอจะมีลักษณะบูรณาการข้อมูลต่างๆ ในหลายๆ สาขา ข้อมูลใหม่จะถูกนำเสนอในรูปแบบสถานการณ์ ซึ่งจะเป็นสิ่งให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้

5. ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6. ความรู้ใหม่ที่ได้มาจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนถูกคาดหวังให้เรียนรู้จากความรู้ที่มีในโลกและสะสมความเชี่ยวชาญโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและวิจัย ซึ่งเป็นการฝึกปฏิบัติจริง ในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเองผู้เรียนได้มีการทำงานร่วมกัน มีการอภิปราย มีการเปรียบเทียบ มีการทบทวน และมีการอภิปรายถกเถียงกันว่าเขาได้เรียนรู้ในเรื่องอะไรบ้าง

อีเดน (Edens, 2000: 55 – 56) ได้สรุปลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. การเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากกลุ่มการเรียนรู้กลุ่มเล็กๆ
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะแนวทาง
4. รูปแบบของปัญหาเน้นที่การจัดการและกระตุ้นการเรียนรู้
5. ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
6. ข้อมูลใหม่ได้มาจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้ อีเดนยังได้แนะนำเพิ่มเติมว่ากระบวนการเหล่านี้จะมีลักษณะเป็นวัฏจักร ซึ่งต้องมี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาปัญหา (Problem Development) วัฏจักรการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้เรียนเจอปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้หลากหลาย ซึ่งจะถูกนำเสนอในรูปแบบข้อความหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เรียน ดังนั้นปัญหาที่ดีจะต้องมีลักษณะเด่นสำคัญๆ หลากหลาย ปัญหาจะต้องดึงดูดใจให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบ มีการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ เป็นปัญหาปลายเปิดและมีลักษณะขัดแย้งในบางครั้ง ซึ่งจะท้าทายให้นักเรียนมีการให้เหตุผลและแสดงออกถึงทักษะการคิด ปัญหานั้นจะต้องมีความซับซ้อนเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันและต้องอาศัยคนอื่นช่วยในการแก้ปัญหา ปัญหาที่เป็นไปได้ต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา

ระยะที่ 2 การเริ่มต้นสอบสวน สืบสวน เสาะแสวงหาคำตอบ (Initiation of PBL Events, Inquiry, and Investigation) ระยะนี้เริ่มขึ้นเมื่อนักเรียนได้ลงมือทำความเข้าใจ นิยามข้อความ ปัญหา ตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การเสาะแสวงหาคำตอบ และ การเขียนรายการความรู้ที่ทราบแล้วและความรู้ที่ต้องการทราบซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา ในระยะนี้นักเรียนต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนได้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดปัญหาและหาคำตอบ ในระยะนี้ควรจะมีการสอดแทรกการประเมินผลการเรียนรู้ยุทธวิธีในการสำรวจ วิเคราะห์ข้อมูล และความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหา

ระยะที่ 3 การหาคำตอบของปัญหา (Problem Solution) เป็นระยะที่นักเรียนทดสอบข้อสงสัย หรือลงมือแก้ปัญหา ควรมีการประเมินผลการปฏิบัติงานและการสรุปผล สิ่งที่เกิดขึ้นในระยะนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจในโมโนทัศน์และเกิดทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2001) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้

1. ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น ปัญหาที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลากหลาย (ill-structured problem) จะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรกและจัดเป็นศูนย์กลางของเนื้อหาสาระและบริบทของการเรียนรู้

2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้

2.1 โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้

หลากหลาย (ill-structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป

2.2 สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว (messy)

2.3 มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ๆ เพิ่มเข้ามา

2.4 ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายๆ หรือ รูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน

2.5 ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

3. การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะถูกจัดให้มีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูถูกจัดให้มีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ (tutors and coaches)

4. ในกระบวนการสอนและการเรียน จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้นั้นผู้เรียนแต่ละคนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องเต็มไปด้วยความชัดเจนมีความหมาย

5. การประเมินการเรียนรู้จะประเมินตามสภาพจริงโดยดูที่ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้สรุปลักษณะที่สำคัญของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 7 ประการ ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (student-centered learning)
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (guide)
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
5. ปัญหาที่นำมาใช้เป็นปัญหาที่มีคำตอบหลายคำตอบหรือแก้ปัญหาคได้หลายทาง (illed-structure problem)
6. ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆ ด้วยตนเอง (self-directed learning)
7. ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (authentic assessment)

ทิตินา เขมมณี (2545: 136 – 137) ได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 10 ประการดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน
2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนมีการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา
3. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และหาสาเหตุของปัญหา
4. ผู้เรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน
5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล
6. ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
8. ผู้เรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และ ประเมินผล
9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียน และให้คำปรึกษา
10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ

จากลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า ลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่สำคัญคือ การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง รูปแบบการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกหรือนะแนวทาง ผู้เรียนเป็น นักแก้ปัญหา ปัญหาที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และมีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

4. กระบวนการและขั้นตอนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการเรียนที่มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนแสวงหา ความรู้และนำความรู้นั้นมาแก้ปัญหาที่ได้รับ (เจลิม วราวิทช์, 2531: ๗) และนอกจากนี้ยังเป็น การเรียนที่มุ่งให้นักเรียนเรียนรู้ในทัศนคติและพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง (Marinick and Levine, 2002) ดังนั้นการที่นักเรียนจะบรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าวครูผู้สอนจะต้องจัดการเรียน การสอนให้สอดคล้องกัน ดังที่มิ้นการศึกษาค้นคว้าได้เสนอแนะกระบวนการและขั้นตอนการเรียนแบบ ใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ ดังนี้

บาร์โรว์และแทมบลิน (Barrows and Tamblyn, 1980: 191 - 192) ได้สรุป กระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาเป็นลำดับแรกก่อนที่จะมีการเตรียมการหรือ เรียนเกิดขึ้น
2. สถานการณ์ปัญหาจะถูกนำเสนอแก่นักเรียนในแนวทางที่เหมือนกับ สถานการณ์จริง

3. นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับปัญหาโดยใช้เหตุผลและการประยุกต์ความรู้ที่มีเพื่อหาแนวทางวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาและประเมินผลงานซึ่งเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ต่างๆ
4. ขอบเขตของการเรียนรู้จะเกิดขึ้นหรือนิยามขึ้นในกระบวนการทำงานเกี่ยวกับปัญหาและจะเป็นแนวทางนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Individualized study)
5. ทักษะและความรู้จะได้มาจากการศึกษาเหล่านี้ คือ การนำความรู้ที่มีเพื่อประยุกต์ใช้กับปัญหา เพื่อการประเมินผลการเรียนรู้ และ เพื่อเสริมแรงการเรียนรู้
6. การเรียนรู้เกิดขึ้นในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับปัญหาและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองซึ่งเป็นการรวบรวมสรุปและบูรณาการความรู้และทักษะที่นักเรียนมีอยู่แล้ว

เดลลิส (Delisle, 1997: 26 - 36) ได้เสนอกระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ของผู้เรียนหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ครูต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

2. การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting up the Structure) ผู้เรียนอ่านวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาแล้วร่วมกันวางแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบ ดังนี้

- 2.1 แนวคิด/แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas) คือ วิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

- 2.2 ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้/ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือ เป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

- 2.3 ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยามหรือประเด็นการศึกษาอื่นๆ ที่ต้องการทราบ

2.4 วิธีการศึกษาค้นคว้า (Action Plan) คือ วิธีการที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

3. การดำเนินการศึกษาค้นคว้า (Visiting the Problem) แต่ละกลุ่มร่วมกัน วางแผนการศึกษาค้นคว้า และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ

4. รวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้า ต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่าข้อมูลที่ได้ เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่ น่าสนใจมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และ ประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิด การตัดสินใจ รวมทั้งผู้เรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. สร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้วแต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือ ปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม

6. ประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุด ผู้เรียนประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเอง ของกลุ่ม และคุณภาพของปัญหา และครูประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

เจลิม วราวิทย์ (2531: ข – ง) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมแผนการสอน ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์ และเนื้อหา ขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ การสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ ปรากฏอยู่ในชุมชนหรือสังคมนั้น และแนวทางในการประเมินผลเพื่อเสริมการเรียนรู้ การสอน แบบการแก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

2. การบริหารการเรียนการสอน ขั้นตอนนี้เป็นการนำแผนซึ่งเตรียมไว้ในขั้นตอน ที่ 1 มาใช้กับผู้เรียน เนื่องจากการเรียนการสอนแบบเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักนี้ เป็นแบบยึด ผู้เรียนเป็นหลัก (student centered) ฉะนั้นผู้เรียนจะผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ 3 ประการ คือ

2.1 การระบุปัญหา (problem identification) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับปัญหาที่ผู้สอนได้สร้างไว้ให้ และผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาความรู้ให้ได้ว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร ใช้กระบวนการคิดที่มีเหตุผลด้วยวิธีการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้กับปัญหาเพื่อให้เกิดแนวความคิดในสิ่งใหม่

2.2 การเรียนการสอนในกลุ่มย่อย (small group tutorial learning) การจัดผู้เรียนให้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาและเกิดความรู้ใหม่ ในเวลาเดียวกัน ผู้เรียนและผู้สอนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดไปในทางที่กำหนดไว้ ในระยะนี้ ผู้เรียนจะกำหนดแนวทางการค้นคว้าหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหาต่อไปด้วยการแบ่งภาระหน้าที่ให้สมาชิกกลุ่มไปศึกษาหาความรู้

2.3 การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (self-directed learning) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละคนจะช่วยกันไปแสวงหาความรู้ตามความถนัดของแต่ละบุคคล ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการดำเนินงานของตนเองที่มีต่อกลุ่ม เลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่หามาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันกับสมาชิกกลุ่ม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ระยะนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสประเมินผลงานของตนเองและวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองและผู้อื่นด้วย

3. การประเมินผลการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนี้ เน้นให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง (self evaluation) และประเมินผลการปฏิบัติงานของสมาชิกกลุ่ม (peer evaluation) ฉะนั้นการประเมินผลจึงนิยมใช้เพื่อการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนเพื่อผู้เรียนจะได้รู้ว่าตนเรียนรู้อะไรและยังบกพร่องในจุดใด ผู้สอนจะทำการประเมินผลโดยเน้นกระบวนการเรียนของผู้เรียน (learning process) และนำข้อมูลมาบอกผู้เรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไปมากกว่าที่จะประเมินผลรวมแต่เพียงอย่างเดียว

5. บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

บทบาทของผู้เรียน

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2001) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนว่าเป็นนักแก้ปัญหาที่มีส่วนร่วมในการเรียน (active problem solver) ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ

1. เป็นผู้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ (Active participant)
2. เป็นผู้ที่มีความมุ่งมั่นมีใจจดจ่อกับงานที่ทำ (Engaged)
3. เป็นผู้ที่สร้างความรู้อย่างมีความหมาย (Constructing meaning)

เจลิม วราวิทย์ (2531: ง – ฉ) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนตามแนวคิด การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยในการดำเนินการแก้ปัญหาของผู้เรียนจะมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ในขั้นตอนแรกกลุ่มผู้เรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจกับปัญหาที่ได้รับเสียก่อน หากมีคำ ข้อความ หรือแนวคิดตอนใดที่ยังไม่เข้าใจจะต้องพยายามหาคำอธิบายให้ชัดเจน โดยอาจจะอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกภายในกลุ่ม หรือจากเอกสารตำราอื่นๆ ที่มีคำอธิบายอยู่

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนนี้เป็นการให้คำอธิบายของปัญหาทั้งหมด โดยกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาที่ถูกต้องสอดคล้องกัน โดยอย่างน้อยที่สุดจะต้องเข้าใจว่า มีเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใดถูกกล่าวถึงหรืออธิบายอยู่ในปัญหานั้นบ้าง

ขั้นตอนที่ 3 และ 4 การวิเคราะห์ปัญหาจะได้มาซึ่งความคิดและข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหาทั้งโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนรวมทั้งความคิดอย่างมีเหตุผลในการสรุปรวบรวมความคิดเห็น ความรู้ และแนวคิดของสมาชิกภายในกลุ่มเกี่ยวกับกระบวนการและกลไกที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา นั่นคือ พยายามสร้างสมมติฐาน (Hypotheses) อันสมเหตุสมผลสำหรับปัญหานั้นๆ ในขั้นตอนนี้ การแสดงความคิดเห็นแบบระดมสมอง (Brain-storming) นับเป็นวิธีการที่ทำให้สมาชิกของกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นอย่างเสรี เพื่อให้ได้มาซึ่งสมมติฐานมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นตอนที่ 5 จากสมมติฐานต่างๆ ที่ได้มานั้น กลุ่มจะต้องนำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญอีกครั้ง โดยอาศัยข้อสันนิษฐานจากข้อมูลความจริงและความรู้จากสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อพิจารณาคัดเลือกข้อสันนิษฐานที่ปฏิเสธได้ในขั้นต้น และคัดเลือกสมมติฐานที่ต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 ผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่คัดเลือกไว้

ขั้นตอนที่ 7 จากวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะถูกแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั้งจากตำราเอกสารทางวิชาการและผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง

การทำงานจะทำงานเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ ช่วยกันหาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ แล้วกลับมาพบกัน ในกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 8 กระบวนการของการเรียนแบบ PBL จะสมบูรณ์ได้โดยการวิเคราะห์ ข้อมูลที่แสวงหามาได้เสนอต่อสมาชิกอื่นๆ ในกลุ่มเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้อาจเพียงพอต่อการพิสูจน์ สมมติฐานหรือไม่ ดังนั้นกลุ่มอาจจะพบว่าข้อมูลบางส่วนไม่สมบูรณ์ จำเป็นจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกก็ได้

ขั้นตอนที่ 9 กระบวนการจะสิ้นสุดเมื่อกลุ่มสามารถหาข้อมูลครบถ้วนต่อการพิสูจน์ ข้อสมมติฐานทั้งหมดได้ และสามารถสรุปได้ถึงหลักการต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาปัญหานี้ รวมทั้ง เห็นแนวทางในการนำความรู้และหลักการนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้

นอกจากขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมา เจลิม วราวิทย์ (2531: จ) ยังได้กล่าวถึง คุณสมบัติของผู้เรียนที่จะช่วยให้การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักบรรลุเป้าหมายไว้ดังนี้

1. *ความรู้ความสามารถเดิมที่เหมาะสมกับปัญหาที่จะเรียน* ผู้สอนจะต้อง ตระหนักถึงความสำคัญของข้อนี้อย่างต่อแท้ เพราะถ้าผู้สอนเตรียมปัญหาที่ยุ้งยากซับซ้อนและ ไม่สัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียนแล้ว จะทำให้ผู้เรียนเกิดความลำบากและเสียเวลามากใน การกำหนดทิศทางการแสวงหาความรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหา

2. *ความสามารถในการสื่อความหมายกับผู้อื่น* เนื่องจากการเรียนการสอนที่ เน้นที่การเรียนแบบกลุ่มย่อย ความสามารถในการสื่อสารกับผู้อื่นจึงมีความสำคัญที่จะช่วยให้ การเรียนรู้ในกลุ่มมีประสิทธิภาพ การอบรมศึกษาเรื่องกระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนมีความสามารถ ด้านนี้จะช่วยให้การเรียนการสอนสะดวกขึ้นมาก

3. *ความกล้าในการตัดสินใจ* การเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลักนี้เป็น การเรียนรู้การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตัดสินใจในข้อมูลนั้น ผู้เรียนจึงต้องมี ความกล้าในการตัดสินใจ เช่น การตัดสินใจตั้งสมมติฐานเพื่อนำมาแก้ปัญหา การตัดสินใจที่จะ จัดอันดับความสำคัญของสมมติฐานเพื่อการแสวงหาความรู้มาพิสูจน์ในสมมติฐาน เป็นต้น

4. *ความตระหนักในความรับผิดชอบ* เพราะเหตุว่าการเรียนแบบนี้เป็นการเรียน แบบพึ่งพา ฉะนั้นผู้เรียนจะต้องตระหนักถึงความสำคัญในการรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย และดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย ถ้าผู้เรียนขาดความรับผิดชอบแล้วงานของกลุ่มจะดำเนินไป ช้ามาก

5. *ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์* บทบาทนี้มีความสำคัญยิ่งที่ผู้เรียนจะต้องพยายาม สร้างให้เกิดขึ้นให้ได้ บทบาทที่หนึ่งถึงสี่นั้น ครูสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อฝึกฝนให้ ผู้เรียนมีทักษะเพิ่มขึ้น แต่อบรมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้นค่อนข้างยากและใช้

เวลานานในการที่จะพัฒนานิสัยดังกล่าว อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนแบบนี้จะช่วยพัฒนาให้เกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์เพิ่มขึ้น

บทบาทของผู้สอน

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2001) ได้สรุปบทบาทของผู้สอนไว้ว่าเป็นผู้ฝึกหรือแนะนำความรู้ (Teacher as coach) โดยมีหน้าที่สำคัญๆ ดังนี้

1. สอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียน (Asking about thinking)
2. การกำกับตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน (Monitoring learning)
3. ตะล่อม ทำทนายให้นักเรียนคิด (Probing/challenging students thinking)
4. ทำให้นักเรียนตั้งมั่นเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นอยู่เสมอ (Keeping students involved)
5. ขยาย พัฒนาปรับปรุงระดับของความท้าทายของปัญหา
(Monitoring/adjusting levels of challenge)
6. จัดการดำเนินการให้นักเรียนมีการเคลื่อนไหวภายในกลุ่มอยู่เสมอ
(Managing group dynamics)
7. ทำให้กระบวนการเรียนดำเนินการไปได้เรื่อยๆ โดยไม่สะดุด (Keeping process moving)

เจลิม วราวิทย์ (2531: ช – ช) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก สรุปได้ว่า ครูเป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญที่เป็นผู้จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนรักในวิชานั้น จัดให้ผู้เรียนมีวิธีการเรียนที่ถูกต้อง และเสริมสร้างสติปัญญาในระดับสูง โดยครูจะมีบทบาทเป็นผู้กระตุ้นหรือหาแรงจูงใจให้ผู้เรียนรักที่จะเรียน ครูจะต้องแสดงบทบาทเปรียบเสมือนผู้เรียนคนหนึ่งในวิชานั้น ครูจะต้องเป็นแหล่งข้อมูลและเรียนไปพร้อมๆ กับศิษย์ เพื่อให้ประสบผลสำเร็จร่วมกัน ฉะนั้น การจัดการเรียนการสอนให้ได้ผลดีจะต้องมีการวางแผนการสอน โดยคำนึงถึงขั้นตอนต่างๆ ที่จะให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์อ้อมกับสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์การเรียนการสอนจะต้องสมบูรณ์พอสมควร เพื่อให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนที่มีความสามารถในด้านกระบวนการกลุ่มจะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ เช่น ทักษะการใช้คำถาม การให้ข้อคิดชม การเสนอแนะทั้งทางตรงและทางอ้อม และผู้สอนคำนึงว่าตนมิได้มีบทบาทเป็นผู้กำหนดความรู้โดยตรง แต่เป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด มีความสนใจและเกิดแรงจูงใจที่จะศึกษาและแสวงหาความรู้ด้วยตัวของ

ผู้เรียนเอง บทบาทของผู้สอนจะเข้าไปเกี่ยวข้องในการเรียนการสอนเฉพาะบางขั้นตอนเท่านั้น และขั้นตอนที่สำคัญมี 2 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน ขั้นตอนนี้ผู้สอนจะเข้ามาช่วยกระตุ้นผู้เรียนโดย กลวิธีทางอ้อมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดการตั้งสมมติฐานหลายประการเพื่อผู้เรียนจะได้ช่วยกัน คัดเลือกว่าสมมติฐานใดน่าจะเหมาะสมในการแก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ต่างๆ ต่อไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาหาความรู้ใหม่ ในระยะนี้ผู้สอนจะเข้าร่วม สังเกตการณ์พิจารณาการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนกลวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วย กระตุ้นให้ผู้เรียนพิจารณาข้อมูลได้มานั้นถูกผิดเพียงพอหรือต้องแสวงหาเพิ่มเติม ซึ่งผู้เรียน อาจจะออกไปแสวงหาความรู้มาใหม่แล้วกลับมาพบกันอีก ในทางปฏิบัติในระยะนี้ผู้สอนจะต้อง พยายามหาทางให้ผู้เรียนได้มองผลการปฏิบัติงานของตนเอง (reflection) ว่าสามารถแก้ปัญหา ได้ถูกต้องหรือไม่ ผู้สอนจะไม่ตัดสินว่าการแก้ปัญหานั้นถูกหรือผิด แต่จะกระตุ้นทางอ้อมเพื่อให้ ผู้เรียนเห็นว่า การแก้ปัญหาที่ได้ปฏิบัติมานั้นยังไม่ถูกจุดในบางจุด และหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนมี โอกาสประเมินผลตนเองในกระบวนการศึกษาที่ได้ปฏิบัติมา

7. ข้อแตกต่างระหว่างการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักและการเรียนแบบอื่นๆ

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2001) ได้สรุปเปรียบเทียบการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนแบบอื่นๆ โดยพิจารณาที่หลักสูตรการเรียน ไว้ในแผนภาพต่อไปนี้

การเรียนแบบบรรยาย	การเรียนแบบอื่นๆ	การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
หลักสูตรคือตัวกำหนดการเรียน ซึ่ง		หลักสูตรคือแนวทางการเรียน ซึ่ง
1) มาจากแนวคิดของครู/ผู้เชี่ยวชาญ		1) มาจากแนวคิดของนักเรียน/ผู้เรียน
2) เป็นลักษณะเส้นตรงและจัดตามหลักการ		2) มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน
3) จัดข้อมูลจากส่วนย่อยๆ ไปสู่ส่วนรวม		3) จัดข้อมูลจากส่วนรวมไปสู่ส่วนย่อยๆ
4) การสอนเป็นการถ่ายทอด		4) การสอนเป็นการอำนวยความสะดวก
5) การเรียนคือการรับความรู้		5) การเรียนคือการสร้างความรู้
6) บรรยากาศสิ่งแวดล้อมมีโครงสร้างแน่นอน		6) บรรยากาศสิ่งแวดล้อมมีความยืดหยุ่น

แผนภาพที่ 1 การเปรียบเทียบการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนแบบอื่นๆ

โดยพิจารณาที่หลักสูตรการเรียน (Illinois Mathematics and Science Academy, 2001)

ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนแบบบรรยายโดยพิจารณาประเด็นอื่นๆ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนแบบบรรยาย
(Illinois Mathematics and Science Academy, 2001)

ประเด็นในการเปรียบเทียบ	การเรียนแบบบรรยาย	การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
1. บทบาทของครู	เป็นผู้เชี่ยวชาญ : 1. คิดเอง 2. ครอบครองความรู้ 3. ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยตนเอง	เป็นครูฝึก/แนะแนว: 1. นำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา 2. เป็นตัวแบบ/ผู้ฝึก (Models/coaches, and fades) 3. มุ่งมั่นในกระบวนการเรียนเสมือนเป็นผู้แสวงหาความรู้ที่มีส่วนร่วม 4. ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง
2. บทบาทของนักเรียน	เป็นผู้รับความรู้: 1. เชื่อยซา 2. อยู่เฉยๆ 3. ว่างเปล่า	เป็นผู้มีส่วนร่วม: 1. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน 2. เสาะแสวงหาความรู้และหาวิธีการแก้ปัญหาจากสิ่งที่มีอยู่
3. จุดเน้นด้านพุทธิพิสัย	นักเรียนได้รับความรู้เท่าที่จำเป็นและนำไปใช้ในสถานการณ์การทดสอบความรู้	นักเรียนตั้งสมมติฐานและสร้างองค์ความรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหาตามแนวทางและเงื่อนไขที่ค้นพบด้วยตนเอง
4. บทบาทของปัญหา	1. มีโครงสร้างแน่นอน มีวิธีการหาคำตอบชัดเจน (Well-structured) 2. นำเสนอเพื่อให้จำความรู้นั้นๆ	1. มีลักษณะที่สามารถหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง (Ill-structured) 2. นำเสนอในรูปสถานการณ์ซึ่งประกอบไปด้วยปัญหาที่ต้องมีการนิยามวิธีการหาคำตอบ
5. การจัดการข้อมูล	จัดการและนำเสนอโดยผู้สอน	นำเสนอโดยผู้สอนโดยไม่เกี่ยวกับความต้องการนักเรียนเป็นส่วนน้อย แต่ส่วนมากจะเกิดจากการค้นหาและวิเคราะห์โดยตัวนักเรียนเอง

มณฑล ธรรมบุคย์ (2545: 16) แสดงการเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ครูเป็นฐาน กับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการสอนโดยใช้ครูเป็นฐาน กับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัจจัยการเรียนรู้	การสอนโดยใช้ครูเป็นฐาน	การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
การจัดเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้และสื่อการสอน	ครูเป็นผู้เตรียมการและเป็นผู้นำเสนอ	1. ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์การเรียนรู้ 2. นักเรียนเป็นผู้เลือกสื่อการเรียนรู้
การจัดลำดับการเรียนรู้	ครูเป็นผู้กำหนด	นักเรียนเป็นผู้กำหนด
การจัดเวลาในการทำแบบฝึกหัด/ปัญหา	ครูให้แบบฝึกหัดหลังจากเสร็จสิ้นการสอน	ครูนำเสนอปัญหา ก่อนเสนอสื่อการสอนอื่นๆ
ความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้	ครูเป็นผู้รับผิดชอบ	นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบ (เรียนรู้ด้วยตนเอง)
ความเป็นมืออาชีพ	ครูแสดงภาพลักษณ์ความเป็นมืออาชีพ	ครูไม่แสดงภาพลักษณ์ความเป็นมืออาชีพ
การประเมินผล	ครูจัดทำแบบประเมินและเป็นผู้ประเมิน	นักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเอง
การควบคุม	ครูควบคุมนักเรียน	นักเรียนควบคุมตนเอง

8. ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

ข้อดีของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

บาร์โรว์ และ แทมบลิน กับ มีโล และ เอฟเวนเซน (Barrows and Tamblyn, 1980: 193, and Hmelo and Evensen, 2000: 6) สรุปข้อดีของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้

1. ได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นบูรณาการ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การได้เผชิญกับปัญหาเป็นโอกาสที่ได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจ

3. พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียน โดยการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียน วิธีการแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ รวบรวมความรู้ และนำมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ เป็นลักษณะของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย มีวิธีการแสวงหาความรู้และ ไตร่ตรองทรัพยากรการเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความหมายสำคัญ ช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง

4. พัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม การเรียนเป็นกลุ่มย่อยทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่นทำให้มีความรู้กว้างขวางมากขึ้น ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะทางสังคม

5. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2001) ได้เสนอประโยชน์ที่ได้จากการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยสรุปว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีส่วนช่วยส่งเสริมในเรื่องต่อไปนี้

1. แรงจูงใจ (Motivation) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักทำให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการเรียนมากขึ้น เพราะเขาต้องพยายามในการหาคำตอบของปัญหาอย่างมาก เนื่องจากเขาจะมีความรู้สึกว่าได้ได้รับความไว้วางใจในการค้นหาคำตอบหรือทำงานนั้น

2. ความเกี่ยวข้องและบริบท (Relevance and Context) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างชัดเจนแจ่มแจ้งว่า "ทำไมเราจึงต้องเรียนในเนื้อหานี้" และ "ฉันกำลังทำอะไรที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ในโลกแห่งความเป็นจริง ในขณะที่อยู่ในโรงเรียน"

3. ลำดับการคิดระดับสูง (Higher-Order Thinking) ปัญหาที่มีลักษณะที่สามารถหาคำตอบได้หลากหลาย (ill-structured problem) จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดอย่างสร้างสรรค์ (critical and creative thinking) โดยผู้เรียนจะจดจ่อกับการเดา คาดคะเนว่า "อะไรคือคำตอบที่ถูกต้องที่ครูต้องการให้เขาค้นหา"

4. เรียนรู้ว่าจะเรียนอย่างไร (Learning How To Learn) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยส่งเสริมเมตาคognition และ การเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการถามให้นักเรียนค้นคิด ยุทธวิธีสำหรับนิยามปัญหา การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐานด้วยตนเอง มีการเปรียบเทียบข้อมูลยุทธวิธีที่ค้นพบกับคนอื่น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันกับเพื่อนและเปรียบเทียบกับยุทธวิธีของครู

5. สภาพที่เป็นจริง (Authenticity) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักจะมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสิ่งที่เขาเคยเรียนผ่านมาหรือสามารถระลึกได้และมีผลต่อสภาวะการณ์ในอนาคต และประเมินผลการเรียนรู้ในแนวทางที่บ่งบอกถึงความเข้าใจ ไม่ใช่แค่การรู้เท่านั้น

สุนทรีย์ คนเที่ยง (2544: 12) ได้สรุปข้อดีของการเรียนรู้จากกรณีปัญหา (Problem-Based Learning : PBL) ไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ PBL ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหา (Problem-solving) มากกว่าการจำเนื้อหาข้อเท็จจริง พร้อมส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม และพัฒนาทักษะทางสังคม (Social Skills)

ข้อจำกัดของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีข้อจำกัด คือ เป็นการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบางวิชาเท่านั้น ในการนำมาใช้ต้องมีการวางแผนและเตรียมการเป็นอย่างดี ผู้สอนต้องมีทักษะในการเป็นผู้สอนประจำกลุ่มและมีความมุ่งมั่นในการที่จะสอนในแนวการสอนนี้ ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและให้ความร่วมมือในการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นห้องเรียนที่เปิดกว้างและมีแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาอย่างอิสระ ดังที่ บาร์โรว์และแทมบลิน (Barrows and Tamblyn, 1980: 13 - 14) กล่าวว่า "ความสำเร็จของการเรียนแบบการใช้ปัญหาเป็นหลักนั้นขึ้นอยู่กับวินัยการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนเพื่อทำงานกับสิ่งที่ไม่รู้ และปัญหาที่เป็นปริศนาซึ่งท้าทายผู้เรียนให้เกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจะต้องมีทักษะที่จำเป็นเพื่อชี้ทิศทางและแนะแนวทางผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการและการออกแบบการค้นหาคำตอบ ซึ่งเสมือนเป็นการผลิตหรือรวบรวมสื่ออุปกรณ์ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก"

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โดยทั่วไปชีวิตของคนจะประสบกับปัญหามากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจและสังคม และการดำเนินชีวิตที่มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้นแต่ละบุคคลจึงต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ตนเองปรับตัวอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข การตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ นั้นต้องอาศัยการคิด การศึกษา การรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล และการใช้ยุทธวิธีต่างๆ โดยอาศัยทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณ ความคิด ประสพการณ์ตลอดจนความรู้ที่เคยเรียนมาก่อนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ ต้องการ นักการศึกษาจิตศาสตร์ต่างยอมรับว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของจิตศาสตร์ ผู้เรียน ต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ นำไปใช้แก้ปัญหา (กรมวิชาการ, 2544: 1- 4) จะเห็นว่า จิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ประจำวันของบุคคลทุกคน ดังนั้นในการเรียนการสอนจิตศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมที่ทำให้ ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

1. ความหมายของปัญหาทางจิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางจิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน และ พินกรี (Anderson and Pingry, 1973: 228) กล่าวถึงปัญหา ทางจิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางจิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ เกี่ยวกับจิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม ต้องใช้ความรู้ทางจิตศาสตร์ ประสพการณ์ และการตัดสินใจ ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับ ผู้แก้ปัญหา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคล อื่นก็ได้

อดัมส์ (Adams, 1977: 176) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางจิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาจิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและคำตอบที่ต้องการ ซึ่ง จะรวมถึงปัญหาที่เป็นภาษา ปัญหาที่เป็นเรื่องราว และปัญหาที่เป็นคำพูด ในการแก้ปัญหา นั้นจะต้องมีการตัดสินใจและลงมือแก้ปัญหา

คูอิคแซงค์และเซฟฟิลด์ (Cruikshank and Sheffield, 1992: 37) กล่าวไว้ ซึ่งสรุปได้ว่า ปัญหาจะหมายถึง คำถาม หรือ สถานการณ์ที่ทำให้เกิดความงุนงง ปัญหาจะเป็น คำถามหรือสถานการณ์ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด หรือไม่สามารถทราบวิธีหาคำตอบ ได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาทางจิตศาสตร์จะมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับจิตศาสตร์ แต่ไม่ได้หมายความว่า

จะเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993: 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในตัวปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 52) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้ และประสบการณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

ยุทิน พิพิธกุล (2542: 5) ได้กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544: 10) กล่าวว่า “ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่างๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา”

กล่าวโดยสรุปปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2. ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1973 อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537: 8) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาดังนี้

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

- 1) สิ่งที่ต้องการหา
- 2) สิ่งที่กำหนดให้
- 3) เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

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

- 1) สิ่งที่กำหนดให้ หรือ สมมติฐาน
- 2) สิ่งที่ต้องพิสูจน์ หรือ ผลสรุป

การแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภทตามแนวคิดของโพลยา มีประโยชน์ในการกำหนดประเด็นต่างๆ ในการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา แต่ปัญหาบางปัญหาอาจมีรูปแบบทั้งสองรูปแบบอยู่ในปัญหาเดียวกัน

คูทซ์ (Kutz, 1991: 93) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามการแก้ปัญหาเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การแก้ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (routine or word problem solving) ปัญหาที่พบเห็นกันโดยทั่วไปหรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เป็นปัญหาที่มีโครงสร้าง

ไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน (non - routine problem solving) ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนหรือปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาคงต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่ท้าทายและให้ความสนุกสนาน

เรย์ ชายดัม และ ลินควิสต์ (Reys, Suydam and Linqvist, 1995: 29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาคงต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 53) ได้จำแนกปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณจำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำไปใช้และเกณฑ์ในการจำแนก

3. ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี

โคลด์ (Clyde, 1967: 108) ได้เสนอแนะถึงการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี ว่าควรจะมีลักษณะดังนี้

1. ให้มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจจะเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือมักจะเกิดกับบุคคลทั่วไป หรือมีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน
2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ควรใช้ภาษาหรือการบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์มาก่อน

กรมวิชาการ (2544: 18) ได้อธิบายลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

1. ภาษาที่ใช้กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ทำทลายความสามารถของนักเรียน
3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้นๆ
5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัย และเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี
10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพลายเส้น แผนภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

4. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957: xvi - xvii) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหา โดยมองไปที่ตัวปัญหาว่า มีสิ่งใดบ้างในปัญหาที่เรายังไม่รู้ โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ เงื่อนไขของปัญหาคืออะไร เงื่อนไขที่กำหนดมาให้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ผู้เรียนต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดเจนอาจใช้การวาดรูป และแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขในปัญหานั้นๆ ออกเป็นส่วนๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจโจทย์ปัญหามากขึ้น

2. การวางแผนการแก้ปัญหา (Devise a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใด เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หา กับข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้ ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนการแก้ปัญหา โดยดูว่าปัญหาลักษณะนี้เคยพบมาก่อนหรือไม่ มีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาที่ทำมาแล้วอย่างไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

3. การดำเนินการตามแผน (Carry out the plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือ สูตร ที่เหมาะสมมาใช้

4. การตรวจสอบ (Look back) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าวๆ

กาโรฟาโล และ เลสเตอร์ (Garofalo and Lester, 1985 อ้างถึงใน สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย, 2540: 32 - 33) เสนอกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

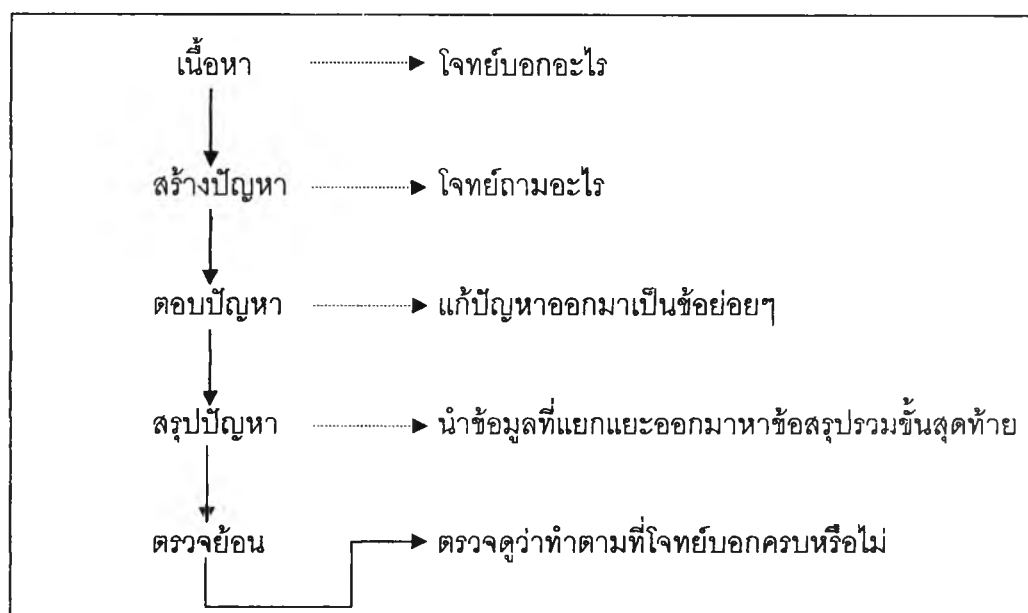
1. การเริ่มต้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมอันมีกลวิธีในการประเมินและทำความเข้าใจปัญหา ยังแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

- 1.1 กลวิธีการทำความเข้าใจ
 - 1.2 การวิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลและเงื่อนไข
 - 1.3 ประเมินความคุ้นเคยกับงาน
 - 1.4 การสร้างตัวแทนปัญหา
 - 1.5 ประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ
 2. การวางแผนแก้ปัญหา (Organization)
 - 2.1 ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย
 - 2.2 วางแผนรวม
 - 2.3 วางแผนย่อย
 3. ดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) หรือการดำเนินการตามแผน
 - 3.1 ดำเนินการตามแผนย่อย
 - 3.2 กำกับ ประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อยและ
แผนรวม
 - 3.3 กำกับตนเองในด้านความถูกต้องของงาน การใช้เวลา
 4. ประเมินความถูกต้อง (Verification)
 - 4.1 ประเมินการนิยามปัญหา และการวางแผนการแก้ปัญหา
 - 4.1.1 ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา
 - 4.1.2 ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา
 - 4.1.3 ความสอดคล้องของแผนย่อยกับแผนรวม
 - 4.1.4 ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย
 - 4.2 ประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา
 - 4.2.1 ความถูกต้องของการดำเนินการ
 - 4.2.2 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.2.3 ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นตอนกับแผนและ
เงื่อนไขของปัญหา
 - 4.2.4 ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและ
เงื่อนไขของปัญหา
- อนึ่งในงานแต่ละอย่าง หรือปัญหาแต่ละข้อ จะมีขั้นตอนการแก้ปัญหาเหล่านี้
แตกต่างกันออกไป

ครูลิค (Krulik, 1987 อ้างถึงใน ทองหล่อ วงษ์อินทร์, 2536: 37-38) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์แบบตรงจุด (Heuristic) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. การอ่านโจทย์ (Read) ประกอบด้วย การบันทึกคำสำคัญจากโจทย์ การอธิบายปัญหา การทวนปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง บอกว่าโจทย์ถามอะไร และบอกว่าโจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้บ้าง
2. การสำรวจรายละเอียดของปัญหา (Explore) ประกอบด้วย การจัดระบบข้อมูล การบอกว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ การบอกว่าข้อมูลมากเกินไปหรือไม่ การวาดรูป หรือ ไดอะแกรม และการเขียนแผนภูมิหรือตาราง
3. การเลือกยุทธวิธี (Select a Strategy) ประกอบด้วย การระลึกรูปแบบการทำงานย้อนกลับ การคาดคะเน และการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์หรือ การทดลอง การเขียนโครงสร้างในการจัดระบบ หรือรายการที่จะช่วยในการแก้ปัญหา การอุปนัยทางตรรก และการแบ่งปัญหาออกเป็นตอนๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหา
4. การลงมือแก้ปัญหา (Solve) ประกอบด้วย การดำเนินการตามแผน การใช้ทักษะทางด้านปริมาณทางคณิตศาสตร์และการใช้ตรรกเบื้องต้น
5. การพิจารณาคำตอบและการขยายผล (Review and Extend) ประกอบด้วย การทบทวนคำตอบ การพิจารณาข้อความปัญหาบางตอนที่น่าสนใจ การใช้คำถาม ถ้า...แล้ว (if...then) และการอภิปรายการแก้ปัญหา

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 136) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล, 2530: 136)

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

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง
2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา นั้นๆ พิจารณาถึงเหตุ และหาหนทางที่จะแก้ปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการ หายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. แก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจจะมีความจำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วย
5. ตรวจสอบผล เป็นการทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำวนถูกต้องหรือไม่คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

5. องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหามีความสำคัญมากต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่การที่แต่ละบุคคลจะแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วย มีนักการศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

โคลด์ (Clyde, 1967: 112) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สติปัญญา

ไฮเมอร์และทรูบรอด (Heimer and Trueblood, 1978: 30 - 32) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ในโจทย์คำถามจะช่วยให้เรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. การคาดคะเนคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยค

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

บาร์ดี (Baroody, 1993: 2 - 10) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน
3. องค์ประกอบทางด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถสนองตอบได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญคือ ความสามารถทางความคิดและสติปัญญา ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประสบการณ์การเรียนรู้

6. การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนเป็นเรื่องที่จำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึง เพราะเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนวิธีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์อย่างเป็นระบบก็จะทำให้ความรู้นั้นติดตัวนักเรียนไปตลอด

นักวิชาการหลายท่าน ได้เสนอแนวคิด วิธีการสอนของครูเพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนดังนี้

บิทเตอร์ (Bitter, 1990: 43 - 44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริงๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลายๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อยๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน
7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลายๆ ข้อ โดยวิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลายๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่นๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้
8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้นๆ
9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่
10. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหา และวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา
11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2536: 165 - 167) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน
2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว
3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา
4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีช้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับทุกคน
5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆ หรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้
6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้
8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้นๆ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ
9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน
10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยๆ หรือให้นำปัญหามาเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 66 - 67) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา สรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา
 - 1.1 ควรพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกการอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบ โดยอาจฝึกเป็นรายบุคคล หรือฝึกเป็นกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหา

ความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ควรใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหา จะทำให้ปัญหามีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.3 ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกเพื่อทำความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอมาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่า ข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา

2.1 ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่างๆ ที่โจทย์ปัญหากำหนดให้หยุดใช้คำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2.2 ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามากๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนเองคิดอะไร การคิดออกมามากๆ อาจอยู่ในรูปการบอก หรือเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดเสมอๆ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 ควรจัดหาปัญหามาให้นักเรียนฝึกบ่อยๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ

2.5 ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธีเพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิดและจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผน ก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้นๆ หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล/คำตอบ

4.1 ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจาก

การแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

4.2 ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมาย สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

4.3 ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบให้ได้ มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้กับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบใน ปัญหานั้นได้อีก

4.4 ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อ ช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหา ด้วยวิธีการอื่นๆ ได้

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543: 48) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ คือ

1. ทักษะในการทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างตรงประเด็น
2. ทักษะในด้านการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง
3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนของครูที่เน้นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน สรุปได้ว่า ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจหลายๆ รูปแบบ เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียนมาให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ปัญหา วางแผน การแก้ปัญหาโดยการอภิปรายร่วมกัน ฝึกการคิดเป็นลำดับขั้นตอน ให้ความในการคิดและ การลงมือแก้ปัญหากับนักเรียน และฝึกให้นักเรียนรู้จักการคาดคะเนคำตอบและตรวจสอบ คำตอบที่ได้

ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ถือว่าเป็นคุณลักษณะทางความคิดอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อ การดำเนินชีวิตของบุคคล การที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากอดีตจนกลายเป็นโลก แห่งเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการสื่อสารไร้พรมแดน การดำเนินชีวิตของบุคคลสะดวกสบายขึ้นใน ปัจจุบัน เหล่านี้ล้วนเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลทั้งนั้น ผลผลิตของความคิด สร้างสรรค์ต้องอาศัยทั้งความคิด และจินตนาการที่ไม่ยึดติดอยู่ในสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อม

ที่กำหนดไว้ และมีความเพียรพยายาม มุมานะจนกระทั่งคิดได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ติดตัวบุคคลมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์ จะทำให้เป็นบุคคลที่มีอิสระทางความคิด มีความคิดที่อยู่นอกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เสมอ ฉะนั้นการสอนความคิดสร้างสรรค์และการฝึกฝนให้เป็นนักคิด จึงเป็นสิ่งจำเป็นและควรจะสอนกันตั้งแต่เด็กๆ จึงจะสามารถพัฒนาความคิดได้เต็มศักยภาพ ทั้งนี้เนื่องจากเด็กเป็นวัยที่มีความอยากรู้อยากเห็น รวมทั้งจินตนาการได้กว้างไกลกว่าผู้ใหญ่ และการที่เด็กสามารถคิดได้อย่างสร้างสรรค์นั้นถือว่าเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยยกระดับคุณภาพของเด็กให้มีชีวิตอย่างมั่นใจในตนเองทั้งในปัจจุบันและอนาคตเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ออสบอร์น (Osborn, 1963: 14) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการเชิงประยุกต์ ซึ่งเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ตนเองประสบอยู่ แต่ไม่ใช่จินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอยทั่วไป โดยที่ความคิดจินตนาการเป็นลักษณะที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการคิดค้น หรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อสังคม แต่ความคิดจินตนาการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการที่ควบคู่ไปกับการมีความเพียรพยายามอดทนหาคำตอบ ซึ่งสามารถทำให้งานที่สร้างสรรค์สำเร็จลงได้

วอลลาซ และ โคแกน (Wallach and Kogan, 1965: 34) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถคิดในสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันหรือเชื่อมโยงกันได้ดี เรียกว่า ความคิดโยงสัมพันธ์ คือเมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะใช้เป็นแนวทางให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กันต่อไปได้เรื่อยๆ โดยยิ่งคิดได้มากเท่าไรก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ได้มากเท่านั้น

เวสคอต และ สมิธ (Westcott and Smith, 1967: 221) ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่รวมถึง

ประสบการณ์เดิมของแต่ละคนออกมา แล้วนำมาจัดให้เป็นรูปแบบใหม่ โดยรูปแบบใหม่ของความคิดนี้เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคน

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 61) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า "ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดแตกแขนง (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลากหลาย หลากแง่มุม คิดได้กว้างไกล โดยลักษณะความคิดในลักษณะนี้นำไปสู่ความคิดการประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ"

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973: 42) ได้กล่าวว่า "ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการของความรู้สึกที่ไวต่อปัญหา สิ่งที่ยกพร่องหรือขาดหายไป ไวต่อการแยกแยะปัญหา ไวต่อการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ไวต่อการคาดคะเนและการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น"

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2537: 2) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ซึ่งสรุปได้ดังนี้ ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนยากแก่การให้คำจำกัดความที่แน่นอนตายตัว แต่ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องเป็นงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่า ถ้าพิจารณาในเชิงกระบวนการ กระบวนการความคิดสร้างสรรค์คือ การเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน ถ้าพิจารณาในเชิงบุคคล บุคคลนั้นจะต้องเป็นคนที่มีความแปลกเป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นผู้ที่มีความคิดคล่อง (Fluency) มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้นๆ ได้ (Elaboration)

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 45) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า "ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า"

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 158) กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า "เป็นกระบวนการทางสมองของมนุษย์ที่สามารถคิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง โดยการเชื่อมโยงหรือผสมผสานความคิดตั้งแต่สองเรื่องเข้าด้วยกัน แล้วจัดระเบียบความคิดออกมาในรูปแบบที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบเดิม แต่จะต้องเป็นสิ่งที่มีความค่าและให้ประโยชน์แก่ชีวิต"

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 29) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า "ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาในระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด"

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่สามารถคิดได้อย่างหลากหลาย กว้างไกล และลึกซึ้งโดยไม่ซ้ำแบบเดิม เพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญ หรือ เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ มีคุณค่า เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม

2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองของบุคคลที่มีลักษณะซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน เป็นความสามารถที่แฝงอยู่ในตัวบุคคล เมื่อถูกกระตุ้น หรือ ฝึกฝนก็จะแสดงความสามารถออกมา นักจิตวิทยาหรือนักการศึกษาจึงได้มีการระบุพฤติกรรมหรือลักษณะที่บุคคลแสดงออกมาจัดเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ เพื่อที่จะทำให้วัดความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลได้ มีนักจิตวิทยาที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย 2 ท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 145 - 151) เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมากในเวลาที่กำหนด และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขได้หลายวิธี

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973: 91 - 95) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบของการเรียนการสอน ซึ่งได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการผลิตความคิดได้หลากหลายเพื่อสนองตอบต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็ความคิดทางภาษา หรือท่าทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิด หรือความคิดแตกต่างไปจากคนอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

นอกจากนี้ได้นักการศึกษาได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

เบิร์น (Burns, 1995: 25 - 39) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่า จากสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มีคำตอบใดผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียน

ได้ฝึกพร้อมกันทั้งชั้น หรือจัดกลุ่มก็ได้ เช่น ให้นักเรียนตั้งโจทย์คำถามที่มีคำตอบเป็น 15 ซึ่งนักเรียนที่มีความคิดคล่องสามารถคิดโจทย์คำถามได้หลายคำถาม และคิดได้อย่างรวดเร็ว

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มาก แตกต่าง หลายทิศทาง หรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคิดคล่อง และต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดพร้อมกันทั้งชั้น หรือเป็นกลุ่มก็ได้

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิด แล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทางคณิตศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนบอกตัวเลขที่ชอบ แล้วแสดงเหตุผล นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มสามารถแสดงเหตุผลได้แตกต่างจากผู้อื่น และเหตุผลนั้นมีความถูกต้องด้วย

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของความคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งๆ ให้ละเอียดและน่าสนใจ เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูเริ่มต้นด้วยการตั้งหัวข้อเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนเสนอรายละเอียดให้มากที่สุดที่จะคิดได้ เช่น ให้นักเรียนต่อเติมรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนที่มีความละเอียดในการคิด สามารถเสนอรายละเอียดได้แตกต่างจากผู้อื่น และถูกต้องครบถ้วน

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องร่วมกันมี 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่ม

3. กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การที่บุคคลจะกระทำการหรือแสดงพฤติกรรมเพื่อให้ผลงานที่มีความคิดสร้างสรรค์บรรลุตามจุดมุ่งหมาย จะต้องผ่านกระบวนการที่เป็นขั้นตอน ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งขั้นตอนกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้แตกต่างกันตามความสนใจ และจุดเน้นของแต่ละท่าน ดังนี้

ฮัทชินสัน (Hutchinson, 1949: 38 - 42) ได้กล่าวว่า "ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากกระบวนการหยั่งรู้ (intuition)" ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม (The stage of Preparation) เป็นการรวบรวมประสบการณ์ต่างๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา
2. ขั้นคิดแก้ปัญหา (The stage of Frustration) เป็นระยะของการครุ่นคิดแก้ปัญหา แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นเกิดความคิด (The Period of Insight) เป็นขั้นที่เกิดความคิดแวบขึ้นในสมอง คิดหาคำตอบได้ทันที
4. ขั้นพิสูจน์ (The stage of Verification) เป็นขั้นที่มีการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

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

1. การค้นหาความจริง (Fact finding) เป็นขั้นเกิดความรู้สึกกังวลหรือสับสนวุ่นวายในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร ต้องพิจารณาดูว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความรู้สึกเหล่านั้นคืออะไร
2. การค้นพบปัญหา (Problem finding) เป็นการเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น หรือมองเห็นปัญหา เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว
3. การค้นพบแนวคิด (Idea finding) เป็นการรวบรวมความคิดและตั้งสมมติฐาน แล้วรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น
4. การค้นพบคำตอบ (Solution finding) เป็นการค้นพบคำตอบหลังจากที่ทดสอบแนวคิดและสมมติฐาน
5. การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance finding) เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่า สิ่งที่ค้นพบจะนำไปสู่การเกิดแนวคิด และข้อค้นพบใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า สิ่งใหม่ที่ท้าทาย (New Challenge)

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

1. ปัญหา สามารถที่ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการจะใช้ความคิดสร้างสรรค์
2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3. วิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล คิดพิจารณา และแจกแจงข้อมูล
4. การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่างๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ และหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลายๆ แนวทาง
5. การตกผลึกความคิด และการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้เกิดความคิดบางอย่างขึ้นมาแล้วทำให้ความคิดนั้นชัดเจนขึ้น
6. การสังเคราะห์และการบรรจุความคิดส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน
7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกความคิดให้ได้คำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ดิวิตโต (Divito, 1971: 208) ได้กำหนดขั้นตอนของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) คือขั้นล้มผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่างๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหาและส่วนประกอบ
2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ความรู้ที่จะนำมาแก้ปัญหาจะถูกนำมาผสมผสานกัน ซึ่งจะต้องอาศัยความค้ำข้องใจ และความเข้าใจในปัญหาและส่วนประกอบ
3. ขั้นการพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกที่ว่า วิธีการบางอย่างในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา
4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ทันทีทันใด หลังจากที่ได้พบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้นๆ
5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออก เพื่อพิสูจน์ตรวจสอบและยืนยันความคิดดังกล่าว

วอลลาซ และ โคแกน (Wallach and Kogan, 1973: 12) ได้อธิบายกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเกิดจากความคิดในสิ่งใหม่ๆ โดยอาศัยการลองผิดลองถูก ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความสับสนวุ่นวายทั้งข้อมูลเก่าและใหม่ โดยข้อมูลที่มีอยู่ยังไม่สามารถจัดเป็นระบบได้ ซึ่งเป็นขั้นของการหยุดคิดเงียบๆ ชั่วคราว
3. ขั้นความคิดกระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นของการจัดระบบข้อมูลออกเป็นความคิดที่สามารถมองเห็นภาพชัดเจน
4. ขั้นทดสอบความคิดหรือพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ได้รับความคิด 3 ขั้นข้างต้น เพื่อพิสูจน์ว่าความคิดนี้เป็นจริงและถูกต้อง

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ฮาดามาร์ด (Hadamard, 1865 cited in Busse and Manfield, 1980: 96) ได้ทำการศึกษาคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Creativity) และอธิบายกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนของการรับรู้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และบุคคลมีการกระทำต่อปัญหานั้นอย่างเป็นระบบ โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical) ซึ่งความพยายามในระดับนี้จะเป็นการกระตุ้นในแนวทางต่างๆ ไปในการแก้ปัญหา
2. ขั้นความคิดฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่เกิดกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวบรวมความคิดต่างๆ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะนำไปสู่ความคิดที่รู้ตัว (consciousness)
3. ขั้นความคิดกระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤติ (Critical Point or Point of Illumination or Point of Insight) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว เกิดความคิดที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผล และการนำไปใช้ (Verification, Exposition, Utilization of the Results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ซึ่งเกิดในระดับที่รู้ตัวทั้งหมด

จากกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนที่แตกต่างกัน แต่มีบางขั้นตอนที่แต่ละท่านได้แบ่งไว้เหมือนกันซึ่งได้แก่ ขั้นเตรียมหรือขั้นค้นหาความจริง

ชั้นความคิดฟุ้งหรือตั้งสมมติฐาน ชั้นค้นพบคำตอบหรือชั้นคิดกระจ่าง และ ชั้นตรวจสอบผลหรือการพิสูจน์ผล

4. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกมา บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงมีลักษณะที่แตกต่างจากบุคคลอื่น ๆ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

แกริสัน (Garison, 1954 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2534: 148 – 149)

ได้อธิบายถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นคนที่มีความสนใจในปัญหา ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ไม่กลัวว่าปัญหาจะเกิดขึ้น แต่กล้าที่จะเผชิญปัญหา กระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา ตลอดจนหาทางปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพัฒนาอยู่เสมอ

2. เป็นคนที่มีความสนใจกว้างขวาง ทนต่อเหตุการณ์รอบด้าน ต้องการเอาใจใส่ในการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่างๆ เพิ่มเติมอยู่เสมอ พร้อมทั้งยอมรับข้อคิดเห็นจากข้อเขียนที่มีสาระประโยชน์ และนำข้อมูลเหล่านั้นมาประกอบใช้พิจารณาปรับปรุงพัฒนางานของตนเอง

3. เป็นคนที่ชอบคิดหาทางแก้ปัญหาไว้มากมาย ทาง เตรียมทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาไว้มากกว่าหนึ่งวิธีเสมอ ทั้งนี้เพื่อจะช่วยให้มีความคล่องตัว และประสบผลสำเร็จมากขึ้น เพราะการเตรียมทางเลือกหลายๆ ทางย่อมสะดวกในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้ และยังเป็นการประหยัดเวลาและเพิ่มกำลังใจในการแก้ปัญหาด้วย

4. เป็นคนที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ร่างกายและจิตใจแข็งแรง สมบูรณ์ สุขภาพกายดี สุขภาพจิตดี มีความสนใจต่อเนื่องต่อสิ่งใหม่ ช่างซักถาม จดจำได้ดี สามารถนำข้อมูลที่จดจำได้มาใช้ประโยชน์ได้ดี ทำให้งานดำเนินไปด้วยดี

5. เป็นคนที่ยอมรับและเชื่อในบรรยากาศและสภาพแวดล้อมว่า มีผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมจะขจัดสิ่งรบกวนและอุปสรรคและทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 54) กล่าวถึงบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านวิธีการคิดต่างๆ ดังนี้

1. มีความคิดคล่อง (Fluency) สามารถคิดได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมาก และไม่ซ้ำในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีการแก้ไขได้หลายวิธี
2. มีความคิดที่แปลกใหม่ (Novelty) สามารถคิดได้แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดา หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งเป็นความคิดที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง และผู้อื่น
3. มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้
4. มีความสามารถในการสังเคราะห์ (Synthesizing Ability) เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นจากความคิดที่ไม่เหมือนใคร
5. มีความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzing Ability) สามารถคิดแยกโครงสร้างออกเป็นส่วนๆ และนำมารวบรวมประกอบให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ หรือผลงานชิ้นใหม่
6. มีการปรับเปลี่ยนหรือการให้นิยามใหม่ (Reorganization or Redefinition) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ขึ้น หรือตีความ ขยายความ และนำข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น
7. มีการคิดซับซ้อน (Complexity) สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่หลากหลาย และถ้อยโยงความคิดไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
8. มีความสามารถในการประเมินค่า (Evaluation) การมองเห็นคุณค่าของงานที่สร้างสรรค์ขึ้นมา และสามารถประเมินค่าตนเองได้ตามความเป็นจริง

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

1. เป็นผู้ที่ถูกฝึกให้ทำงาน และชอบทำงานที่ยาก และหลากหลาย
2. ความมุ่งมั่นในการติดตามปัญหา
3. มีความสามารถในการสรุปใจความสำคัญ
4. สนุกกับการคิดในสิ่งที่ท้าทาย
5. มีจิตใจจดจ่ออยู่กับงานที่ทำ
6. ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

7. ไม่วิตกกังวลกับข้อผิดพลาด แต่นำข้อผิดพลาดมาเป็นบทเรียน
8. ไม่ด่วนสรุปเหตุการณ์ต่างๆ เร็วจนเกินไป ก่อนที่จะสำรวจให้แน่ใจเสียก่อน
9. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ถี่ถ้วน
10. ไวต่อการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่พึงใจในสิ่งที่ไม่ถูกต้อง
11. ชอบแสดงออก กล้าแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
12. อยากรู้ อยากเห็น และชอบตั้งคำถามให้กับตนเองว่า "ทำไม" และ "อย่างไร"

เบอร์นาร์ด (Bernard, 1972: 284) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า เป็นผู้ที่สามารถแสดงออกถึงแนวคิดต่างๆ อย่างรวดเร็ว ปรับตนได้ดีในบรรยากาศที่เป็นอิสระ ไม่ชอบปิดกั้นการแสดงออก มีความคิดเป็นของตนเองมากกว่าที่จะคล้อยตามผู้อื่น เป็นคนเปิดเผยและมีอารมณ์ขัน ชอบคิดชอบฝัน ยอมรับความรู้สึกของผู้อื่น มองโลกในแง่ดี และลักษณะของงานของเขาจะเป็นผลมาจากการใช้ความคิดหลายๆ แนวทาง

เดวิส และริมม์ (Davis and Rimm, 1994: 189 - 191) ได้สรุปเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. มีความคิดอ่อนน้อม คือ มีความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
2. มีความรู้สึกไวต่อปัญหา คือ สามารถมองเห็นปัญหา ค้นพบข้อผิดพลาด และการตั้งคำถามที่ดีที่สุดกับตัวเอง
3. เข้าใจปัญหา คือ การค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา แยกประเด็นปัญหา ลำดับความยากง่ายของปัญหา แยกแยะปัญหาที่เป็นปัญหาย่อยๆ เสนอทางเลือกในการตั้งประเด็นปัญหา และขยายปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
4. มีความสามารถในการคิดย้อนกลับ
5. สามารถคิดแบบอุปมาอุปไมย คือ สามารถเปรียบเทียบสิ่งที่คล้ายคลึงกัน และสามารถจับคู่ความคิดให้เชื่อมโยงกันระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่
6. มีความสามารถในการประเมินค่า คือ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหา และการแก้ปัญหา และเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา
7. มีความสามารถในการวิเคราะห์ คือ สามารถวิเคราะห์รายละเอียด แยกย่อยได้
8. มีความสามารถในการสังเคราะห์ คือ สามารถมองเป็นความสัมพันธ์ แล้วนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน เพื่อใช้ในการทำงานอย่างสร้างสรรค์

9. มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการดัดแปลง ความรู้ นำไปใช้ให้เกิดสิ่งใหม่ ที่มีประโยชน์มากยิ่งขึ้น
10. มีความสามารถในการพยากรณ์ หรือ การคาดคะเน คือ สามารถคาดเดาถึง ผลของการแก้ปัญหา หรือการคิดหาคำตอบได้หลายๆ วิธี
11. มีความสามารถในการรวบรวมความคิด คือ ความสามารถในการรวบรวม ปัญหา สรุปประเด็นปัญหา และหมวดปมปัญหา
12. มีความคิดเชิงตรรก คือ ความสามารถในการมองปัญหาในลักษณะเหตุ และผลให้สัมพันธ์กัน

ฮารี รังสินันท์ (2528: 63) ได้สรุปลักษณะบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็น มีความใฝ่รู้ อยู่เป็นนิจ
2. ชอบเสาะแสวงหา สำรวจ ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง
3. ชอบซักถามและถามคำถามแปลกๆ
4. ช่างสงสัยมองสิ่งต่างๆ ด้วยความสนใจและอยากรู้อยากเห็นอยู่เสมอ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติ หรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่าย และรวดเร็ว
6. ชอบแสดงออกมากกว่าชอบเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดจะถามหรือพยายามหาคำตอบโดยไม่รีรอ
7. มีอารมณ์ขันอยู่เสมอ และมองสิ่งต่างๆ ในแง่มุมที่แปลก
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานในการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่างๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2537: 22 – 23) กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. มีความเป็นตัวของตัวเอง ไม่กังวลต่อความคิดของกลุ่ม และไม่จำเป็นต้องทำตามอย่างกลุ่มเสมอไป
2. มีความแน่วแน่ในการถ่ายทอดความรู้สึกหรือความเห็นของตนเองเพื่อให้คนอื่นรับรู้โดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ตอบแทน

3. มีใจเปิดกว้าง ไม่สรุปสิ่งใดง่ายๆ มักไม่เห็นว่าเป็นสิ่งใดผิด – ถูก มักมองดูทุกสิ่งอย่างลึกๆ ดูถึงความหมายส่วนลึก และมีจินตนาการกว้างไกล

ซัยคัคดี ลีลาจรัสกูล (2542: 46) ได้กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่างๆ ให้ลุล่วงไปด้วยดี
2. ไม่ชอบทำตามอย่างผู้อื่นโดยไม่มีเหตุผล
3. มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงาน และมีความอดทนอย่างทรหด
4. มีความคิดค้ำนึ่งหรือจินตนาการสูง
5. มีลักษณะความเป็นผู้นำ
6. มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง
7. ชอบรับประสบการณ์ใหม่ๆ
8. นับถือตนเอง และเชื่อมั่นในตนเองสูง
9. มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น
10. ยอมรับและสนใจสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ
11. มีความซบซ้อนในการรับรู้
12. กล้าหาญ กล้าเผชิญความจริง
13. ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผน
14. ไม่ยึดมั่น (Dogmatism) ในสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสุข

และความพอใจของตนเอง

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ (2542 อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544: 31 – 33) ได้กล่าวถึงบุคลิกลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. ไม่ยอมให้ความร่วมมือถ้าไม่เห็นด้วย
2. ไม่ร่วมกิจกรรมที่ไม่ชอบ
3. ชอบทำงานคนเดียวเป็นเวลานาน
4. มีความสนใจอย่างกว้างขวางในเรื่องต่างๆ
5. ชอบซักถาม
6. ชอบพูดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการคิดแบบใหม่
7. เบื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจ

8. กล้าทดลองทำเพื่อพิสูจน์ความคิดของตนเองถึงแม้จะไม่แน่ใจในผลที่เกิดขึ้น
9. มีอารมณ์ขันอยู่เนืองนิตย์
10. มีอารมณ์อ่อนไหวง่าย
11. ขาบซึ่งกับสุนทรียภาพ เช่น ขาบซึ่งในดนตรีและศิลปะต่างๆ เป็นต้น
12. ไม่หงุดหงิดกับความไร้ระเบียบหรือความยุ่งเหยิงที่คนอื่นทนไม่ได้
13. ไม่สนใจว่าตนเองจะแปลกกว่าคนอื่น
14. มีปฏิกริยาโต้แย้งไม่เห็นด้วย
15. ข่างสังเกต ข่างจดจำรายละเอียดสิ่งต่างๆ เป็นอย่างดี
16. ไม่ชอบการบังคับ กำหนดกฎเกณฑ์ ติกรอบความคิดให้ทำตามกติกาต่างๆ
17. ถ้าเป็นสิ่งที่ตนเองไม่สนใจหรือไม่เห็นด้วยจะหมดความสนใจง่าย
18. ชอบเหม่อลอยสร้างจินตนาการ
19. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ถ้าอธิบายเหตุผล
20. มีความคิดยืดหยุ่น คิดได้หลายทิศทาง เช่น สามารถคิดแก้ปัญหาเดียวกันได้

หลายวิธี

21. สามารถคิดหรือทำได้หลายๆ อย่างในเวลาเดียวกัน
22. แสดงความคิดได้หลากหลายในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
23. ชอบสร้างแล้วรื้อ รื้อแล้วสร้างใหม่เพื่อความแปลกใหม่
24. ชอบมีคำถามแปลกๆ ทำท่ายให้คิด
25. ชอบคิดหรือริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ มากกว่าคนอื่น
26. ชอบเป็นคนแรกที่คิดหรือทำเรื่องใหม่
27. มีความรู้สึกรุนแรงเกี่ยวกับอิสรภาพ และความเป็นอิสระทางความคิด
28. ชอบหมกมุ่นอยู่กับความคิด
29. ในสายตาของคนทั่วไปดูว่าเป็นคน “แปลก” กว่าคนอื่น
30. เห็นความเชื่อมโยง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่คนทั่วไป

มองไม่เห็น

31. มีความวิจิตรพิสดารในการทำสิ่งต่างๆ
32. ข่างสังเกต สามารถเห็นรายละเอียดต่างๆ ที่คนอื่นมองไม่เห็น
33. สามารถผสมผสานความคิดหรือสิ่งที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยไม่มีใครคิดและ

ทำมาก่อน

นอกจากนี้ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เฮลลอค (Haylock, 1987: 58) ได้กล่าวถึงผู้ที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงไว้ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นผู้มีความรอบรู้ และมีมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองทางคณิตศาสตร์สูง
2. มีความคาดหวังที่จะคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้เป็นอย่างดีที่สุด
3. มีจินตนาการในการคิด กระทำในสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยด้วยความพยายาม
4. มีความวิตกกังวลต่ำเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือการทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์
5. ชอบที่จะคิดตอบคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แบบปลายเปิด
6. มีความคิดที่เป็นอิสระ และมีความคล่องในทักษะการคิดและการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนปกติ
7. มีความคล่องและความคิดริเริ่มในการคิดหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น
8. มีความกล้าคิด กล้าเสี่ยงที่จะตอบคำถาม กล้าแสดงเหตุผล และกล้าคิดคำนวณเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
9. มีความสามารถในการคาดคะเนเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานแห่งความเป็นจริง
10. มีความคิดเป็นลำดับขั้นตอน และมีการจัดเรียงลำดับข้อมูลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างมีระเบียบกฎเกณฑ์
11. มีลักษณะเด่นในด้านพุทธิพิสัย และไม่จำกัดความคิดของตนเองในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เพียงความคิดเดียว

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ สามารถคิดได้หลากหลายแปลกแตกต่างจากผู้อื่น ความเป็นตัวของตัวเอง ช่างจินตนาการ มีความคิดที่เป็นอิสระไม่ชอบทำตามผู้อื่น อยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต มีความอดทน มีจิตใจจดจ่อกับงานที่ทำ กล้าคิดกล้าเสี่ยงที่จะตอบคำถาม และมีการคิดเป็นลำดับขั้นตอน

5. แนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีอยู่ในตัวของบุคคลทุกคน แต่จะมีระดับความมากน้อยแตกต่างกันบ้างตามระดับอายุ และวัฒนธรรม หากได้รับการกระตุ้นและพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์ ก็จะทำให้เป็นคนที่มือสละทางความคิด มีความคิดที่อยู่นอกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เสมอ ดังนั้นนักการศึกษาจึงได้เสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

เดวิส (Davis, 1991: 236 - 244) กล่าวถึงสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีเจตคติที่ดี และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
2. ครูควรพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านให้คำจำกัดความ กระบวนการคิด วิธีการคิด และการตรวจสอบวิธีการคิด เป็นต้น
3. ครูควรจัดกิจกรรมหลายๆ รูปแบบให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
4. ครูควรฝึกให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ที่ได้รับไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ครูควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนด้วย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถ และเจตคติที่ดีต่อการคิดสร้างสรรค์

กาลลาเฮอร์ และกาลลาเฮอร์ (Gallaher and Gallaher, 1994: 343 - 344) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดหลักสูตรโดยเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ในทัศนียภาพมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย
2. จัดให้มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงานหรือทำโครงการต่างๆ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้เสนอความคิดในการจัดการเรียนการสอน

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหาและกลวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

สเติร์นเบิร์ก และวิลเลียม (Sternberg and Williams, 1996: 115) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลด้วยตนเองไว้ สรุปได้ดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจในการที่จะฝึกคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง
2. ฝึกการตั้งสมมติฐาน สันนิษฐาน หรือคาดการณ์ล่วงหน้าโดยการตั้งคำถาม
3. เข้าใจการแก้ปัญหา และพยายามแก้ปัญหาให้ได้ถูกต้องชัดเจน
4. สร้างความคิดของตนเองให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. ให้เวลากับการฝึกคิดสร้างสรรค์
6. ยอมรับข้อผิดพลาด กล้าฝ่าฟันอุปสรรค และความยุ่งยาก
7. กล้าแสดงออกและนำเสนอความคิดของตนเองต่อสาธารณชน
8. กระตุ้นให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่ และสามารถทำประโยชน์แก่ผู้อื่นได้
9. ปรับปรุงและเสริมสร้างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ให้สูงยิ่งขึ้น
10. หมั่นแสดงทรรศนะที่เป็นจินตนาการ เพื่อให้เกิดกิจกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่

แปลกใหม่

ฮารี ริงส์นัท (2528: 103) ได้กล่าวถึงหลักสูตรและวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ว่า ควรจัดหลักสูตรและกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ รู้จักคิด คิดเป็น และสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ และส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ ครูควรปรับปรุงวิธีการสอนและยึดหยุ่นเนื้อหาวิชาในลักษณะดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูอยู่ตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถามหรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น
3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลกๆ ใหม่ๆ ของนักเรียน และยอมรับความคิดแปลกๆ ของนักเรียน

4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่า และเป็นประโยชน์โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
5. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลกๆ ของนักเรียน แล้วก็ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ความคิดของนักเรียน
6. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สำรวจ ค้นหา ทดลองด้วยความสนใจของตนเอง มิใช่เพื่อหวังคะแนนที่จะได้รับ
7. กระตุ้นให้นักเรียนมีบุคลิกภาพที่มีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
8. ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่อง ชมเชย
9. ขจัดความกลัว ความก้าวร้าวของนักเรียน และสร้างความเชื่อมั่น ความมั่นคงปลอดภัยแก่นักเรียน

ชยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 48) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. ไม่จำกัดรูปแบบจนเกินไป ปล่อยให้เด็กคิดอย่างอิสระ ซึ่งจะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
2. ให้โอกาสนักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ
3. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถึงแม้จะไม่ตรงประเด็น
4. ครูไม่ควรดูถูกแนวคิดของนักเรียน
5. ไม่ควรมีกฎ และระเบียบเข้มงวดจนเกินไป
6. ไม่ควรสร้างบรรยากาศให้เกิดความหวาดกลัว
7. หลีกเลี่ยงการลงโทษ
8. ครูควรสร้างแรงจูงใจ (Motivation)
9. ครูควรเสริมพลังใจ (Reinforcement)
10. ครูควรจัดกิจกรรมเสริมความคิดสร้างสรรค์

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 161 - 162) ได้กล่าวถึงวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเองไว้ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1. ทำสิ่งที่คุ้นเคยให้แปลก การที่จะคิดเรื่องเดียวกันกับคนอื่น และคิดให้แปลกไปจากคนอื่นได้นั้น จะต้องฝึกหัดเป็นคนช่างสงสัย และบางครั้งต้องคิดแบบเรียบง่ายบ้าง

อย่าคิดสลับซับซ้อนจนเกินไป เพราะสิ่งทั้งหลายที่อยู่รอบตัวเราบางครั้งก็เกิดขึ้นจากความคิดแบบพื้นฐานๆ ธรรมดา

2. ทำสิ่งที่แปลกให้คุ้นเคย การฝึกตนเองให้มีความคุ้นเคยกับสิ่งที่แปลกอยู่เป็นประจำจะทำให้เราเป็นคนที่มีความกล้าที่จะคิดโดยไม่ถูกล้อมกรอบในเรื่องความเคยชิน หรือติดอยู่กับค่านิยมที่เน้นแต่เรื่องความสำเร็จ และประนามความล้มเหลว

3. ให้ความเวลาในการคิด สมอของคนเราต้องการทั้งเวลาและอิสรภาพ ดังนั้นในการทำอะไรก็ตามควรจะให้เวลาเผื่อไว้สำหรับสมอได้มีเวลาคิดไตร่ตรอง ไม่รีบร้อนในการตัดสินใจจนเกินไป มีสมาธิ ค่อยๆ คิด จิตใจไม่ฟุ้งซ่าน ซึ่งจะทำให้มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายๆ แนวทาง

4. คิดในเชิงสมมติอยู่เสมอ การคิดในเชิงสมมตินี้สามารถทำได้โดยการตั้งคำถามกับตัวเองเสมอๆ ว่า “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า.....”

5. คิดอย่างคลุมเครือ การกระตุ้นให้เกิดการคิดอย่างคลุ้มเครือนั้น สามารถทำได้ด้วยการตั้งคำถามให้คลุมเครือเอาไว้ ความคลุ้มเครือในการคิดจะช่วยทำลายกำแพงที่ปิดล้อมความคิดลงได้ ทำให้สามารถคิดได้กว้างขวาง และปลอดโปร่งขึ้น การกระตุ้นให้เกิดความคิดคลุ้มเครือ อาจทำได้โดยการตั้งคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิด คือ มีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบหลายๆ แนวทาง

6. ไม่ยึดติดกับความถูกต้องหรือความผิดพลาด ทั้งนี้ความล้มเหลวหรือข้อผิดพลาดถือเป็นบทเรียนในการแสวงหาแนวทางใหม่ด้วยความอดทน และเพียรพยายามที่จะขจัดข้อบกพร่องให้หมดสิ้นไป

7. มีทัศนคติที่ดีต่อชีวิต การที่สมอจะปลอดโปร่ง ความคิดจะแจ่มใส จำเป็นต้องอาศัยพลังจิตที่ดีมาช่วยสนับสนุน การมีทัศนคติที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญ ต้องพยายามทำตนให้เป็นคนที่มีความหวังอยู่เสมอ ไม่เหนื่อยหน่าย ท้อแท้ หรืออับจนต่อชีวิต โดยจะต้องคิดอยู่เสมอว่า “พรุ่งนี้จะต้องดีกว่าวันนี้”

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนไว้ดังนี้

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

1. ครูจะต้องคอยให้คำแนะนำในการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน และคอยให้ความช่วยเหลืออยู่ใกล้ๆ
2. ครูเป็นผู้ชี้แนะ ตักเตือนระเบียบวินัย และคอยกระตุ้นพฤติกรรมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ครูต้องคอยให้กำลังใจนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนกำลังคิดแก้ปัญหาหรือทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
4. ครูคอยตอบคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนถามหรือตั้งข้อสงสัย
5. ครูเป็นผู้ที่มีความสามารถในการตั้งคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย (อนกนัย) และสามารถตอบคำถาม พิสูจน์คำตอบ หรือแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ
6. ครูคอยควบคุมและกระตุ้นการนำเสนอคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการใช้คำถามให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ครูควรมีการส่งเสริม ยกยอ หรือให้กำลังใจแก่นักเรียนในขณะที่สอนวิชาคณิตศาสตร์

จากแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดกิจกรรมหลายๆ รูปแบบ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทดลอง ศึกษาค้นคว้า ค้นหาสิ่งใหม่ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนใช้เวลาในการคิด ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ กล้าซักถามในสิ่งที่สงสัยโดยไม่คิดว่าเป็นสิ่งที่ผิดหรือไม่สมควร ควรสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัย และผ่อนคลายความตึงเครียด

6. อุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ติดตัวของบุคคลทุกคนมาตั้งแต่กำเนิด แต่การที่บุคคลแต่ละคนไม่แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ควรนั้น อาจเนื่องมาจากการไม่ได้

รับการส่งเสริมและพัฒนาเท่าที่ควร หรืออาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการพัฒนาถูกขัดขวางด้วยอุปสรรคต่างๆ นักการศึกษาได้กล่าวถึงอุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534: 150 – 151) ได้กล่าวถึงอุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความเคยชิน (Habit) เป็นความติดแน่นอยู่กับวิธีการเดิม ทำให้ยากต่อการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทำงานด้วยวิธีการเก่าและไม่คิดวิธีใหม่ เพราะเคยชินแล้ว
2. ความกลัว (Fear) ความกลัวการพ่ายแพ้ กลัวเสียหน้า ทำให้เกิดความลังเลที่จะใช้วิธีการใหม่ๆ
3. อคติ (Prejudice) เพราะหมกมุ่นอยู่กับความคิดเดิมไม่ยอมเปลี่ยนอคตินั้น ทำให้เราทำอะไรบางอย่างโดยไร้เหตุผล เราต้องยอมรับว่าเรามีอคติและพยายามเอาชนะอคตินั้น
4. ความเฉื่อยชา (Inertia) ทำให้บุคคลทำงานไปเรื่อยๆ เข้าลักษณะเข้าขามเย็นขาม โดยไม่มีความกระตือรือร้นที่จะคิดวิธีทำงานให้เกิดความแปลกใหม่

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภะ (2542: 159 – 161) กล่าวถึงอุปสรรคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้พอสรุปสาเหตุได้ดังนี้

1. งานในหน้าที่ชีวิตประจำวันที่ไม่จำเป็นต้องมีการใช้ความคิดริเริ่ม เนื่องจากลักษณะงานที่ทำนั้นมีรูปแบบที่แน่นอนอยู่แล้ว จึงทำให้ผู้ปฏิบัติเกิดการยอมรับและติดอยู่กับรูปแบบนั้น
2. ประพฤติปฏิบัติตามอย่างกันตลอดมา การเอาอย่างกันหรือคิดตามอย่างกันหรือบางครั้งไม่กล้าคิด ไม่กล้ากระทำให้แตกต่างไปจากของเดิม เพราะกลัวความผิดพลาด กลัวสังคมจะไม่ยอมรับ จึงประพฤติปฏิบัติตนโดยใช้การเลียนแบบของเดิมอยู่ตลอดเวลา การกระทำดังกล่าวจะไม่ช่วยทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ขาดการสร้างสรรค์
3. เวลาที่มีอยู่บังคับให้ต้องทำงานเหล่านั้นด้วยความจำเจ บุคคลบางจำพวกต้องทำงานอย่างเร่งรีบโดยไม่มีเวลาที่จะคิด ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณงานที่มาก และขาดการบริหารเวลาที่เหมาะสม หรืออาจเกิดจากนิสัยที่ชอบรอให้งานจวนตัวแล้วจึงลงมือทำ ซึ่งทำให้ไม่มีเวลาคิด
4. บรรยากาศที่เคร่งครัดและจริงจังมากเกินไป ในชีวิตคนเราหากการกระทำหรือความคิดจะต้องอยู่ในกรอบระเบียบแบบแผนทุกสิ่งทุกอย่างอยู่ตลอดเวลา จังจี้กับชีวิตมากเกินไป ชีวิตก็จะมีแต่ความเคร่งเครียด การทำงานขาดความสนุก เมื่อมีลักษณะเช่นนี้

นานเข้า จะทำให้เกิดความอึดอัด หวาดกลัว หวั่นเกรงต่อความผิดพลาด ไม่กล้าแม้แต่จะคิดนอกเหนือไปจากที่เคยทำ ก็จะทำให้เป็นคนขาดความคิดสร้างสรรค์

5. ความเฉื่อยชา ความอึดอาด เชื่องช้า ซึ่งเป็นความล่าช้าทั้งทางความคิด และการกระทำจัดว่าเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการคิดสร้างสรรค์ เพราะเป็นการแสดงออกที่ขาดแรงกระตุ้นและขาดความคิดริเริ่ม

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 36) กล่าวถึงอุปสรรคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. อุปสรรคด้านการรับรู้ ได้แก่ การที่คนเราไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริงได้ เป็นเหตุให้การแก้ปัญหาที่ดำเนินไปโดยปราศจากเป้าหมายที่ชัดเจนและแน่นอน
2. อุปสรรคด้านวัฒนธรรม ซึ่งจะเป็นผลเนื่องจากกฎเกณฑ์ทางสังคม ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดให้บุคคลต้องมีพฤติกรรมอยู่ในกรอบระเบียบแบบแผน ทำให้มีผลต่อการสกัดกั้นความท้าทายต่อการคิดค้น และความเปลี่ยนแปลงอันเป็นลักษณะของความคิดสร้างสรรค์
3. อุปสรรคด้านอารมณ์ เป็นอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่ง ทั้งนี้เพราะอารมณ์ของบุคคล อันได้แก่ ความกลัว ความโกรธ ความรัก และความเกลียด เป็นต้น นับว่ามีความสำคัญมากต่อปัญหาและเหตุผล เช่นเดียวกับบุคคล ถ้ามีอารมณ์เกิดขึ้นสูง ความสามารถทางปัญญาและเหตุผลของบุคคลนั้นก็ต่ำลง นั่นคือ อารมณ์เป็นตัวสกัดกั้นความคิดและเหตุผล ตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า อุปสรรคของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความเคยชินที่เคยปฏิบัติต่อกันมา การมีเวลาจำกัด การถูกบังคับด้วยกฎเกณฑ์ทางสังคมหรือวัฒนธรรม ความกลัว การมีอคติ ความเฉื่อยชา บรรยากาศสิ่งแวดล้อมเคร่งครัดจริงจังมากเกินไป และ การรับรู้ของบุคคล

7. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนของมนุษย์ เป็นกระบวนการทางสมองที่มีองค์ประกอบไม่คงที่แน่นอน มีหลายองค์ประกอบย่อย ซึ่งเป็นเรื่องที่ยาก เมื่อเทียบกับการวัดแบบอื่นๆ ดังนั้นในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องวัดให้

สอดคล้องกับแนวคิดของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ ให้ผู้ตอบคิดให้ได้มากที่สุด และแตกต่างกันหลายๆ แนวทาง และไม่ซ้ำกับบุคคลอื่น ซึ่งมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์ได้สนใจศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

บาลกา (Balka, 1974: 633 - 636) ได้ทำการศึกษาความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษา และครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ต้องผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 กลุ่มที่มีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป จากการสำรวจพบว่าได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 6 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แล้ว บาลกาได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณา และปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test : CAMT)

กรมวิชาการ (2535: 48 - 50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษา หรือด้านศิลปะ คือ ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลายๆ ทาง ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยแบบต่างๆ ดังนี้

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
2. แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรงสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลายๆ แบบ แตกต่างกันให้มากที่สุด
3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมให้ใช้เฉพาะเลข 0 ถึง เลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่าที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด
4. แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
5. แบบประกอบภาพ Tangrams เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ซึ่งรู้จักกันในชื่อ Ch'chiso pan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้นมาประกอบเป็นภาพต่างๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้หลักการเดียวกันกับการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป คือ ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันหลายๆ รูปแบบ และพยายามไม่ให้ซ้ำกับบุคคลอื่น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งงานวิจัยในต่างประเทศและภายในประเทศ ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

วูด (Wood, 1996: 153) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการกำหนดแนวทางในการเรียนรู้ด้วยตนเองของครู โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการกำหนดแนวทางในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการศึกษารายกรณีโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนร่วม 4 คน ใน EDCI 5620 ที่ใช้การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการสอนสังคมศึกษา ดำเนินการในช่วงฤดูใบไม้ร่วงปี ค.ศ. 1993 ที่มหาวิทยาลัย New Brunswick ผลการศึกษาพบว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการกำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตนเองของครู

เอลเซเฟ (Elshafei, 1998) ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักกับวิธีการเรียนแบบปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหา และสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ฟอล์คเน (Faulkne, 1999: 298) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียน (retention) ของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักและที่เรียนโดยการทดลองปฏิบัติงาน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกมีจำนวน 29 คน (9 ทีม) ใช้วิธีการทดลองปฏิบัติงาน และอีกกลุ่มหนึ่งมีจำนวน 24 คน (8 ทีม) ใช้วิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก มีการทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยชุดฝึกการแก้ปัญหาเกี่ยวกับแหล่งน้ำ นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการทดลองปฏิบัติงานได้ทดลองแก้ปัญหาในอ่างเลี้ยงปลามาก่อน แต่กลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักจะไม่ได้ทำ และในวันที่สองของการทดสอบ นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบวัดความคงทนในการเรียนพร้อมกับการสัมภาษณ์นักเรียนทั้งทีม และเป็นรายบุคคล ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบข้อสรุปที่ชัดเจน แต่

กลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่เคยพบ ได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการทดลองปฏิบัติงาน

แทน (Tan, 2000) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโพลีเทคนิค ชั้นปีที่ 1 จำนวน 158 คน ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนโพลีเทคนิคที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

แม็คคาร์ธี (McCarthy, 2001) ได้ทำการทดลองสอนโดยใช้การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อพัฒนามโนทัศน์เรื่องทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 2 กลุ่มเล็กๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัว of นักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้วและความเข้าใจในมโนทัศน์ใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

1.2 งานวิจัยในประเทศ

ทองสุข คำธนะ (2538: 160 - 163) ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลผู้สูงอายุของนักศึกษาพยาบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2537 หลักสูตรประกาศนียบัตรพยาบาลศาสตร์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ราชบุรี 1 สังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักทางการพยาบาลผู้สูงอายุ และแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลผู้สูงอายุ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลผู้สูงอายุของนักศึกษาพยาบาลที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักสูงกว่านักศึกษาพยาบาลที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลผู้สูงอายุของ

นักศึกษาพยาบาลหลังการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาภรณ์ แสงรัศมี (2543: 77 - 83) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีคะแนนเฉลี่ยลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองหลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมหลังการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนในระดับมาก

อุดม รัตนอัมพรโสภณ (2544: 89 - 92) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการสื่อสารในเวลาเดียวกัน และต่างเวลาในการเรียนรู้ผ่านเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา คอมพิวเตอร์ในการศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 52 คน จัดเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่เรียนโดยใช้การสื่อสารในเวลาเดียวกันด้วยเว็บเซิต กลุ่มที่เรียนโดยใช้การสื่อสารต่างเวลากันด้วยเว็บบอร์ด และกลุ่มที่เรียนโดยใช้การสื่อสารต่างเวลากันด้วยเว็บเมล ทั้ง 3 กลุ่มเรียนผ่านเว็บโดยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบสอบถามอิคิว และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยการสื่อสารในเวลาเดียวกันและนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยการสื่อสารต่างเวลากันผ่านเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ยุรวุฒน์ คล้ายมงคล (2545: 87 - 89) ที่ได้ทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม

สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นที่สองเป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยในชั้นที่สองปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในส่วนทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

บาลกา (Balca, 1974: 633 - 636) ได้ทำการศึกษาความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษา และครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้ต้องผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 กลุ่มที่มีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป จากการสำรวจพบว่าได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 6 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว บาลกาได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย และนำแบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณา และปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test : CAMT) บาลกานำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การคิดแบบอเนกนัย และการคิดแบบเอกนัย และ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ทิวลี (Tuli, 1987: 224 - 226) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชายเกรด 9 จำนวน 476 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา (Creative Ability in Mathematics Test) แบบทดสอบวัดความสามารถทางจำนวน การให้เหตุผลทางภาษา และการให้เหตุผลเชิงนามธรรม และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 งานวิจัยในประเทศ

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2542: 90 - 95) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนาร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการสอนเรื่องลำดับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทาง

คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร (2542: 81 - 85) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ในปีการศึกษา 2542 โรงเรียนสภาราชนิ จังหวัดตรัง จำนวน 40 คน ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ แล้วทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบบาลกามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการฝึกสูงกว่าก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัญฐิตา โพธิ์เพชร (2545: 63 - 69) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวัดราชบพิธ กรุงเทพมหานคร แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 47 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05