

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าและนำเสนอ โดยแยกเป็นเรื่อง ๆ ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์

- 1.1 ความหมายของการคิดสร้างสรรค์
- 1.2 ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์
- 1.3 ประโยชน์ของการคิดสร้างสรรค์
- 1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์
- 1.5 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
- 1.6 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
- 1.7 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
- 1.8 อุปสรรคที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์
- 1.9 การคิดสร้างสรรค์อย่างไรให้ไปสู่ความสำเร็จ
- 1.10 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 1.11 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

- 2.1 แนวคิดของการวิเคราะห์พหุระดับ
- 2.2 แนวคิดของการวิเคราะห์เส้นทางเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

3. ตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ความคิดสร้างสรรค์

การดำเนินชีวิตของมนุษย์นับตั้งแต่สมัยแรกเริ่มมาจนถึงปัจจุบัน มีการเปลี่ยนแปลงให้เห็นถึงวิวัฒนาการของมนุษย์ที่รู้จักสร้างสรรค์ให้แก่ตนเองและสังคมตลอดมา ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นและอยู่ในตัวของมนุษย์ทุกคน โดยธรรมชาติ สังเกตได้จากพฤติกรรม

ที่แสดงออกในวัยเด็ก ที่มีลักษณะเป็นตัวของตัวเอง เป็นลักษณะบริสุทธิ์ไร้เดียงสา คิดอะไรในลักษณะเป็นธรรมชาติ ช่างซักช่างถาม ในใจอยากรู้อะไรไปทุกอย่าง โดยเฉพาะ การกระทำที่ไม่ได้เกิดจากการเรียนรู้แต่กระทำด้วยตนเอง โดยการถ่ายทอดออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิด การพูด การกระทำ เช่น การใช้ศิลปะบายรูปร่าง การวาดภาพ การเล่นเกม เล่นจำพวกใช้อุปกรณ์มาเรียงต่อกันเป็นรูปร่างต่าง ๆ รวมไปถึงการรื้อของเล่น หรือใช้อุปกรณ์ภายในบ้านมาเล่น เช่น นำกะละมังในครัวมาทำเป็นกลองตีเป็นจังหวะแทนกลองดนตรี การใช้ไม้กวาดมาเล่นแทนเครื่องดนตรีประเภทกีตาร์ เป็นต้น ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนี้จัดว่าเป็น การส่งเสริมประสบการณ์ของความคิดสร้างสรรค์อันเกิดจากแรงคล้อยใจเกิดจากการแก้ปัญหา และเกิดจากความตั้งใจที่จะปรับปรุงการกระทำต่าง ๆ นั้นให้ตอบสนองความพอใจ และการกระทำดังกล่าวจึงถือได้ว่าเป็นการพัฒนาและส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีค่ามากสำหรับเด็กตลอดไปจนเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ในขณะที่อยู่ในวัยเรียนรู้ภาษาก็มักจะซักถามด้วยคำถามแปลก ๆ และอาจตอบคำถามกลับมาแบบแปลก ๆ แบบที่ใคร ๆ ก็คาดไม่ถึงก็ได้ สำหรับการคิดสร้างสรรค์นี้รวมไปถึงการที่สามารถเล่านิทาน เรื่องสั้นตามความคิดจินตนาการของตนเอง ตลอดจนการเขียนร้อยแก้ว ร้อยกรอง เหล่านี้เป็นสิ่งที่ล้วนเกิดจากความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ที่จัดเป็นผลผลิตอันมีค่าของเขาเองทั้งสิ้น ผลผลิตทางด้านความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยทั้งความฝัน จินตนาการ ผสมกับความอดทนอดทน พากเพียร มุมานะ อดทน และไม่ยอมท้อถอยหรือเลิกด้วยความคิดง่าย ๆ จนกระทั่งคิดและทำได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะทางด้านสติปัญญาที่สำคัญของบุคคลในสังคม ในการสร้างความเจริญก้าวหน้าจึงสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์มีมาแต่กำเนิดในตัวมนุษย์ทุกคน เพียงแต่นี้น้อยหรือมากที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การได้รับการอบรมเลี้ยงดู การส่งเสริมการเรียนรู้ รวมทั้งการได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เล็กไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ การมีความคิดสร้างสรรค์จะทำให้บุคคล สามารถปรับเปลี่ยนตัวเองให้รับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ และนำมาปรับใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยไม่ลืมนึกว่าโลกเราในยุคแห่งเทคโนโลยีก้าวหน้าเช่นทุกวันนี้ก็เพราะความคิดสร้างสรรค์นี้เอง ประเทศไทยเราในขณะนี้ก็เป็นประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งการพัฒนาจะมีการดำเนินไปได้ด้วยดีย่อมต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ เป็นสำคัญดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของประชากรจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาประเทศและการพัฒนาคุณภาพของประชากรด้วยการให้การศึกษา การแนะแนวทางในการหาความรู้ โดยเฉพาะเรื่องการคิดในลักษณะประเภทต่าง ๆ ข้อมูลเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ผู้วิจัยนำเสนอลำดับหัวข้อดังนี้

1. ความหมายของการคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของการคิดสร้างสรรค์จาก นักการศึกษาและ นักจิตวิทยาทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศจำนวนหนึ่ง โดยเรียงตามลำดับก่อนหลังดังต่อไปนี้

ทอแรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกที่มีต่อปัญหา สิ่งที่เขาหายไป หรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกัน แล้วเกิดความพยายามที่จะสร้างแนวคิด ตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐาน และนำเสนอผลที่ได้ให้ผู้อื่น ได้รับรู้และเข้าใจ อันเป็นแนวทางค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป

ออสบอร์น (Osborn. 1963 : 14) ได้นิยามว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดจินตนาการประยุกต์ ซึ่งหมายถึง จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อแก้ปัญหาอย่างยากที่มนุษย์ประสบ ซึ่งความคิดจินตนาการเป็นลักษณะที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ จะนำไปสู่การประดิษฐ์ คิดค้น และการผลิตสิ่งแปลกใหม่ แต่ผลผลิตที่สร้างสรรค์ไม่สามารถเกิดขึ้นจากความคิดจินตนาการเพียงอย่างเดียวได้ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการที่ควบคู่ไปกับความอุตสาหกรรม จึงจะทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จลงได้ ไม่ใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่านเลื่อนลอย

วอลลาซ และ โคแกน (Wallach and Kogan. 1965 : 34) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่จะเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Association) ได้ คนที่มีความคิดสร้างสรรค์คือคนที่สามารถคิดอะไร ได้อย่างสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นคำว่า ปากกาก็นึกถึงกระดาษ ดินสอ ขวดหมึก ไต้ะ แก้ว สมุดบันทึก ฯลฯ ยิ่งคิดได้มากเท่าไรก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเท่านั้น

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 61) ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองเป็นความสามารถที่คิดได้หลายทิศทางหรือแบบอนกนัย และความคิดสร้างสรรค์นี้จะประกอบด้วยความคิดคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตนเอง โดยเฉพาะคนที่มีลักษณะดังกล่าว จะต้องเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์ และมีอิสระในการคิดด้วย

อารี พันธุ์ณี (2540 : 2) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนกนัยอันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดคัดแปลง ปรุงแต่ง จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดความคิดใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545 : 2) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่สู่ความคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อนเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546 : 7) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายแง่มุม เรียกว่า ความคิดแบบอนกนัย ซึ่งทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิมเป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รวมตัวกันเกิดการเรียนรู้ เข้าใจจนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์อันจะนำไปสู่การประดิษฐ์หรือคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ หรือเพื่อการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะต้องอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

ลักขณา สริวัฒน์ (2549 : 137) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่ประกอบด้วยความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดละเอียดลออ และคิดริเริ่ม ผสมผสานกันจนเกิดเป็นการคิดได้หลายทิศทาง หรือแบบอนกนัย (Divergent Thinking) เป็นการคิดที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ หรือเป็นการคิดเปลี่ยนแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำของเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะต่าง ๆ ตามแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญดังที่นำเสนอมานั้นสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่ประกอบด้วยความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ ผสมผสานกัน เชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกันจนทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ หรือเป็นการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำของเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น โดยอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

2. ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์จัดว่าเป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นของมนุษย์ในสังคมปัจจุบัน เพราะสังคมมีความเปลี่ยนแปลง ความเจริญก้าวหน้า ทั้งในด้านวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์ และด้านต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา ผลของการคิดจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ทำให้เกิดนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ทำให้สภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้นและมี

ความสุขเพิ่มขึ้น ด้วยผลผลิตที่เกิดจากความ คิดสร้างสรรค์นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันหากมีการพิจารณาถึงลักษณะความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวทั้งหมดสรุปได้ 3 รูปแบบ ได้แก่

2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางด้านศิลปะ (Artistic Creativity) เป็นผลผลิตทางการคิดเกี่ยวกับงานด้านความสุนทรีย์ทั้งหลายที่ช่วยบรรเทาโลงความรู้สึกในเกิดความสบายใจ ความพึงพอใจ และความสุข เช่น การวาดภาพ การถ่ายภาพ การแต่งเพลง การเดินรำ การออกแบบทรงผม การออกแบบเครื่องแต่งกาย เป็นต้น

2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางการค้นพบ (Creativity of Discovery) เป็นการคิดที่เกิดจากการสังเกต หรือการปฏิบัติการด้วยการทดลองจากสถานการณ์ที่ใกล้ตัวและค้นพบสิ่งใหม่ ๆ นับตั้งแต่จากผลิตภัณฑ์ที่เป็นธรรมชาติจนถึงผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่เกิดจากการประดิษฐ์คิดค้น เช่น ไอแซก นิวตัน สังเกตเห็นผลแอปเปิลตกลงมาจากต้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก หรืออาร์คิมิดีสกระโดดออกมาจากอ่างน้ำแล้วร้องตะโกนออกมาว่า “ยูเรกา” หรือสองพี่น้องตระกูลไรท์คิดประดิษฐ์เครื่องบินทำให้นักมนุษย์เดินทางได้ในอากาศ และการคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ อีกมากมาย

2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางอารมณ์ขัน (Creativity of Humour) ซึ่งนับได้ว่าเป็นสิ่งที่พิเศษแตกต่างไปจากสองรูปแบบที่กล่าวมานั้น เพราะการมีอารมณ์ขันนั้นเป็นการมองโลกในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป จนเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น เช่น พวกที่มีอาชีพ Talk Show หรือ คาวตลก พวกนี้มักจะจำคำพูดหรือลักษณะท่าทางของบุคคลที่มีชื่อเสียง ที่ได้จากสถานการณ์และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมขณะนั้น นำมาเสนอในรูปแบบละครตลก หรือสนทนาตลกให้คนชมได้ขำแล้วเกิดอารมณ์ขำจนหัวเราะออกมาอย่างมีความสุข ความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามรูปแบบที่กล่าวมานั้นจะนำมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางธุรกิจ เพราะผลผลิตที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามด้านนั้นล้วนนำมาซึ่งผลประโยชน์ทางธุรกิจทั้งสิ้นไม่ว่าเรากำลังมองหาทางออกสำหรับปัญหาทางธุรกิจ หรือความคิดที่นำมาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ ๆ ก็ตาม ซึ่งในความเป็นจริงแล้วผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ทุกชิ้นจะมาจากการผสมผสานกันของความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามรูปแบบที่กล่าวข้างต้นและหากจะให้ความแปลกใหม่เกิดขึ้นจริง ๆ ก็จะต้องมีความคิดสร้างสรรค์ทางศิลปะรวมอยู่ด้วยทุกครั้ง นอกจากนี้แล้วการจะมีความสร้างสรรค์ที่มีประสิทธิผลนั้นต้องอาศัยอารมณ์ขันเป็นพื้นฐานอีกด้วยเนื่องจากถ้าสังเกตให้ดีจะพบว่าอารมณ์ขันนั้นนอกจากจะทำให้เรามีความสุขแล้วยังช่วยให้เราเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นได้อีกด้วย เรื่องราวต่าง ๆ ที่นำเสนอมานั้นเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ สำหรับแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับ

ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ของนักวิชาการทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ เช่น

มุสตี ญูอินทร์ (2525 : 73) ได้ให้ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ว่าเป็น การคิดที่ก่อให้เกิดคุณค่าในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. มีคุณค่าต่อสังคม คุณค่าของการคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อสังคมนั้น ได้แก่ การที่บุคคลได้คิดและสร้างสรรค์สิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อประโยชน์และความก้าวหน้าของสังคมหรือ หาวิธีแก้ไขปัญหามานกระทั่งประสบความสำเร็จและมีประโยชน์ต่อสังคม เช่น ความเจริญ ทางด้านการแพทย์การเกษตร การคมนาคม เป็นต้น

2. มีคุณค่าต่อตนเอง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นั้น นับว่ามีคุณค่า ต่อบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์เองด้วย เพราะการสร้างสรรคผลงานชิ้นใดขึ้นมาทำให้ผู้สร้าง สรรคพึงพอใจและมีความสุข เช่น การที่เด็กสร้างสรรค์งานด้วยตนเองจะสร้างความพอใจแก่ เด็กไม่ว่าจะเป็นการวาดภาพการต่อสิ่งของให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ การคิดเกมส์การเล่นที่แปลก ใหม่ เด็กจะเกิดความภูมิใจในความสามารถของตน มั่นใจในตนเอง ซึ่งมีผล ไปถึงแบบแผน บุคลิกภาพและความสามารถ ปรับตัวให้เข้ากับสังคมของเด็ก

เฮอร์ลอค (Hurlock. 1972 : 319) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ ว่า การคิดสร้างสรรค์ให้ความสนุก ความสุข และความพอใจแก่เด็ก และมีอิทธิพลต่อ บุคลิกภาพของเด็กมากไม่มีอะไรที่จะทำให้เด็กรู้สึกหดหูได้เท่ากับงานสร้างสรรค์ได้รับการ ตำหนิ ดูถูก

เจอร์ซิล (Jersild. 1972 : 153-158) กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์มีส่วนช่วยใน การส่งเสริมเด็กในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่งเสริมสุนทรียภาพ เด็กจะรู้จักชื่นชมและมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่ง ผู้ใหญ่ควรทำเป็นตัวอย่าง โดยการยอมรับ และชื่นชมในผลงานของเด็กการพัฒนาสุนทรียภาพ แก่เด็กโดยให้เด็กเห็นว่าทุก ๆ อย่างมีความหมายสำหรับตัวเขาส่งเสริมให้รู้จักสังเกตสิ่งที่แปลก จากสิ่งธรรมดาสามัญ ให้ได้ยินในสิ่งที่ไม่เคยได้ยิน และหัดให้เด็กสนใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2. เป็นการผ่อนคลายอารมณ์ การทำงานสร้างสรรค์ เป็นการผ่อนคลาย อารมณ์ ลดความกดดัน ความคับข้องใจ และความก้าวร้าวลง

3. สร้างนิสัยในการทำงานดี ขณะที่เด็กทำงานครูควรสอนระเบียบ และนิสัย ที่ดีในการทำงานควบคู่ไปด้วย เช่น หัดให้เด็กรู้จักเก็บของให้เป็นที่ และล้างมือเมื่อทำงานเสร็จ แล้ว เป็นต้น

4. เป็นการพัฒนากล้ามเนื้อมือ เด็กจะสามารถพัฒนากล้ามเนื้อมือใหญ่จากการเล่น การเคลื่อนไหว การเล่นบล็อก และพัฒนากล้ามเนื้อมือเล็กจากการตัดกระดาษ ประดิษฐ์ภาพ วาดภาพ ด้วยนิ้วมือ การต่อภาพ การเล่นกระดานตะปู

5. เปิดโอกาสให้เด็กสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง เด็กจะชอบทำกิจกรรม และใช้วัสดุต่าง ๆ ซ้ำ ๆ กัน เพื่อสร้างสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็น โอกาสที่เด็กจะใช้ความคิดริเริ่ม และจินตนาการของเขาสร้างสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นครูจึงควรจัดหาวัสดุต่าง ๆ ไว้ให้เด็กมีโอกาพัฒนาการทดลองของตน เช่น กล้องยาสีฟัน เปลือกไข่ และเศษวัสดุเหลือใช้ เพื่อให้เขาฝึกสมมติเป็นนักก่อสร้างหรือสถาปนิก

สรุปความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ กล่าวได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญควร ได้รับการส่งเสริม และปลูกฝัง ให้กับเด็กเนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ช่วยสร้างนิสัยที่ดีให้กับเด็ก ช่วยผ่อนคลายอารมณ์ทั้งยังช่วยให้เด็กพัฒนาด้านร่างกาย สติปัญญา เด็กได้ค้นคว้า สำรวจ และทดลอง ซึ่งเป็นผลให้เด็กสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้

3. ประโยชน์ของการคิดสร้างสรรค์

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ดังเช่นขณะนี้ จะเห็นว่ามี ความซับซ้อนมากขึ้น การแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจึงไม่สามารถแก้ปัญหา ได้ด้วยวิธีเดิม ๆ ที่ใช้ต่อ ๆ กันมาความคิดสร้างสรรค์จึงมีบทบาทสำคัญทั้งในระดับปัจเจกบุคคล ไปจนถึงสังคม ขนาดเล็กเช่น ครอบครัว เรื่อยไปจนถึงสังคมขนาดใหญ่ คือ สังคมโลก นับว่าเป็นสภาพที่ต้อง ใช้ความคิด โดยเฉพาะการคิดสร้างสรรค์ซึ่งจะมีอยู่ในตัวบุคคลสังเกตได้จากการมีลักษณะ ความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น สนใจเรื่องรอบ ๆ ตัวเพราะอยากรู้ไปเสียหมดทุกอย่าง ทำให้ชีวิตของเขาสนุกสนานความคิดสร้างสรรค์จะส่งสมและมีผลต่อเนื่องไปในระยะยาว เวลาที่บุคคลมีปัญหาจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย วิธีนี้ใช้ไม่ได้ก็ยังคงมีวิธีอื่น ๆ สำรองไว้อีก และไม่ได้ใช้เพียงการแก้ปัญหาเท่านั้นหากยังใช้ในการเรียนรู้ การทำงาน การใช้ชีวิต ถ้าบุคคลใดมีความคิดสร้างสรรค์แล้วย่อมจะได้เปรียบกว่าใคร เนื่องจากจะมีแนวทางที่ หลากหลายแบบแปลกใหม่ ในยุคปัจจุบันเหมาะสำหรับบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างดี ยิ่งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งตรงกับลักษณะของเขาที่ชอบเปลี่ยนแปลงไปด้วย สำหรับประโยชน์ของการคิดสร้างสรรค์สรุปได้ดังต่อไปนี้

3.1 ความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ มีนักปรัชญาชาวจีนกล่าวว่า “ทุกวันคือวันใหม่ แม้ปลายังไม่ว่ายอยู่ในที่เดิม” แนวคิดเชิงปรัชญาที่กล่าวมานั้นสะท้อนให้เห็นว่าสถานการณ์ที่ดูเหมือนเดิมแต่ไม่ใช่สถานการณ์เดิม ปัญหาที่ดูเหมือนเดิมแต่เป็นปัญหาที่

เกิดขึ้นมาใหม่ไม่ใช่ปัญหาเดิม เช่นเดียวกับสถานการณ์ที่เราเผชิญในชีวิตของเรา หากเรามองว่าเหมือนเดิมทุกวัน เช่น เดินมาจากหอพักเพื่อนเข้าห้องเรียน แต่แท้จริงไม่เหมือนเดิมเพราะทุกสิ่งหมุนเวียนเปลี่ยนไปตามกาลเวลาของมัน เราจึงถูกลอกด้วยความคิดถึงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ อันเป็นเหตุให้มีการตอบสนองด้วยวิธีการเดียวกันถ้าสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปไม่มากนักและเราก็จะไม่สามารถทำซ้ำ ๆ จนรู้สึกว่ามันจำเป็นต้องคิดใหม่เลย เพราะเราสามารถประยุกต์คำตอบเดิมให้กับปัญหาใหม่และประสบความสำเร็จทุกครั้ง ผลที่เกิดจากการคิดและรู้สึกเช่นนี้จะทำให้เราขาดความตระหนักว่าสถานการณ์ได้เปลี่ยนไปตลอดเวลา และสิ่งที่เราเคยใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพได้หมายความว่าคำตอบที่ดีที่สุดเสมอไป ที่แย่ไปกว่านั้นก็คือเมื่อสถานการณ์เปลี่ยนไปแล้วแต่เราไม่รู้ว่าจะเปลี่ยนเพราะยังคิดว่าเหมือนเดิม โดยเฉพาะหากเมื่อสถานการณ์เรียกร้องการเปลี่ยนแปลงอย่างมากแต่เราไม่ยอม เปลี่ยนความคิดหรือเปลี่ยนการกระทำเดิมอาจทำให้เราต้องเผชิญกับอุปสรรคร้ายแรงนั่นคือ สภาพของการไม่เกิดการคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นควรมีการคิดใหม่เพื่อฝ่าขอบเขตให้ออกไปจากความ คิดเดิมเพื่อให้เกิดปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันให้ได้และพบสิ่งที่ดีกว่าในอนาคต

3.2 ความคิดสร้างสรรค์ก่อให้เกิดนวัตกรรมที่ไม่หยุดยั้ง ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นต่อความอยู่รอดของบุคคลสังคมใน โลกแห่งการแข่งขันเสรีทางการค้า เพราะตลาดเสรีนั้นย่อมมีการแข่งขันกันสูง คนที่ผลิตสิ่งใดก็ตามชนิดหนึ่งเมื่อได้รับการยอมรับสูงผลที่เกิดขึ้นก็จะมีผู้ค้ารายอื่น ๆ เข้ามาร่วมในตลาดสินค้าประเภทเดียวกัน และเมื่อมีจำนวนมากราคาสินค้านั้นย่อมลดลงและหากปรับตัวไม่ทันยังคงขายสินค้าชนิดนั้นอยู่อาจประสบภาวะขาดทุนได้ ดังนั้นหากจะรักษาความสามารถในการแข่งขันผู้ผลิตสินค้าจึงจำเป็นต้องผลิตสินค้าใหม่ ๆ ที่ดีกว่าคู่แข่งมีทั้งความแปลกใหม่ ประโยชน์ใช้สอย คุณภาพ และราคาที่ดีกว่าเดิม โลกของการแข่งขันทำให้ต้องมีการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้งเพราะหากหยุดนิ่งเมื่อใดเท่ากับเป็นการเดินถอยหลังทันที เทคโนโลยีในขณะนี้จึงมีการแข่งขันกันในด้านความคิดสร้างสรรค์ เพื่อผลิตสิ่งใหม่ ๆ ออกสู่ตลาดด้วยความแปลกใหม่ คุณภาพดี และราคาที่ถูกลงกว่าเดิมย่อมมีแรงดึงดูดใจผู้บริโภคได้มากกว่า ดังนั้นเราจึงเห็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ มากมายในปัจจุบันที่เราอาจไม่เคยคิดมาก่อนเลยว่าสติปัญญาของมนุษย์จะสามารถสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ตัวอย่าง เช่น อุปกรณ์สื่อสารเพื่อใช้ติดต่อกันในปัจจุบันไม่ใช่ใช้ได้เฉพาะติดต่อ สื่อสารกันเพียงประการเดียวเช่นเดียวเช่นเดิม แต่สามารถใช้ได้ทั้งติดต่อสื่อสารทั้งความบันเทิง เช่น ถ่ายภาพ เล่นเกม รับอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3.3 ความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้ได้ในสิ่งที่ดีกว่าแทนสิ่งที่มีอยู่เดิม ความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้ประสบผลสำเร็จในการดำเนินชีวิตได้เพราะจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่จะไม่พอใจในสิ่งที่เป็นอย่างอยู่ และพยายามพัฒนาตนเองให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น การพยายามมองปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทที่เป็นอยู่จะทำให้สามารถแก้ปัญหา และพัฒนาอาชีพตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ในยุคเทคโนโลยีแห่งการสื่อสารเช่นปัจจุบันนี้แทบทุกอาชีพต้องพึ่งพาความคิดสร้างสรรค์ เพราะทุกองค์กรต่างก็ต้องพัฒนาตนเองเพื่อก้าวสู่อุตสาหกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพที่เป็นอยู่ในเวลานี้ที่ดีกว่า ดังนั้นการพึงพอใจในสิ่งที่มีอยู่ในลักษณะที่สิ่งอื่น ๆ ที่เราปฏิบัติสัมพันธ์ด้วยนั้นยังคงพัฒนาต่อไปไม่หยุดยั้งจะเป็นการพาตัวเองเดินถอยหลังนั่นเอง ตัวอย่าง เช่น การออกหนังสือราชการ ในสมัยก่อนใช้เครื่องพิมพ์ดีด ซึ่งทำให้เสียเวลานานในการพิมพ์งานเนื่องจากถ้าพิมพ์ดีดจะแก้ไขไม่ได้เพราะจะมีรอยลบแต่ในปัจจุบันมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถลบแก้ไขได้ก่อนที่จะนำไปใช้โดยไม่มีร่องรอยของการแก้ไข เพราะแก้ไขได้บนตัวเครื่อง นอกจากนี้งานยังมีความเรียบร้อยสวยงามไม่สกปรกอีกด้วยผู้ที่ทำงานเป็นเสมียนหรือพนักงานพิมพ์ดีดจะไม่ใช้เครื่องพิมพ์ดีดอีกต่อไปเพราะใช้คอมพิวเตอร์กันดีกว่า ดังนั้นการพัฒนาตนเองอยู่เสมอแม้จะดูเหมือนอยู่ในภาวะปกติก็ยังเป็นเรื่องสำคัญเนื่องจากจะมีโอกาสเลือกสิ่งที่ดีกว่า นั่นเอง

3.4 ความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบสำคัญของความฉลาด โรเบิร์ต เจ. สเติร์นเบิร์ก (Robert J. Sternberg, 1996) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดที่ประสบความสำเร็จ (Successful Intelligence) เขากล่าวว่า คนเราจะฉลาดได้นั้นต้องประกอบไปด้วยความฉลาด 3 ด้าน ได้แก่ ความฉลาดในการสร้างสรรค์ ความฉลาดในการวิเคราะห์ และความฉลาดในการปฏิบัติจริง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.1 ความฉลาดในการสร้างสรรค์ (Creative Intelligence) หมายถึงความสามารถในการไปไกลกว่าสิ่งที่กำหนดมาแล้ว แต่สร้างสรรค์แนวคิดที่แปลกใหม่และน่าสนใจให้เกิดขึ้นแต่ต้องใช้อย่างสมดุล และประยุกต์เข้ากับความสามารถในการวิเคราะห์ และความฉลาดในการปฏิบัติจริงได้ด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.2 ความฉลาดในการวิเคราะห์ (Analytical Intelligence) หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินแนวคิดที่เกิดขึ้น รวมทั้งความสามารถในการนำมาแก้ปัญหา และตัดสินใจนักคิดสร้างสรรค์ต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ความคิดของตนเองและประเมินข้อดีของมันได้ไม่เช่นนั้นแล้วเขาอาจจะยังใส่ความคิดที่ใช้ในการคิดไม่ได้ แทนที่จะไล่ตามความคิดดี ๆ อีกชนิดหนึ่งซึ่งจะเป็นผลกลับกลายเป็นว่าเขาเสนอความคิดที่แย่กว่าเดิม

แทนที่จะเสนอความคิดที่ดีกว่าเดิม

3.4.3 ความฉลาดในการปฏิบัติจริง (Practical Intelligence) หมายถึง ความสามารถในการแปลทฤษฎีสู่การปฏิบัติ และแนวคิดที่เป็นนามธรรมสู่การบรรลุผลสำเร็จ ภาคปฏิบัติ ถ้ามองในเรื่องของนักลงทุนแล้วผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ต้องสามารถขายตัวของมันเองได้ สิ่งที่เกิดความคิดจะต้องทำก็คือต้องออกไปชักจูงให้คนอื่นเห็นคุณค่าในแนวคิดนั้น สามารถนำเสนอความคิดออกมาเป็นภาคปฏิบัติให้คนอื่นเห็นคุณค่าและต้อนรับความคิดนั้น

จากที่กล่าวมาสรุปประโยชน์ของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ พัฒนาสิ่งใหม่ ๆ ผลิตสิ่งใหม่ขึ้นมาแทนสิ่งเดิมซึ่งจะทำให้เราสามารถใช้ชีวิตอย่างมีความสุขและสามารถสร้างสรรค์ประโยชน์ต่าง ๆ ให้แก่สังคมได้อย่างมากมาย การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกคน เพราะความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้เราเห็น โอกาสใหม่ ๆ ความเป็นไปได้ใหม่ ๆ พบโอกาสแห่งความสำเร็จในการแก้ปัญหา และการทำศักยภาพของสมองในส่วนของความคิดสร้างสรรค์ให้มีประสิทธิภาพ เราก็จะพบว่า ทุก ๆ ปัญหาที่มีคำตอบดี ๆ ที่สามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมรอบเราตลอดเวลา

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาบางกลุ่มมีแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้โดยเน้นที่ความสำคัญทางปัญญา คือ การ โยงสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่หรือสิ่งใหม่ขึ้น และมีอีกหลายท่านที่มีแนวคิดบนพื้นฐานของความเชื่อซึ่งแยกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่มีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางจิตวิทยา ได้แก่ กลุ่มจิตวิเคราะห์ และกลุ่มมนุษยนิยม โดยมีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะภายในจิตใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแตกต่างที่ว่าวิถีการปรับตัวในลักษณะใด มากน้อยเพียงใด นั้นขึ้นอยู่กับกาลวิธานป้องกันตนเอง หรือการพัฒนาถึงศักยภาพอันสูงสุดของแต่ละบุคคล
2. กลุ่มที่มีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการการคิด กลุ่มนี้ได้แก่ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาทฤษฎีความคิดสองทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการเชื่อมโยงสัมพันธ์ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ และทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม ทฤษฎีกลุ่มนี้มีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิดที่สามารถส่งเสริมหรือพัฒนาให้เพิ่มขึ้นได้ โดยแต่ละแนวความคิดมีความเชื่อเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน คือ แนวคิดด้าน โครงสร้างทาง

สติปัญญาเน้นองค์ประกอบด้านการคิดแบบอนกนัย ส่วนทฤษฎีความคิดสองทักษะมองในลักษณะทางกายภาพทางสมอง ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์เน้นกระบวนการทางการคิดที่นำไปสู่การคิดแบบสร้างสรรค์ และการคิดแบบอนกนัย และทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการเชื่อมโยงสัมพันธ์เน้นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งแวดล้อมกับการตอบสนอง

แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาทั้งสองกลุ่มนี้มีแนวคิดข้อที่เหมือนกัน คือ การที่จะเพิ่มประสิทธิภาพ หรือส่งเสริมความสามารถของการคิดสร้างสรรค์ได้นั้นต้องอาศัยกระบวนการฝึกเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาจำนวนหลายท่านดังนี้

1. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Theory) ทฤษฎีนี้สร้างโดย กิลฟอร์ด (Guilford) เขาได้อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ในรูปแบบ 3 มิติ (Three Dimension Model) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 มิติเนื้อหา (Contents) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ที่สมองรับเข้าด้วยการคิด จำแนกเป็น 5 ลักษณะ คือ

1.1.1 ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F) หมายถึง ข้อมูลหรือเป็นสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน สามารถรับรู้ได้ด้วยตา และทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้ เช่น รูปทรง (Shapes) พังภาพ (Diagrams) ภาพ (Figure) เป็นต้น

1.1.2 เสียง (Auditory เขียนย่อว่า A) หมายถึง สิ่งเร้าประเภทที่สามารถรับรู้ได้ด้วยหู

1.1.3 สัญลักษณ์ (Symbolic เขียนย่อว่า S) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปของเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ตัวโน้ตดนตรี หรือรหัสต่าง ๆ

1.1.4 ภาษา (Semantic เขียนย่อว่า M) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปของถ้อยคำมีความหมายต่าง ๆ กันออกไป สามารถใช้ติดต่อกันสื่อสารได้เนื่องจากเป็นภาษาหรือถ้อยคำที่มีความหมาย เช่น พ่อแม่ ชอบ โกรธ เสียใจ ตื่นเต้น เป็นต้น

1.1.5 พฤติกรรม (Behavioral เขียนย่อว่า B) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออกการกระทำที่สามารถสังเกตเห็น หรือเป็นสิ่งเร้าในรูปของเจตคติ ความต้องการ อารมณ์ ความใส่ใจหรือความคิด เป็นผลมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลหรือการมีส่วนร่วมเกี่ยวพันทางสังคมกับผู้อื่น

1.2 มิติวิธีการคิด (Operation) หมายถึง มิติที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะของกระบวนการปฏิบัติงานของสมอง หรือลักษณะของการคิดลักษณะต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ คือ

1.2.1 การรู้และการเข้าใจ (Cognition เขียนย่อว่า C) เป็นการเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่ประสบหรือความสามารถในการตีความหมายของสมองเมื่อได้เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งนั้นจนบอกได้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นสิ่งของรูปร่างกลมกลวงทำด้วยพลาสติกสานกันอย่างมีระเบียบ ก็บอกได้ว่าเป็นลูกตระกร้อ เป็นต้น

1.2.2 การจำชั่วคราว (Memory Recording) เป็นการจำในสิ่งที่ประสบเพื่อใช้งานในขณะนั้น โดยไม่เก็บสาระข้อมูลนั้นไว้เป็นเวลานาน เช่น จำเลขในสมุดโทรศัพท์เพื่อโทรศัพท์ หรือจำรหัสหมายเลขจากสมุดธนาคาร เพื่อนำมาเขียนในแบบฟอร์มการถอนเงิน เมื่อเขียนแล้วก็ลืม และไม่ใส่ใจจดจำไว้

1.2.3 การจำถาวร (Memory Retention) เป็นการจดจำสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นเวลานานอาจเป็นหลายวันหลายเดือน เช่น จดจำชื่อเพื่อนสนิท จำเหตุการณ์วันปีใหม่ที่ผ่านมา

1.2.4 การคิดแบบอนกนัย หรือการคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking เขียนย่อว่า D) เป็นการคิดหาคำตอบให้มากที่สุด คิดหลายทิศหลายทาง เป็นการคิดในลักษณะกว้างออกซึ่งจะทำให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่ นับว่าเป็นความสามารถในการคิดแบบตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่มุม ที่แตกต่างกันออกไป เช่น แผ่นบัตรเติมเงินที่ใช้แล้วนำมาใช้ทำอะไรได้บ้าง หรือคิดหาสิ่งที่ขึ้นต้นด้วย “แม่มาให้มากที่สุด ถ้าบุคคลใดคิดได้แปลกมีเหตุผล ซึ่งการคิดแบบอนกนัยที่กิลฟอร์ดกล่าวสรุปว่า เป็นความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง”

1.2.5 การคิดแบบอนกนัย หรือ การคิดแบบรวม (Convergent Thinking เขียนย่อว่า N) หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนดและคำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียวเป็นการสรุปหรือตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้ เช่น การตัดสินใจเลือกชมพูสระผมที่มีอยู่ทั้งหมด 10 ชนิด หรือการตัดสินใจการประกวดนางสาวไทยเพื่อหาผู้ที่สวยที่สุดในประเทศ เป็นต้น

1.2.6 การประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E) หมายถึง ความสามารถในการตีความสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด เป็นการพิสูจน์คุณค่าหรือความเหมาะสมในสิ่งที่ประสบ การปฏิบัติงานในลักษณะนี้ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ความจำ

ความคิดของนักคิดแบบเอกนัยเป็นพื้นฐานเพื่อการตัดสินใจอย่างดีที่สุด

1.3 มิติผลของการคิด (Products) หมายถึง ผลของการปฏิบัติการหรือการคิดของสมองที่ได้จากการทำงานของสมอง เมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 1 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับในมิติที่ 2 และผลที่ได้จะออกมามิติที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า ผลของการคิดเกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และ มิติที่ 2 นั้นเอง และผลการคิดนี้จะมีรูปแบบแตกต่างกัน 6 ลักษณะ ดังนี้

1.3.1 หน่วย (Units เขียนย่อว่า U) หมายถึง ประเภท จำพวก หรือกลุ่มของกลุ่มที่มีคุณสมบัติและลักษณะร่วมกัน หรือลักษณะที่เป็นส่วนย่อยที่มีความสมบูรณ์ในตนเอง มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างจากสิ่งอื่น เช่น นกแต่ละตัว เลขสาม เป็นต้น

1.3.2 จำพวก (Classes เขียนย่อว่า C) หมายถึง ประเภท จำพวก หรือกลุ่มของหน่วยนั้นๆ จัดเป็นกลุ่มของสิ่งของหรือกลุ่มของหน่วยต่าง ๆ ที่มีลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์ปีก (ประกอบด้วยนกต่าง ๆ) อาวุธ (เป็นกลุ่มของสิ่งที่ใช้ทำร้ายผู้อื่น) เป็นต้น

1.3.3 ความสัมพันธ์ (Relations เขียนย่อว่า R) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดประเภทเดียวหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์นี้อาจจะอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบ ถือได้ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างหน่วยหรือกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยลักษณะบางอย่างเป็นเกณฑ์ ตัวอย่าง ความสัมพันธ์ ได้แก่ คำที่มีความหมาย ตรงกันข้ามกับคำที่กำหนดให้ การอุปมาอุปไมย ฯลฯ

1.3.4 ระบบ (System เขียนย่อว่า S) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้เป็นระบบแบบแผน หรือเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลการคิดหลาย ๆ คู่เข้าด้วยกันเป็นระเบียบแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น 2, 4, 6, 8 เป็นระบบเลขคู่ เป็นต้น

1.3.5 การแปลงรูป (Transformation เขียนย่อว่า T) การปรับปรุงหรือการจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้า หรือข้อมูลออกมาในรูปแบบใหม่ อาจเป็นการปรับขยาย การจัดระเบียบข้อมูลใหม่หรือให้ความหมายใหม่ เช่น การเปลี่ยนรูปสามเหลี่ยมให้เป็นเส้นตรงสามเส้น

1.3.6 การประยุกต์ (Implication เขียนย่อว่า I) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้เพื่อการพยากรณ์ หรือการคาดคะเน เป็นการคิดพัฒนาสิ่งที่ปรากฏให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากเดิม หรือเป็นการคาดการณ์ หรือทำนายผลบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดให้โดยใช้เหตุผล เช่น ถ้าหลงป่าเป็นเวลานานหาทางออกยังไม่ได้ แล้วเกิดความหิวหาผลไม้ทาน ไม่ได้ก็อาจหาพืชที่มีใบสีแดงให้เห็นร่องรอยของแมลงที่กัดกินมารับประทานได้

เพราะถ้าแมลงกินได้เราก็ทานได้เช่นกัน

สรุปโครงสร้างทางสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด แบ่งออกเป็น 20 เซลล์ หรือ 120 องค์ประกอบ โดยแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ เรียงจากมิติเนื้อหา มิติวิธีการคิดและมิติผลการคิด (Content, Operation and Product) ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดออกนอกนัย (Divergent Thinking) คือ เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นบุคคลจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ในลักษณะหลายทิศทางทำให้ได้คำตอบ หรือผลผลิตของความคิดอย่างหลากหลาย และมีความแปลกใหม่

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของเทย์เลอร์ (Tayler) (อ้างอิงจาก สิทธิผล อาจอินทร์. 2539 : 10) เทย์เลอร์ได้ให้ข้อคิดของทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ไว้อย่างน่าสนใจว่า ผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้น ไม่จำเป็นต้องคิด ค้นประดิษฐ์ของใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยมีใครทำมาก่อนหรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นอาจจะเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นสุด เป็นสิ่งธรรมดาสามัญ คือ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของงานอย่างอิสระ ซึ่งเป็นพฤติกรรมไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มและทักษะอย่างใด คือ เป็นแต่เพียงให้กล้าแสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่ 2 เป็นงานที่ผลิตออกมา โดยที่ผลงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงถึงความคิดใหม่ของคนที่ไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากใคร แม้ว่าจะงานนั้นจะมีคนอื่นคิดออกแล้วก็ตาม

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำแสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดได้ เช่น ชาร์ล ดาร์วิน คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น เป็นต้น

สรุปเทย์เลอร์ให้แนวคิดของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นขั้นต่าง ๆ ที่สามารถเกิดการคิดขึ้นมาในลักษณะใด ๆ ก็ได้ใน 6 ขั้นนี้ ซึ่งได้แก่ 1. ขั้นกล้าแสดงออกอย่างมีอิสระ 2. ขั้นผลิตผลงานออกมาซึ่ง ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่เพียงแต่อาศัยทักษะบางประการ 3. ขั้นสร้างสรรค์นับเป็นการแสดงความคิดใหม่ที่ไม่เลียนแบบใคร 4. ขั้นความคิดสร้างสรรค์

เป็นขั้นของการประดิษฐ์สิ่ง 5. ขั้นพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพขึ้น และ 6. ขั้นสุดท้ายเป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอดเป็นความสามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดได้

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของออสบอร์น อเล็กซ์ เอฟ.ออสบอร์น (Alex F. Osborn) (กรมวิชาการ, 2542 : 119-120) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์คือความคิดจินตนาการ ประชุกต์ หมายถึง จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่ยุ่งยากเมื่อมนุษย์ประสบ และไม่ใช่เป็นจินตนาการที่เลื่อนลอย เขาได้กล่าวถึงกระบวนการการคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ว่ามี 7 ขั้น ได้แก่

3.1 ปัญหา สามารถระบุให้ทราบถึงประเด็นปัญหาที่ต้องการจะ ใช้ความคิดสร้างสรรค์มาแก้ไขได้

3.2 การเตรียมและรวบรวมข้อมูลเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 การวิเคราะห์ เป็นการแยกแยะข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในขั้นต่อไป

3.4 การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ นับว่าเป็นขั้นของการพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดจากหลาย ๆ แนวทาง

3.5 การฟักความคิด และการกระทำให้กระจ่าง (Incubation and Illumination) เป็นขั้นที่ทำให้การฟักความคิดว่างแล้วเกิดความคิดบางอย่างขึ้นมาแล้วทำให้ความคิดนั้นชัดเจนยิ่งขึ้น

3.6 การสังเคราะห์ หรือการบรรจุชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

3.7 การประเมินผล เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ออสบอร์น ได้สร้างเทคนิคระดมสมองมาใช้ในการสอนความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกอย่างน้อย 4 คน ที่มีความสามารถต่าง ๆ กัน เพื่อบุคคลมีความคิดหลายทิศทาง และคิดได้มากในช่วงเวลาจำกัด โดยมีหลักเกณฑ์ในการระดมความคิดดังนี้

1. การไม่วิจารณ์ตัดสินความคิด หมายถึง เมื่อมีสมาชิกในกลุ่มเสนอความคิดขึ้นมาจะ ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินความคิดใด ๆ ทั้งสิ้น

2. ยอมรับและให้อิสระในการเสนอความคิด หมายถึง การยอมรับฟังและให้อิสระแก่สมาชิกในกลุ่มเพื่อเสนอความคิดออกมา

3. ส่งเสริมปริมาณความคิด หมายถึง การส่งเสริมสนับสนุนให้ได้ปริมาณความคิดมากยิ่งขึ้นเท่าใดก็ยิ่งดี และพยายามกระตุ้นให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตน โดยไม่มีการยับยั้งหรือถูกขัดขวางแต่อย่างใด

4. การระดมความคิด และการปรับปรุงแต่งความคิด หมายถึง หลังจากที่มีการระดมสมองเพื่อให้แนวคิดตามข้อ 1 -3 แล้วให้นำความคิดทั้งหมดมาประมวลผล แล้วพิจารณาประเมินตัดสินร่วมกันว่า ความคิดใดให้คุณค่ามากกว่ากัน และจัดเรียงลำดับความคิดโดยใช้เกณฑ์กำหนดตามวัตถุประสงค์ของกลุ่ม เช่น บุคลากร งบประมาณ นโยบาย เป็นต้น

สรุปแนวคิดตามทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของออสบอร์น ได้รับการตอบสนองเป็นอย่างดี โดยมีผู้นำชุดการสอนของเขาไปใช้ในการสอนความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด และเทคนิคระดมสมองก็เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในทุกวงการว่าสามารถสร้างแนวคิดที่หลากหลายได้เป็นอย่างดี

4. ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของดีโโบโน (De Bono's Lateral Thinking) เอ็ดเวิร์ด ดีโโบโน (Edward De Bono) (กรมวิชาการ. 2542 : 122) นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยมที่มีแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการคิดได้เสนอไว้ว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่จะคิดนอกกรอบความคิดเดิมซึ่งปิดกั้นแนวคิดอยู่ก่อให้เกิดแนวคิดอย่างอื่น ๆ ที่ถือกันว่าเป็นแนวคิดเพื่อจะนำมาพัฒนาในการแก้ปัญหาที่ต้องการการวัดความคิดสร้างสรรค์จะต้องวัดที่ผลผลิตของความคิดที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ และการคิดยังเป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ฝึกหัด และสอนกันได้เหมือนทักษะอื่น ดีโโบโน เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของโลกและการเจริญก้าวหน้าทางศิลปวิทยาการด้านต่าง ๆ เป็นผลมาจากความคิดของคน โดยเขาได้ตั้งศัพท์และจำแนกการคิดออกเป็น 2 ด้านที่สำคัญ คือ

4.1 การคิดในกรอบ (Vertical Thinking) เป็นการดำเนินการเชิงตรรก (logical Thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

4.2 การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) เป็นการคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่ ทำให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ หลาย ๆ อย่างขึ้น การคิดแบบนี้ทำให้มนุษย์สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ในความเห็นของ ดีโโบโน พวกนักวิทยาศาสตร์ นักประดิษฐ์ จิตรกร คีตกวี นักประพันธ์ ต่างก็มีความสามารถในการคิดนอกกรอบทั้งสิ้น

จึงสามารถสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ได้ แต่ดีโบนโม่มีความเห็นว่ายังไม่มีใครสามารถอธิบายกระบวนการคิดแบบนี้ได้อย่างเป็นระบบจึงเป็นเหตุให้คนส่วนใหญ่ต่างก็คิดกันไปว่าความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานในด้านต่าง ๆ เช่น ทางศิลปะ ดนตรี หรือวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะพิเศษของแต่ละบุคคลจึงมีการคิดคำอธิบายลักษณะเช่นนี้ ดังเช่น พรสวรรค์ (Gifted) อัจฉริยะ (Genius) เป็นต้น แต่การพยายามอธิบายความสามารถในการสร้างผลงานในแนวนี้ไม่น่าจะไม่ค่อยมีประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพ (Potentiality) ของมนุษย์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับจิตวิทยาการคิดมาเป็นเวลานาน ดีโบนโม่ เสนอทฤษฎีไว้ว่าการคิดนอกกรอบจะทำให้มนุษย์เกิดการสร้างแนวคิดหลากหลายแนวคิด ซึ่งจะทำให้ได้แนวคิดแปลกใหม่ที่จะนำไปสร้างผลผลิตที่มีความคิดสร้างสรรค์ เขาถือว่ากระบวนการคิดทั้ง 2 ลักษณะที่กล่าวมานั้นแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด แต่การคิดทั้ง 2 ลักษณะนั้นมีการสนับสนุนกันและความคิดในการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ มีกระบวนการคิดเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. การคิดระยะที่ 1 (First Stage Thinking) เป็นกระบวนการคิดเพื่อให้เกิดแนวคิดในการพิจารณาปัญหา ที่จะได้กำหนดให้ชัดเจนว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร และสามารถมองหามโนทัศน์สร้างแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา

2. การคิดระยะที่ 2 (Second Stage Thinking) เป็นกระบวนการคิดในกรอบเมื่อใช้การคิดระยะที่ 1 แล้ว ซึ่งจะเกิดการสร้างแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการคิดระยะที่ 2 จะเป็นการทดสอบแนวคิดเหล่านั้นว่าแนวคิดใดที่เหมาะสมที่สุดแล้ว แล้วจึงดำเนินการพัฒนาให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาตามที่ต้องการได้ การอธิบายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีของดีโบนโม่คือการใช้กระบวนการการคิดระยะที่ 1 การคิดนอกกรอบเพื่อให้เกิดแนวคิดแล้วใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ทดสอบแนวคิดเหล่านั้นและพัฒนาแนวคิดให้สามารถสร้างผลผลิตที่ต้องการได้ แต่การที่คนส่วนใหญ่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์และไม่สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ด้านต่าง ๆ เป็นเพราะไม่ได้ใช้การคิดหลาย ๆ แนวทางทดสอบมีแต่นำแนวคิดแบบถูกกรอบนำมาใช้มากกว่า

ดีโบนโม่ได้อธิบายว่า การที่คนโดยทั่วไปไม่สามารถสร้างแนวคิดสร้างสรรค์ได้นั้นเพราะถูกกรอบงำ (Block) ด้วยกรอบบางอย่าง สำหรับกรอบที่กรอบงำพอสรุปได้ดังนี้

1. การมีมโนทัศน์ (Concept) เดิมเป็นความคิดหรือการรับรู้ (Perception) ของบุคคลว่าสภาพการณ์ที่พบเห็นอยู่นั้นมีมโนทัศน์เดิมอะไรที่ทำให้ไม่สามารถคิดได้ในลักษณะอื่น สิ่งนั้นควรจะสามารถใช้ทำหน้าที่ในลักษณะอื่นได้หรือไม่ ตัวอย่างที่ดีโบนโม่

นำเสนอไว้ คือ ขณะที่เขาไปทำวิจัยในชนบทของประเทศเวเนซุเอลากับคณะ พวกเขาต้องการรีดชุดสากลเพื่อใช้ในงานต้อนรับ แต่หมู่บ้านนี้ไม่มีเตารีดมีแต่กระทะ ดีโอบโนจึงใช้กระทะคว่ำทำให้ร้อน แล้วเอาเสื้อผ้าครอบก้นกระทะทำให้เรียบได้ ถ้าเป็นคนทั่วไปจะมองแต่ว่ากระทะทำหน้าที่เพียงทำอาหาร แต่ดีโอบโนไม่ได้คิดอย่างนั้น จึงทำให้เขาสร้างแนวทางใหม่ในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยการใช้กระทะทำให้เสื้อผ้าเรียบได้

2. การมีแนวคิดครอบงำ (Dominant Idea) เมื่อต้องการคิดสิ่งใหม่ หรือคิดแก้ปัญหาโดยทั่วไปจะมีแนวคิดครอบงำในการแก้ปัญหาอยู่เช่นนั้น และทำให้บุคคลทั่วไปถูกแนวคิดครอบงำนี้ชักจูงให้คิดหาทางแก้ปัญหาไปในทิศทางเดียวกันกับแนวคิดครอบงำข้อเปรียบเทียบนี้เห็นได้อย่างชัดเจนในการประชุมกลุ่ม จะมีเพียงสมาชิกบางคนที่เด่นที่สามารถชักจูงให้กลุ่มมีแนวคิดเหมือนตัวเองทำให้ขาดการมองปัญหาในมุมมองอื่นได้

3. การมีความเชื่อเดิม (Assumption) เป็นการกำหนดขอบเขตของการแก้ปัญหาว่าแนวคิดที่จะแก้ปัญหานั้นต้องอยู่ในขอบเขต ทำให้คิดอยู่แต่ในกรอบที่ไม่อาจสร้างแนวคิดแบบอื่น ๆ ได้เลย เช่น การถนอมอาหารประเภทกล้วย คนทั่วไปจะถนอมอาหารในรูปกล้วยตาก กล้วยเชื่อม กล้วยกวน

สรุปทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของดีโอบโน เน้นการคิดนอกกรอบที่ทำให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ได้ เพราะทำให้มีอิสระในการใช้ความคิดที่ไม่ถูกครอบงำเนื่องจากการถูกครอบงำนำไปสู่การคิดแบบเดิมที่ขัดขวางการคิดใหม่ ๆ ได้

5. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 : 16) ซึ่งทอร์เรนซ์กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกมาตลอดกระบวนการของความรู้สึก หรือการแก้ปัญหา การรวบรวมความคิดเพื่อใช้เป็นข้อสมมติฐาน การทดสอบ การวัดและการตัดแปลงสมมติฐาน ตลอดจนวิธีการเผยแพร่ผลสรุปที่ได้รับ ซึ่งทฤษฎีของทอร์เรนซ์ อาจขยายได้ความว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เมื่อเห็นและเข้าใจจะรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อแสวงหาวิธีใหม่ในการเผชิญหรือแก้ปัญหา และทอร์เรนซ์ได้กำหนดขั้นตอนของการคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นเริ่มต้น เกิดจากความรู้สึกต้องการหรือความพอใจในสิ่งต่าง ๆ ที่จะทำให้บุคคลเริ่มคิด โดยจะพยายามรวบรวมข้อเท็จจริง เรื่องราวและแนวคิดต่าง ๆ ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เพื่อหาความกระจ่างในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้คิดจะยังไม่ทราบว่าจะผลที่จะเกิดขึ้นนั้นออกมาในรูปแบบใดและอาจใช้เวลาค่อนข้างนานของการคิดสร้างสรรค์จนบางครั้งเกิดขึ้นโดยไม่รู้สึกรู้ว่า

5.2 ขั้นครุ่นคิด เป็นขั้นต่อจากการเริ่มต้น มีระยะหนึ่งที่มีความรู้ความเห็น และเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รวบรวมไว้มาประสมกลมกลืนเข้าเป็นรูปร่าง ในระยะนี้ผู้คิดต้องใช้ความคิดอย่างหนักและบางครั้งความคิดอาจชะงักไปเป็นเวลานาน บางครั้งก็กลับเกิดขึ้นมาใหม่อีก

5.3 ขั้นเกิดความคิดในระยะที่กำลังครุ่นคิดอยู่นั้นบางครั้งจะเกิดความคิดผุดขึ้นมาทันที ทันใดผู้คิดจะมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดใหม่ที่ซ้ำกับความคิดเก่า ที่มีผู้คิดขึ้นแล้วการมองเห็นความสัมพันธ์ในแนวคิดใหม่จะเกิดขึ้นในทันทีทันใดโดยที่ผู้คิดไม่ได้นึกหรือคาดว่าจะเป็นเลย

5.4 ขั้นปรับปรุง เมื่อเกิดความคิดใหม่แล้วผู้คิดจะขัดเกลาความคิดนั้นให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ง่าย หรืออาจต่อเติมความคิดที่เกิดขึ้นใหม่นั้นให้มีความก้าวหน้าต่อไป จากแนวคิดของทอร์เรนซ์ที่เกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่าการคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในตัวบุคคลที่มี 4 ขั้นในการเกิดการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ขั้นเริ่มต้นด้วยการพอใจจึงมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามมาด้วยการครุ่นคิดจากข้อมูลที่ได้รวบรวมมาอาจใช้เวลานานถึงขั้นเกิดความคิดจากการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดใหม่และความคิดเก่า และสุดท้ายเมื่อเกิดความคิดใหม่แล้วจะขัดเกลาความคิดนั้นให้ก้าวหน้าขึ้น

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 : 84-103) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กในวัยต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้รายละเอียดต่อไปนี้

1. วัยก่อนเข้าเรียน

1.1 อายุตั้งแต่ 0 – 2 ปี เด็กจะเริ่มมีจินตนาการในระยะนี้พ่อแม่สามารถส่งเสริมด้วยการสร้างพัฒนาการทางการคิดสร้างสรรค์ของเด็ก โดยการให้เล่นเกมสั้นชนิดต่าง ๆ อย่างหลากหลายและต้องระวังเรื่องความปลอดภัยในระหว่างเล่นด้วย

1.2 อายุ 2 – 4 ปี เด็กจะเริ่มเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ทั้ง ๆ ที่มีช่วงเวลาความสนใจสั้น และเริ่มเอาใจใส่ตนเองมากขึ้นด้วยการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองเด็กจะอยากรู้อยากเห็นและซักถามปัญหาด้วยคำถามที่ผู้ใหญ่รู้สึกรำคาญ เด็กวัยนี้ควรมีของเล่นชนิดที่เปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบ เช่น รูปสี่เหลี่ยมสำหรับต่อ หรือดินน้ำมัน จะทำให้เด็กสามารถใช้อุปกรณ์เหล่านี้สร้างสรรค์ตามจินตนาการ และทำให้เกิดการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผู้ใหญ่ควรชักจูงเด็กให้ปลูกต้นไม้ หรือเลี้ยงสัตว์ โดยให้ทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองจะทำให้เด็กเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจในความสามารถของตนเองและรู้สึกพอใจเมื่อทำได้สำเร็จแต่หากไม่สำเร็จก็ควรให้ความช่วยเหลือเล็ก ๆ น้อย ๆ หรือคอยปลอบโยนพร้อมทั้งให้ลองทำใหม่จนกว่าจะสำเร็จ

1.3 อายุ 4 – 6 ปี เด็กวัยช่วงอายุนี้อาจจะมีจินตนาการดีมาก เริ่มเรียนรู้ลักษณะในการวางแผนการเล่น หรือเรียนรู้ถึงหน้าที่ของผู้ใหญ่โดยผ่านการเล่น สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์เข้าด้วยกันแม้ว่ายังไม่เข้าใจเหตุผล เริ่มรับรู้ถึงอารมณ์ของผู้อื่น และเริ่มคิดได้ว่าการกระทำของตนเองจะทำให้ผู้อื่นมีความรู้สึกอย่างไร และผู้ใหญ่ควรนำความคิดของเด็กมาใช้ประโยชน์บ้างให้เด็กเห็นและเกิดความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง หรือร่วมรับรู้ในสิ่งที่เด็กคิดเพราะเป็น โอกาสดีสำหรับวัยนี้ที่ควรได้รับการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

2. วัยเรียนระดับประถมศึกษา

2.1 อายุ 6 – 8 ปี เด็กวัยนี้จะมีความคิดสร้างสรรค์ลดลงแต่จะมีการรักเรียน อยากรู้อยากเห็นมากขึ้น เอาแต่ใจตนเอง ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ระยะเวลาที่จะใช้ความคิดสร้างสรรค์ผ่านบทเรียน นิทาน หรือการอภิปราย ผู้ใหญ่จึงควรช่วยให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง และคอยตอบคำถามต่าง ๆ ของเด็กด้วยเหตุผลให้ถูกต้องและชัดเจน

2.2 อายุ 8 – 10 เด็กช่วงนี้จะมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นและสามารถนำความคิดไปใช้ได้จริง ๆ โดยธรรมชาติเด็กมักจะเลียนแบบวีรบุรุษ จึงสามารถกระตุ้นให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือทักษะอื่น ๆ เพื่อช่วยเพื่อนฝูง เด็กสามารถทำงานที่ยากขึ้นได้ รู้จักถามคำถามที่ซับซ้อนขึ้น รู้จักคิดมากขึ้นมีความวิตกกังวลในสิ่งที่ตนเองไม่ได้ทำและจะรู้สึกเสียใจถ้าไม่ได้รับความยุติธรรม นอกจากนี้เด็กวัยนี้ยังต้องการ โอกาสที่จะได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น ผู้ใหญ่ควรให้โอกาสนี้แก่เขา พร้อมทั้งแสดงให้เห็นว่าความคิดของเขามีประโยชน์ แต่เขายังต้องการได้รับการสนับสนุน การเสนอแนะ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ด้วยเมื่อต้องทำงานที่ยากมากขึ้นและควรเรียนรู้ด้วยว่าตนเองไม่สามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้

2.3 อายุ 10 – 12 ปี เด็กวัยนี้จะชอบอ่านหนังสือ และสามารถอ่านหนังสือหรือใช้ความคิดได้ในเวลาแต่ละครั้งนานขึ้น ทั้งยังอยู่ในวัยที่มีพัฒนาการด้านศิลปะและดนตรี ได้อย่างรวดเร็วอีกทั้งยังชอบลองผิดลองถูกและทำทุกอย่างด้วยตนเอง มีความคิดละเอียดลึกซึ้งในประเด็นที่ปลีกย่อยต่าง ๆ ได้ดีหากเป็นงานที่ทำที่เขาสามารถแปลงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้จึงควรมีการฝึกให้ประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นด้วยการคิดสร้างสรรค์ เช่น การทำกิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. วัยเรียนระดับมัธยมศึกษา

3.1 อายุ 12 -14 ปี เด็กวัยนี้จะมีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ มาก และยังไม่มีการวางแผนสำหรับอนาคตของตนเอง รักสนุกไม่คำนึงถึงเหตุผล เด็กที่มีพรสวรรค์จะมีการแสดงออกถึงจินตนาการของตนเองในด้านต่าง ๆ ต้องการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตนเอง นอกจากนี้เขามักจะมีความรู้สึกไม่มั่นใจในตนเอง อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและอารมณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนฝูงก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย เนื่องจากกลัวว่าเพื่อนจะไม่ยอมรับคนเด็กควรมีโอกาสเรียนรู้ถึงการเลือกอาชีพ แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปในภายหลังก็ตาม หากมีโอกาทำงานที่ยาก ๆ น่าสนใจ มีการฝึกการตัดสินใจ จะทำให้เด็กแตกออกไปจากกลุ่มเพื่อนและยังทำให้มีการดึงเพื่อน ไปในทางที่ถูกต้อง ควรมีการฝึกให้เด็กรู้จักสังเกตความต้องการของคนอื่นและรู้จักเคารพในความเห็นของคนอื่นด้วย

3.2 อายุ 14 – 16 ปี ทั้งเด็กหญิงและเด็กชายจะชอบความสนุกสนาน การผจญภัย และเริ่มสนใจงานอาชีพในอนาคต พวกเขาจะมีพัฒนาการที่เร็วมากทางด้านความสามารถและความสนใจแต่ก็ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย นอกจากนี้มักจะกังวลเรื่องการได้รับ การยอมรับจากเพื่อน ๆ และเริ่มเรียนรู้ว่าปัญหาบางอย่างไม่สามารถหาคำตอบที่แน่นอนได้ ผู้ใหญ่จึงควรช่วยให้เด็กได้มีเวลาคิดถึงความสามารถของตนเอง และวิธีการนำไปได้ประสบความสำเร็จในอาชีพการงาน ควรกระตุ้นให้เด็กทราบถึงความต้องการของสังคม ดังนั้น ระยะเวลาจึงเป็นช่วงเวลาสำหรับการฝึกฝนทักษะในการตอบปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.3 อายุ 16 – 18 ปี เด็กวัยนี้ต้องการช่วยชกเงินจินตนาการให้มีความทะเยอทะยานในทางที่ดีสำหรับชีวิต ความสนใจของเขาจะมั่นคงพอ ๆ กับความต้องการเพราะสามารถที่จะคิดหาข้อสรุปได้ด้วยตนเองแล้ว และยังได้เรียนรู้ที่จะใช้ความสามารถที่มีอยู่แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถเข้ากับกลุ่มเพื่อนได้เป็นอย่างดี ในระหว่างวัยนี้ผู้ใหญ่ต้องคอยดูแลและกระตุ้นด้วยปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน อีกทั้งเสริมสร้างทักษะความชำนาญและความสนใจในสุนทรียภาพ และร่วมมือการเรียนรู้ไปพร้อมกับเด็กวันนี้ด้วย แต่ต้องหลีกเลี่ยงการแข่งขันกับเด็ก ควรใช้ประโยชน์จากแบบทดสอบความสนใจ ความสามารถ และทัศนคติในเรื่องต่าง ๆ พวกเขายังต้องการพบกับปัญหาที่ต้องการแก้ไขโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ และต้องการความช่วยเหลือ การแนะนำแนวทางที่ควรยึดถือในการสร้างความเชื่อมั่นในตนเองและความคิดเห็นที่มีต่อสังคม

4. วัยหลังมัธยมศึกษา

วัยนี้ระดับความคิดสร้างสรรค์ลดลง อาจเป็นเพราะสาเหตุหลายประการ เช่น พัฒนาการของร่างกายที่ไม่ต่อเนื่อง การทำงานของต่อมต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาตลอดจนความแตกต่างทางสังคม และความวิตกกังวลใจในอาชีพ เป็นต้น

จากการวิจัย พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กจะค่อย ๆ สูงขึ้นตามอายุ จนกระทั่งวัยเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็กจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด หรือหยุดชะงักหายไป ซึ่งมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน กฎระเบียบที่เข้มงวดและการปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่น การปฏิบัติตามแบบสังคม การรู้จักประนีประนอม ซึ่งจะทำให้เกิดความวิตกกังวล กลัวทำไม่ถูก กลัวการถูกลงโทษ และอื่น ๆ อีกมากมายที่ทำให้เด็กขาดความเป็นอิสระทางความคิดและการกระทำทำให้ขาดความกระตือรือร้น จึงเป็นผลให้ความคิดสร้างสรรค์ลดลง แต่บางคนที่มีความคิดสร้างสรรค์กลับคืนมาใหม่ หลังจากหายไปและก็มีหลายคนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ย้อนมาเลยหลังจากหยุดชะงักไปตั้งแต่ตอนนั้น

6. ทฤษฎีของฟรอยด์ (Freud, 1938 : 193) ฟรอยด์มีทัศนะเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เริ่มจากความขัดแย้ง หรือถูกขับออกมาโดยพลังจิตใต้สำนึก ขณะที่มีความคิดขัดแย้งเกิดขึ้นนั้น คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระขึ้นมากมาย แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีในส่วนนี้

7. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของวอลลาส และ โคแกน (Wallas and Kogan, 1965 : 34) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการคิดต่อเนื่องสัมพันธ์กัน เป็นลูกโซ่ เรียกว่า ความคิดโยงความสัมพันธ์ คือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วสิ่งนั้นจะช่วยเชื่อมโยงให้ระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันต่อไปเรื่อย ๆ ยิ่งคิดเชื่อมโยง ได้มากเพียงไรก็ยิ่งบ่งถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้มากเพียงนั้น

สรุปจากทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคน และการคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้ การฝึกฝนในการแก้ปัญหา และการได้รับบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

5. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลากหลายดังต่อไปนี้

อารี รังสินนท์ (2532) ได้เสนอลักษณะขององค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 3 ลักษณะ สรุปได้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใครเป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจจะมาจากความคิดที่มีอยู่ก่อน

แล้วแต่เรานำมาดัดแปลงเพื่อให้กลายเป็นสิ่งใหม่ เช่น การประดิษฐ์คิดทำเครื่องบิน ได้พื้นฐานการคิดมาจากเครื่องบินที่มียูเอชเอ

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความคล่องแคล่วหรือความคล่องตัวในการคิดตอบสนองสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ หรือเป็นความสามารถที่จะคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ความคิดคล่องแคล่วแบ่งเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำในรูปแบบต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่คิดหาถ้อยคำที่เหมือนหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลี ประโยค และนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยชน์ที่ต้องการ

2.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่คิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ เป็นความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ความคิดยืดหยุ่นจะเป็นปริมาณของจำนวนหรือกลุ่มของประเภทที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้า คนที่มีความยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 145-151) ได้ให้รายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Association Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

1.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมหรือคิดแบบง่าย ๆ ความคิดริเริ่มนับว่าเป็นความคิดที่มีประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคมเป็นความ คิดที่อาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลง และประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ประกอบด้วยลักษณะ 3 ประการดังนี้

2.1 ลักษณะทางกระบวนการ เป็นกระบวนการคิดและสามารถแตกความคิดไปสู่ความคิดใหม่ที่ไม่ซ้ำเดิม

2.2 ลักษณะของบุคคล เป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตัวเอง มีความเชื่อมั่นกล้าคิด กล้าแสดงออก และมีสุขภาพจิตดี พร้อมทั้งจะเผชิญหรือเสี่ยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยความมั่นใจ

2.3 ลักษณะทางผลผลิต เป็นผลที่เกิดจากความคิดริเริ่ม เป็นผลงานที่แปลกใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน มีคุณค่าต่อตนเองและส่วนรวม

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการหาคำตอบได้หลายประเภทหรือหลายทิศทาง แบ่งเป็น 2 ด้านดังนี้

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นจะสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศทาง หรือหลายด้าน

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถที่คิดได้หลากหลาย และสามารถดัดแปลงสิ่งหนึ่ง ไปเป็นหลายสิ่งได้ เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายด้วยวิธีที่ไม่ซ้ำแบบกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพที่ชัดเจนหรือแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น

Guilford and Hopefiner (1971 : 125-143) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และพบว่าความคิดสร้างสรรค์ต้องมี 8 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)

2. ความคล่องแคล่ว (Fluency)

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)
5. ความไวต่อปัญหา (Sensitivity of Problem)
6. ความสามารถในการให้นิยามใหม่ (Redefinition)
7. ความซึมซาบ (Penetration)
8. ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973 : 91-95) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในองค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย เพื่อตอบคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง
2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลายแง่มุม และสามารถผสมผสานความรู้และประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน
3. ความคิดริเริ่ม เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิม เป็นความคิดที่แตกต่างไปจากคนอื่น เป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านการคิดและการกระทำ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

6. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาได้ทำการศึกษาเพื่อค้นหาคำตอบว่า บุคคลชนิดใดเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงหรือมีคุณสมบัติประการใดใดที่ทำให้ผลิตผลงานสร้างสรรค์ที่ดีเด่น และผลการศึกษาสรุปได้ว่าบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงนั้นมักมีคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ความฉลาด (Intelligence) ความเอาใจใส่ใฝ่รู้ (Awareness) ความสามารถที่ตอบสนองความคิดได้อย่างคล่องแคล่ว (Fluency) ปรับสภาพความคิดได้ง่าย มีความคิดริเริ่ม และมีคุณลักษณะประกอบอื่น ๆ คือ ความรอบคอบพิถีพิถัน ช่างสังเกต ความช่างสงสัย ความดีใจ การมีอารมณ์ขันสนุกสนานขี้เล่น และความเชื่อมั่นในตนเอง แนวคิดจากนักวิชาการหลายท่านในการเสนอแนะถึงลักษณะบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

อารี พันธุ์ณี (2540 : 71-72) กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. อยากรู้ อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้
2. ชอบเสาะแสวงหา ตำรวจ ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง
3. ชอบซักถาม และถามคำถามแปลก ๆ
4. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติ หรือส่วนที่ขาดหายไป

ง่าย รวดเร็ว

6. ชอบแสดงออกมากกว่าจะเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะถามหรือพยายามหา

หาคำตอบ

7. อารมณ์ขัน มองสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมที่แปลก และสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานกับการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 : 31-33) กล่าวถึง

บุคลิกลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. ไม่ยอมให้ความร่วมมือถ้าไม่เห็นด้วย
2. ไม่รวมกิจกรรมที่ไม่ชอบ
3. ชอบทำงานคนเดียวเป็นเวลานาน
4. มีความสนใจอย่างกว้างขวางในเรื่องต่าง ๆ
5. ชอบซักถาม
6. ชอบพูดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการคิดแบบใหม่
7. เบื่อหน่ายความซ้ำซากจำเจ
8. กล้าทดลองเพื่อพิสูจน์ความคิดของตนเองถึงแม้ไม่แน่ใจผลที่เกิดขึ้น
9. มีอารมณ์ขันอย่างเนืองนิตย์
10. มีอารมณ์อ่อนไหวง่าย
11. ซาบซึ้งกับสุนทรียภาพ
12. ไม่หงุดหงิดกับความไร้ระเบียบหรือความยุ่งเหยิงที่คนอื่นทนไม่ได้
13. ไม่สนใจว่าตนเองแปลกกว่าคนอื่น
14. มีปฏิกริยาได้ตอบไม่เห็นด้วย

15. ช่างสังเกต ช่างจดจำรายละเอียดสิ่งต่าง ๆ เป็นอย่างดี
16. ไม่ชอบการบังคับ กำหนดกฎเกณฑ์ ตีกรอบความคิดให้ทำตามกติกา
17. ถ้าเป็นสิ่งที่ตนเองไม่สนใจหรือไม่เห็นด้วยจะหมดความสนใจง่าย
18. ชอบเหม่อลอยสร้างจินตนาการ
19. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ได้ ถ้าอธิบายเหตุผล
20. มีความยืดหยุ่น คิดได้หลายทิศทาง
21. สามารถคิดหรือทำได้หลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน
22. แสดงความคิดเห็นได้หลากหลายในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
23. ชอบสร้างแล้วรื้อ รื้อแล้วสร้างใหม่เพื่อความแปลกใหม่
24. ชอบมีคำถามแปลก ๆ ทำท่าย้ำให้คิด
25. ชอบคิดหรือริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ มากกว่าคนอื่น
26. ชอบเป็นคนแรกที่คิดหรือทำเรื่องใหม่
27. มีความรู้สึกรุนแรงเกี่ยวกับความเป็นอิสระทางความคิด
28. ชอบหมกหมุ่นอยู่กับความคิด
29. ในสายตาของคนทั่วไปดูว่าเป็นคนแปลกกว่าคนอื่น
30. เห็นความเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่คนอื่นไม่เห็น
31. มีความวิจิตรพิสดารในการทำสิ่งต่าง ๆ
32. ช่างสังเกต สามารถเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ที่คนอื่นไม่เห็น
33. สามารถผสมผสานความคิดหรือสิ่งที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โดยไม่มีใคร

คิดทำมาก่อน

จากลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมา สรุปได้ว่าลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ บุคคลที่สามารถคิดได้มาก คิดได้แปลก คึกไม่ซ้ำคนอื่น และคิดได้รอบด้านหลายแง่มุม เป็นตัวของตัวเอง กล้าทำ กล้าทดลอง และยอมรับฟังเมื่อมีเหตุผล

7. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

แนวคิดในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่นำเสนอเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เกี่ยวข้องกับเด็กซึ่งอยู่ในวัยที่เหมาะสมกับการได้รับการพัฒนาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ดังกล่าว มีผู้เสนอไว้ในดังต่อไปนี้

อาร์ รังสินันท์ (2532 : 98-99) ได้เสนอวิธีการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง อย่างบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถามหรือพยายามหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น
3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามใหม่ ๆ แปลก ๆ ของนักเรียน และยอมรับความคิดที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ของนักเรียน
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดเห็นของนักเรียนมีคุณค่า และเป็นประโยชน์ โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
5. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลก ๆ ของนักเรียนแล้ว ก็ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ความคิดเห็นของนักเรียน
6. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ดำรวจ ค้นหา ทดลองด้วยความสนใจของตนเอง มิใช่ทำเพื่อหวังที่จะได้คะแนน
7. กระตุ้นให้นักเรียนมีบุคลิกภาพที่มีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
8. ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่อง ชมเชย
9. จัดความกลัว ความก้าวร้าว แล้วสร้างความเชื่อมั่น ความมั่นคงปลอดภัยให้แก่เด็กเรียน

ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 257-258) กล่าวว่า สิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสรุปได้ดังนี้

1. ไม่จำกัดรูปแบบจนเกินไป ปลดปล่อยให้นักเรียน ได้คิดอย่างอิสระจึงจะเกิดความคิดสร้างสรรค์
2. ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ
3. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถึงแม้จะไม่ตรงประเด็น
4. ครูไม่ควรดูถูกความคิดเห็นของนักเรียน
5. ไม่ควรมีกฎระเบียบเข้มงวดจนเกินไป
6. ไม่ควรสร้างบรรยากาศให้เกิดความหวาดกลัว
7. หลีกเลี่ยงการลงโทษ
8. ครูควรสร้างแรงจูงใจ
9. ครูควรเสริมพลังใจ

10. ครูควรจัดกิจกรรมเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กรมวิชาการ (2535 : 16-17) กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อาจทำได้ทั้งทางตรง โดยการสอนและฝึกอบรม และทางอ้อม โดยการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในทางอ้อมมีดังนี้

1. ยอมรับคุณค่าและความสามารถของคนอื่นอย่างไม่มีเงื่อนไข
2. แสดงและเน้นให้เห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่า และสามารถนำไปใช้ให้

เกิดประโยชน์

3. ให้ความสนใจ และเห็นใจในตัวเขา และความรู้สึกรู้สึกของเขา
4. อย่าพยายามกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน
5. อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะงานที่ผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับแล้ว

ควรให้ผลงานที่แปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมเชยบ้าง

6. ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องชมเชยเมื่อมีจินตนาการที่

แปลกและมีคุณค่า

7. กระตุ้นและส่งเสริมให้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ
8. ส่งเสริมให้ถามและให้ความสนใจแก่การถาม รวมทั้งชี้แนะแหล่งคำตอบ
9. ตั้งใจและเอาใจใส่ความคิดแปลก ๆ ของเขาด้วยใจที่เป็นกลาง
10. พึงระลึกเสมอว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาและค่อย

เป็นค่อยไป

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1969 : 7-9) ได้เสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะ โดยเชื่อว่าเป็นพื้นฐานที่จะกระตุ้นและจูงใจให้เกิดกระบวนการเรียนรู้คือ

1. ลักษณะความไม่สมบูรณ์ การเปิดกว้าง (Incompleteness Openness) เป็น

ลักษณะพื้นฐานแรกในกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีการสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา คือ ความไม่สมบูรณ์ ความไม่เปิดกว้าง มีเทคนิคการสอนหลายวิธีที่จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยอาศัยความไม่สมบูรณ์ไปกระตุ้นการเรียนรู้ให้เกิดความอยากรู้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปกติเทคนิควิธีการสอนนี้ จะให้ได้ผลก่อนเริ่มบทเรียน การให้การบ้าน และการทำกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ

2. ลักษณะการสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา (Producing Something and Using It) วิธีหนึ่งที่ทอร์เรนซ์เสนอแนะนำให้กระบวนการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา คือ การให้ผู้เรียนสร้างหรือผลิตงานบางอย่างขึ้นให้เป็นประโยชน์ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีหลักที่มาเซอร์และทอร์เรนซ์ นำมาใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น

3. ลักษณะใช้คำถามของเด็ก (Using Pupil Question) ความอยากรู้อยากเห็นของเด็ก ๆ ทำให้เขาถามคำถามต่าง ๆ มากมาย ดังนั้นครูควรเปิด โอกาสให้เด็กได้ถามคำถามและครูต้องยอมรับได้ว่าไม่มีอะไรที่จะเป็นรางวัลแก่เด็กไปมากกว่าการที่เด็กได้ค้นพบคำตอบที่เขาถาม แต่มิได้หมายความว่าครูจะต้องตอบคำถามนั้นในทันที แต่ครูต้องหาวิธีการช่วยหรือใช้คำถามกลับเพื่อให้เด็กหาคำตอบด้วยตัวของเขาเอง ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์

ฮอลล์แมน (สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์. 2545 : 17-18 ; อ้างอิงจาก Hallman. 1971 : 222-224) ได้ให้ข้อเสนอในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนดังนี้

1. ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเป็นผู้ค้นพบและอยากทดลอง
2. การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้แบบเสรี ให้นักเรียนมีอิสระในการคิด และการแสดงออกที่มีอิสระในการศึกษาค้นคว้าในกรอบของความสนใจ และความสามารถของเขา ครูต้องไม่กระทำตัวเป็นเผด็จการทางความคิด
3. สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มขึ้น โดยการให้ข้อมูลข่าวสารที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นด้วยตัวเอง
4. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์ โดยช่วยให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่แปลกใหม่กว่าเดิม ส่งเสริมการคิดจินตนาการ ส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาแปลก ๆ ใหม่ ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีความกล้าเสี่ยงทางสติปัญญา
5. ไม่เข้มงวดกับผลหรือคำตอบ หรือข้อสรุปที่ได้จากการค้นพบของนักเรียนจนเกินไป ครูต้องไม่ให้ความสำคัญของความคลาดเคลื่อนจนเกินไปนัก ต้องยอมรับว่าความคลาดเคลื่อนและความผิดพลาดนั้น เป็นเรื่องปกติที่เกิดขึ้นได้
6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นทางสติปัญญา โดยช่วยให้นักเรียนคิดหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี ด้วยการพยายามคิดหาความหมายใหม่ โดยใช้ประสบการณ์เดิมในบริบทใหม่ ไม่ให้ยึดมั่นกับประสบการณ์เดิมอย่างมั่นคงเพียงด้านเดียว
7. สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักประเมินผลสัมฤทธิ์ และความก้าวหน้าของตนด้วยตนเอง ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบ และรู้จักประเมินตนเอง พยายามหลีกเลี่ยงการใช้เกณฑ์มาตรฐาน หรือข้อสอบมาตรฐาน
8. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้องไวต่อการรับรู้ในสิ่งเร้า ทั้งในด้านความรู้สึกและปัญหาด้านสังคมและบุคคล

9. ส่งเสริมให้นักเรียนตอบปัญหาประเภทปลายเปิด ที่มีความหมาย และไม่
มีคำตอบที่เป็นจริงที่แน่นอนตายตัว คำถามประเภทนี้จะสนับสนุนให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูล
เพิ่มเติม

10. เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ความคิดและเครื่องมือ
แก้ไข ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการ โดยตลอด

11. ฝึกให้นักเรียนต่อสู้ความล้มเหลวและความคับข้องใจ ผู้ที่มีความคิด
สร้างสรรค์จะต้องมีความสามารถที่จะอยู่ในสถานการณ์ที่คลุมเครือและสามารถจัดการกับ
สถานการณ์เหล่านั้นได้อย่างเหมาะสม

12. ฝึกให้นักเรียนพิจารณาปัญหาในภาพรวมมากกว่าจะพิจารณาปัญหา
ย่อย ๆ ให้อธิบายบูรณาการปัญหาและเข้าใจปัญหาเหล่านั้น

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

1. จัดหลักสูตร โดยเน้นกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้โม
ทัศน์มากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา และครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

2. มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงานหรือ
การทำโครงการต่าง ๆ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเกี่ยวกับการจัด
กระบวนการเรียนการสอน

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าที่
จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหาและวิธีการสอนอย่างสม่ำเสมอ
จากแนวคิดในการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จะพบว่ามีความหมายหลาย
วิธี ขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายของแต่ละบุคคลว่าการนำลักษณะของการพัฒนาแบบใดไปใช้
เพราะว่าทุกรูปแบบสามารถที่จะนำมาส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ทั้งสิ้น หรืออาจใช้หลาย
รูปแบบประกอบกันก็ได้ซึ่งจะทำให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ความคิดสร้างสรรค์ก็เปรียบเสมือนกับฐาน
ของบ้าน จะเห็นว่าบ้านที่มีฐานแข็งแรงมั่นคงจะทนทานต่อสภาพต่าง ๆ ได้ทันใด การคิดสร้างสรรค์
ก็เป็นฐานของชีวิตที่ช่วยให้เด็กที่จะต้องเติบโตเป็นผู้ใหญ่ในวันข้างหน้า เป็นบุคคลที่มีชีวิตที่
มั่นคงนั่นเอง

8. อุปสรรคที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ อาจจะมีอุปสรรคที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้ความคิดสร้างสรรค์ไม่พัฒนาเท่าที่ควร ซึ่งเป็นการง่ายมากที่จะระงับความคิดสร้างสรรค์ของคน เราไว้ไม่ให้แสดงออกมาเมื่อเปรียบเทียบกับ การเพิ่มระดับความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นเรายังคงจะถูกขยับยั้งความคิดสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการคบหาซึ่งกันและกันกับผู้อื่นจากการ ศึกษาในโรงเรียนจะเห็นว่าสังคมมีส่วนในการจำกัดระดับความคิดสร้างสรรค์ของเราด้วย โดยเฉพาะพวกเด็กที่มองโลกที่เต็มไปด้วยความคิดสร้างสรรค์ หากพวกเขาไม่ได้ถูกจำกัดความคิดสร้างสรรค์จากการกระทำตามที่ได้รับ การอบรมสั่งสอน หรือจากวัฒนธรรมในสังคม หรือจากการเรียนรู้บ่อยจนเกินไป ความคิดสร้างสรรค์ของเขาจึงมักถูกเก็บภายในการศึกษาเล่าเรียนแม้ปัจจุบันที่ได้รับการปฏิรูปแล้วก็ตาม ยังพบว่าส่วนทำให้ความคิดสร้างสรรค์ถูกจำกัดเอาไว้ อยู่ในกรอบแคบ ๆ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์นั้นได้รับการวัดประเมินผลที่ไม่เหมาะสมในระบบโรงเรียน ระบบการศึกษาของสังคมไทยได้รับการออกแบบมาให้เด็กนักเรียนต้องทำข้อสอบด้วยการตอบคำถามที่ผู้ทดสอบต้องการให้ตอบ แต่ไม่ใช่คำตอบที่พวกเขาเด็กคิดเอง ซึ่งนี่ไม่ใช่คำตอบที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ หากเป็นคำตอบของการแสดงความคิดสร้างสรรค์จริงต้องเป็นคำตอบที่ใหม่และแปลกไปจากที่เคยมีมา ไม่ใช่คำตอบเดิม ๆ ที่มีผู้ตอบซ้ำ ๆ ตลอดมา มีผู้เสนอวิธีที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างรวดเร็ววิธีหนึ่ง ได้แก่ การป้องกันเพื่อไม่ให้ความคิดใหม่ ๆ อันบรรเจิดนั้นต้องถูกปิดกั้นในทางปฏิบัติ จนกว่าทุกคนจะมีความคิดว่า ไร้สาระนั้นแหละจึงสามารถเชื่อได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ได้เกิดขึ้นแล้ว

มีผู้กล่าวว่าศัตรูหลักของความคิดสร้างสรรค์นั้นก็คือ “วิสัยทัศน์แบบอุโมงค์”

(Tunnel Vision) และการขาดแรงบันดาลใจ เพราะถ้ายังคงมีการดำเนินตามรอยเดิมในอดีตต่อไป การมีวิสัยทัศน์ที่จะมองถึงมุ่งหมายใหม่ที่เรากำลังจะก้าวไปให้ถึงจะไม่เกิดขึ้นได้เลย แนวคิดในเรื่องเทคนิคความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้หลุดไปจากเส้นทางเดิม ๆ ได้เพื่อจะได้มีมุมมองที่ต่างไปจากเดิม ด้วยการกระทำในสิ่งที่ไม่ค่อยได้ทำในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะทำให้รู้สึกไม่สะดวกใจเท่าใดหรืออาจรู้สึกอึดอัดแต่ก็เป็นเพียงวิธีเดียวที่จะทำให้มีอะไรบางอย่างเกิดขึ้นนั่นเอง สำหรับเทคนิคความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในตัวของมัน แต่ตัวคนต่างหากที่มีความคิดสร้างสรรค์ ข้อดีของเทคนิคนี้อยู่ที่ว่าจะสามารถช่วยผลักดันให้บุคคลนั้นไปอยู่จุดเริ่มต้นอีกจุดหนึ่งได้ เพื่อให้โอกาสในการที่จะเชื่อมโยงสิ่งใหม่ ๆ เข้าหากัน ช่วยให้มุมมองใหม่ ๆ และท้ายที่สุดให้ได้หนทางแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม โดยสิ้นเชิง

แนวความคิดที่เกี่ยวกับอุปสรรคคอยสกัดกั้นไม่ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นี้สอดคล้องกับแนวคิดของรอธลินสัน (Rawlinson, 1971) ที่กล่าวว่า สิ่งที่เป็นอุปสรรคซึ่งสกัดกั้นความคิดดังกล่าวมี 6 ประการ ได้แก่

1. คำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว คนทั่วไปหรือผู้ที่ชอบวิเคราะห์จะพยายามหาคำตอบซึ่งถูกต้องเพียงคำตอบเดียว และจะมีความสุขเมื่อได้พบคำตอบนั้น แต่ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะหาผลเพิ่มเติมนอกเหนือจากคำตอบที่ถูกต้องนั้น
 2. การกำหนดความคิด ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดเกินขอบเขตไม่อยู่ในวงที่จำกัดและจะหาคำวิธีแก้ปัญหาในที่สุด
 3. ความเคยชิน ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดในแง่มุมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่เป็นอยู่
 4. การไม่สนใจสิ่งที่สนใจ ความคิดเป็นมีบางสิ่งที่ไม่น่าเป็นไปได้ เช่น การทำกระเปาะจากขนของหนู ซึ่งคนทั่วไปจะไม่สนใจที่จะทำให้มันเป็นจริงขึ้นมา
 5. การประเมินความคิดเร็วเกินไป ในขณะที่คนใช้ความคิดสร้างสรรค์ การประเมินผลยังไม่ควรมีบทบาทในขณะนี้ ควรจะรับรองการพิจารณาความคิดที่เกิดขึ้นไว้ก่อน เพราะความคิดนั้นอาจจะเป็นส่วนหนึ่งของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 6. ความกลัวจะถูกมองว่าโง่ คนทั่วไป จะไม่แสดงความคิดออกมา เพราะกลัวจะถูกมองว่าโง่ แต่ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่คิดเช่นนั้น เขาจะกล้าแสดงความคิดออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่จำเป็นจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของความคิดเหล่านั้น ซึ่งอาจมีความคิดใดความคิดหนึ่งที่ริเริ่มสร้างสรรค์ได้ดีมาก
- นอกจากนี้ยังมีแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้
1. การยึดติดกับการใช้ประโยชน์ของเครื่องมือหรือวัตถุต่าง ๆ ตามประสบการณ์ที่คุ้นเคย
 2. การยึดมั่นวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ ที่เคยใช้ได้ผลและนำมาใช้กับการแก้ปัญหาอื่น ๆ
 3. การขาดความเชื่อมั่นในตัวเอง
 4. การมีความเฉื่อยชา
 5. การยึดกฎระเบียบต่าง ๆ อย่างเคร่งครัดแบบตายตัว
 6. การขาดแรงกระตุ้นให้เกิดการคิด

สำหรับแนวคิดเกี่ยวกับอุปสรรคที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ ในลักษณะต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาข้างต้นนั้นสรุปแล้วเกิดจากปัจจัย ดังต่อไปนี้

1. อุปสรรคด้านการรับรู้ ได้แก่ การที่เราไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริง ได้จึงเป็นเหตุให้การแก้ปัญหา นั้นดำเนินไปโดยปราศจากเป้าหมายที่ชัดเจนและแน่นอน

2. อุปสรรคด้านวัฒนธรรมในสังคม เป็นผลเนื่องมาจากกฎเกณฑ์ทางสังคม ซึ่งได้กำหนดให้บุคคลต้องมีพฤติกรรมอยู่ในกรอบ ระเบียบแบบแผน ทำให้มีผลต่อการขัดขวาง ความท้าทายต่อการคิดค้น และความเปลี่ยนแปลงอันเป็นคุณลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะวัฒนธรรมการอบรมสั่งสอนเลี้ยงดูตั้งแต่วัยเด็กดั่งนั้นอุปสรรคดังกล่าวสามารถขจัด ได้ด้วยการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เกี่ยวกับการอบรมเลี้ยงดูที่ถูกต้องและเหมาะสม ให้แก่พ่อแม่ ผู้ปกครอง และผู้ใหญ่ในสังคมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอบรมเลี้ยงดูเด็ก ๆ เพื่อพวกเขาจะได้รับ การพัฒนาคุณภาพของชีวิตด้วยการมีความคิดสร้างสรรค์อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สังคมให้ เกิดการเจริญก้าวหน้าต่อ ๆ ไป

3. อุปสรรคด้านอารมณ์ เป็นอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่งทั้งนี้เพราะ อารมณ์ของบุคคลซึ่ง ได้แก่ ความกลัว ความโกรธ ความรัก เป็นต้น อารมณ์เหล่านี้นับว่าสำคัญ มากต่อปัญหาและเหตุผล ตัวอย่าง เช่น บุคคลที่มีอารมณ์เกิดขึ้นรุนแรงความสามารถทางปัญญา และเหตุผลของบุคคลนั้นก็ต่ำลง แสดงว่าอารมณ์เป็นตัวสกัดกั้นความคิดและเหตุผลตลอดจน ความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล

9. การคิดสร้างสรรค์อย่างไรให้ไปสู่ความสำเร็จ

การคิดเป็นพฤติกรรมภายในของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดการปรับตัว การแก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในสังคม ในโลก เรา จนปรากฏเป็นสภาพเจริญก้าวหน้า ทันสมัยดังที่ประสบพบกันอยู่ในขณะนี้ ดั่งนั้นจึงมี แนวคิดที่ควรมีการเผยแพร่และส่งเสริมให้บุคคลต่าง ๆ ที่ควรได้รับการพัฒนาการคิด ว่าควรมี การคิดสร้างสรรค์อย่างไรบ้างที่จะก่อให้เกิดความสำเร็จได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. คิดให้สำเร็จเป็นการเริ่มต้นคิดและวางแผนกระบวนการทำงานทุก ขั้นตอนอย่างเป็นระบบโดยพิจารณาความเป็นไปและแนวทางการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ มีสูตรของการคิดให้สำเร็จคือ “ขนาดของความสำเร็จขึ้นอยู่กับขนาดของความคิด โดยมี การกระทำเป็นตัวเชื่อมเสมอ”

2. คิดอย่างมีวิสัยทัศน์ คือการคิดการณ์ไกลอย่างสร้างสรรค์โดยพิจารณา สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่จะมีผลกระทบเป็นส่วนประกอบในการคิด เพื่อค้นปัญหาและอุปสรรค

ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคตตลอดจนการวางแผนที่จะป้องกันและแก้ไขปัญหาในอนาคตนั้น โดยการคิดจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความจริงและเป็นความคิดเชิงบวก

3. คิดอย่างมีเป้าหมาย หมายถึง การตั้งเป้าหมายที่ชัดเจน ดังนั้นในการทำงานทุกครั้งจะต้องมีการตั้งเป้าหมาย หากไม่มีเป้าหมายก็จะไม่สามารถปฏิบัติงานนั้นให้ประสบความสำเร็จได้ ซึ่งบางครั้งการปฏิบัติงานนั้นอาจไม่สำเร็จตามเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้ แต่ความสำคัญคือ “การมีแนวทางการปฏิบัติงานตามเป้าหมายนั้นอย่างไร เมื่อปฏิบัติไม่สำเร็จจะสามารถแก้ไขได้อย่างไรและจะทำการอย่างไรจึงจะทำให้เป้าหมายนั้นประสบผลสำเร็จ”

4. คิดอย่างใช้สติปัญญา เป็นการคิดที่มีทั้งสติและปัญญาควบคู่กันไป การขาดสติจะไม่ก่อให้เกิดปัญญา ดังนั้นหากมีการใช้สติและปัญญาในการคิดพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ อย่างรอบคอบก็จะประสบผลสำเร็จได้อย่างไม่แน่นอน

5. พุดเชิงบวกให้เป็นนิสัย คือ การพูดถึงในสิ่งที่ดีและมีประโยชน์ต่อกิจการงานและตนเองเพราะการพูดเป็นการคิดที่มีเสียงจึงทำให้สิ่งที่ผู้พูดได้รับจากการพูดเชิงบวกเป็นประจำสม่ำเสมอและผู้ฟังก็จะมีความรู้สึกที่ดี ดังนั้นจึงควรมีการคิดเชิงบวกและจะทำให้มีการพูดเชิงบวกด้วย

6. เป็นนักสู้ชีวิตและกล้าเสี่ยงให้เป็น คือ การกล้าคิดและตัดสินใจในสิ่งที่ถูกต้อง ไม่หวาดกลัวและมีอคติต่อการเปลี่ยนแปลง ที่สำคัญคือการนำความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่มาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะทำได้สามารถมองเห็นทางเลือกได้หลายทาง และมีทางออกที่ดีเพื่อที่จะทำให้สิ่งที่มีอยู่ให้ดีขึ้น

7. สถานเครือข่ายบารมี เป็นการสานสัมพันธ์กับบุคคลต่าง ๆ รวมถึงเพื่อนสนิทและญาติมิตร เพื่อสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ที่ดี ที่อาจต้องอาศัยพึ่งพาเครือข่ายเหล่านี้ได้ในอนาคต

8. คืนกำไรให้สังคมและสร้างบุญกุศล หมายถึง การสร้างหรือกระทำการกิจกรรมอันเป็นประโยชน์ต่อสาธารณชนเพื่อเป็นเกราะป้องกันสิ่งที่เคยได้รับจากสังคม และนำกลับคืนสู่สังคมบ้างในโอกาสที่สำคัญต่าง ๆ

9. ลงมือปฏิบัติทันที คือ ภายหลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการทางความคิดต่าง ๆ แล้วควรลงมือปฏิบัติตามสิ่งที่ได้คิดและวางแผนไว้ทันที โดยต้องมีความเชื่อมั่นและการตระหนักในความ สามารถของตนเอง รวมทั้งยอมรับในผลแห่งการกระทำของตนไม่ว่าจะสำเร็จหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ต้องมีความพร้อมในการยอมรับประสบการณ์ใหม่ๆ เพื่อนำไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมก่อให้เกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง

สรุปการคิดอย่างไรให้ไปสู่ความสำเร็จ ได้แก่ คิดให้สำเร็จ วิสัยทัศน์ มีเป้าหมาย ใช้สติปัญญา พุดเชิงบวกให้เป็นนิสัย คำนี้ถึงขนาดของการกระทำ เป็นนักผู้ชีวิตและกล้าเสี่ยง ให้เป็นรวมไปถึงการสามเตรีอขายบารมี คั้นกำไรให้สังคมและสร้างบุญกุศล และลงมือปฏิบัติทันที

10. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ซึ่งเป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่ จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

10.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard. 1971 : 157) นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า “เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่”

รอย (Roy. 1982 : 143-147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยเขาใช้เกณฑ์ในการพิจารณาคือ

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการ โดยทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาสำคัญ

ออทอน (Orton. 1987 : 111-112) กล่าวว่า ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ค่านั้นควรประกอบด้วย

1. ความสามารถในการประมาณและการวิเคราะห์
2. ความสามารถในการมองเห็น และตีความจากข้อเท็จจริงได้ในเชิงปริมาณและความสัมพันธ์
3. ความสามารถในการเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง และการคิดแบบอุปมาอุปไมย
5. ความสามารถในการเลือกกระบวนการและข้อมูลที่ถูกต้องได้
6. ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
7. ความสามารถในการสรุปอ้างอิงจากตัวอย่างที่เป็นพื้นฐาน

8. ความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างดี

9. ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความตระหนักในคุณค่าของตนเองสูง และได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความวิตกกังวลต่ำ

เบิร์น (Burns, 1995 : 25-29) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้านดังนี้

1. ความคิดคล่อง คือ การแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วโดยครูและนักเรียนเข้าใจตรงกันว่า ไม่มีสถานการณ์ใดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ตอบแล้วเป็นคำตอบที่ผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก แต่ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม

2. ความคิดยืดหยุ่น คือ การแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มากแตกต่างกันหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคิดคล่อง และต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่ทำให้เกิดการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์

3. ความคิดริเริ่ม คือ การแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิดแล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทางคณิตศาสตร์

4. ความคิดละเอียดลออ คือ การขยายขอบเขตความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้ละเอียดและน่าสนใจ เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดทางความคิดให้ชัดเจน โดยครูเริ่มต้นตั้งหัวข้อทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนเสนอรายละเอียดให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้
แอนนา คราฟ (Anna Craff, 1999 : 79) กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า “วิธีการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ด้วยการกระตุ้นโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ในการปฏิบัติที่เหมาะสม การชี้แจงข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วยตัวอย่าง จะสามารถทำให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการตั้งโจทย์ สร้างรูปแบบในการแก้ปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข และสามารถนำหลักการทางคณิตศาสตร์ในการคิดคะแนนคำตอบทางคณิตศาสตร์ และสามารถตรวจสอบคำตอบได้

10.2 ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่อาศัยสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิดจินตนาการที่

หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังที่ แอนนา กราฟ (Anna Craif. 1999 : 77) ได้ให้แนวคิดที่คณิตศาสตร์มีโครงสร้าง และภาษาที่เป็นตัวของตัวเอง ประกอบด้วย รูปภาพและสัญลักษณ์ มีแนวทางการคิดที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับตัวเลข พีชคณิต รูปทรง และพื้นที่ เป็นต้น หัวข้อคณิตศาสตร์บางเรื่องมีอยู่ในขอบเขตของความคิดพื้นฐาน (Basic concept) สามารถที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าได้และเป็นไปได้ที่คนเราจะเกิดความสามารถในการคิดคำนวณอย่างรวดเร็วในการคิดทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างการคิดของเด็กในลอนดอน เช่น การเติมตัวเลขในช่องว่างของ เจสซิกา และเวล อายุ 8 ขวบ โดยการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยให้เด็กเติมตัวเลขให้สมบูรณ์และให้ใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ตัว ดังนี้

$$12 = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$$

$$12 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots$$

$$12 = \dots\dots\dots \div \dots\dots\dots$$

$$12 = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots$$

$$12 = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots - \dots\dots\dots$$

พบว่า เป็นไปได้ที่ตัวเลขจะเกิดจากการรวมกัน (Number combination)

โดยการจับคู่ เช่น 12 เท่ากับ $8 + 4$ และ $4 + 4$ เท่ากับ 8 ดังนั้น $4 + 4 + 4$ เท่ากับ 12

ส่วนนักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยาที่มีความสนใจในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มทฤษฎีที่อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยแนวคิดของจิตวิทยาการเรียนรู้ในกลุ่มต่าง ๆ ร่วมกัน (Composite theories) และนักทฤษฎีในกลุ่มที่สำคัญคือ ฮาดามาร์ด (Wilson. 1978 : 424 ; citing Hadamard. 1865) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหา และบุคคลมีการกระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการทางตรรกะ (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้แนวทางต่าง ๆ ไปในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นครุ่นคิด (Incubation)
2. ขั้นครุ่นคิด (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่ขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (Conscious)

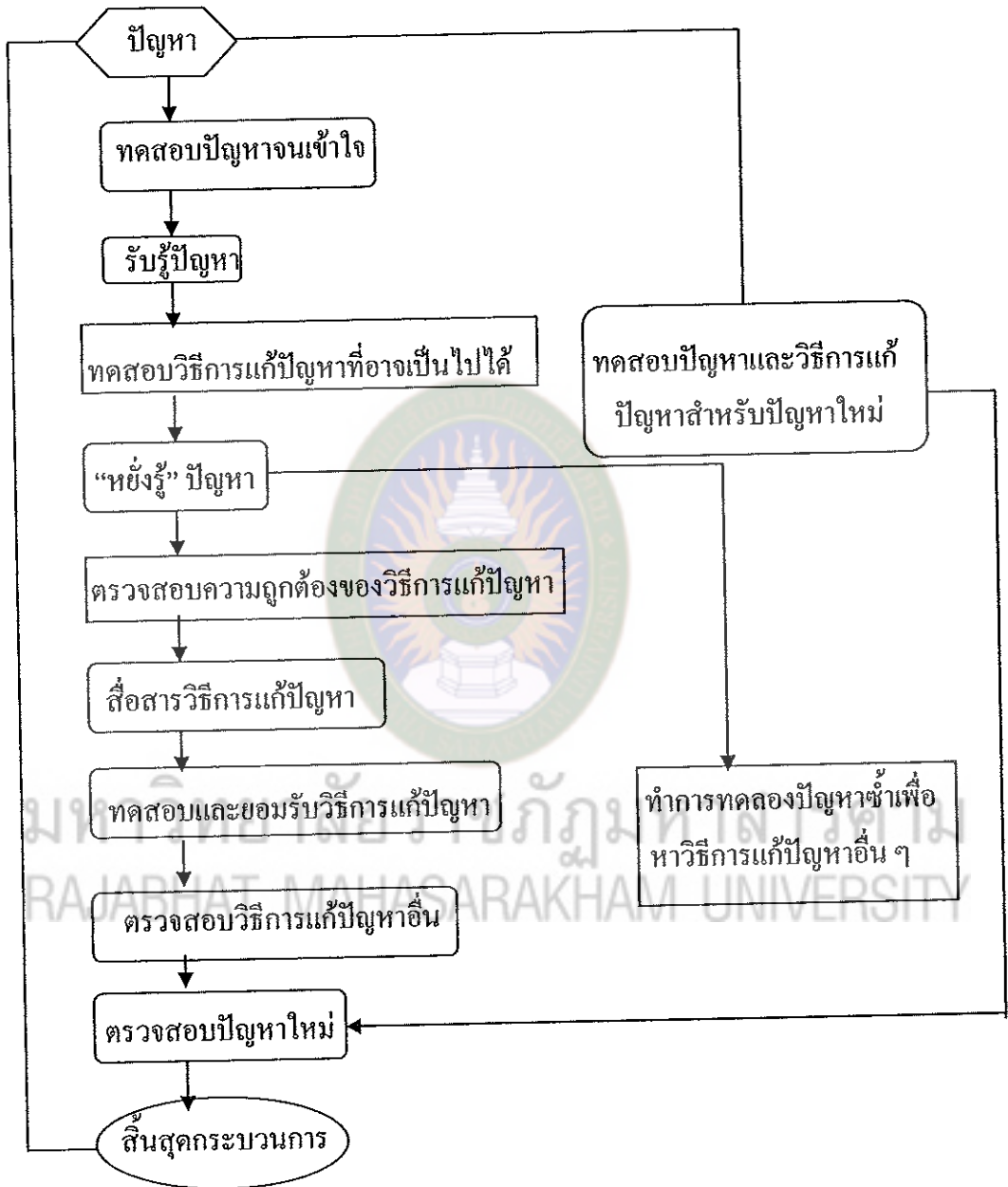
3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤต (Critical point) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious)

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำผลไปใช้ (Verification Exposition) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเกิดขึ้นในระดับรู้ตัวทั้งหมด (Conscious)

วิลสัน (Wilson. 1978 : 425) ได้กล่าวว่าจุดวิกฤต (Critical point) อาจพิจารณาได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงกระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤต คือ การรับรู้ (Perception) การหยั่งรู้ (Insight) และการสื่อสาร (Communication) ซึ่งโพลยา (Wilson. 1978 : 425 ; citing Polya. 1945) ได้แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ

1. เข้าใจปัญหา (Understanding the Problem Phases)
2. วางแผน (Devising a Plan Phases)
3. ดำเนินการตามแผน (Carry out the Plan Phases)
4. ทบทวน (Looking Back Phases)

ผังแผนภาพที่ 2 ของโพลยา (Wilson. 1978 : 426 ; citing Polya. 1945) แสดงกระบวนการคิดสร้างสรรค์



แผนภาพที่ 2 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (The creative process)

ที่มา : (Wilson. 1978 : 426 ; citing Polya. 1945)

โดยลักษณะของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ มักจะมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นลักษณะคำตอบแบบเอกนัย ดังนั้นสำหรับคนโดยทั่วไปคณิตศาสตร์จึงเป็นการใช้ทักษะ

การคิดแบบเอกนัย แต่ความจริงแล้วทักษะการคิดแบบเอกนัย (Divergent Thinking Skill) ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ จากงานวิจัยของ เก็ทเชล และแจ๊คสัน (Orton. 1987 : 109 ; citing Getzels and Jackson. 1962) ได้ศึกษาเด็ก 2 ลักษณะ คือ เด็กที่มีสติปัญญาสูง (High I.Q.) และเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง (High Creative) ผลจากการวิจัยพบว่า เด็กที่มีสติปัญญาสูงนั้นเป็นผู้ที่ใช้ความสามารถในการคิดแบบเอกนัย (Convergent Abilities) ในขณะที่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะต้องใช้ความสามารถทั้งในการคิดแบบเอกนัยและอนเอกนัย (Convergent and Divergent Abilities) และจากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถทางคณิตศาสตร์ของครูเทศดิก (Orton. 1987 : 111 ; citing Kruteski. 1976) พบว่า ควรประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้ คือ

1. การจัดกระทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
2. การนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป
3. การจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข
4. การมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
5. การใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
6. การทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล
7. การเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้ โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับ
8. การพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่าย และใช้เหตุผลที่กระชับ
9. มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวความคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดค้นแปลง ต่อเติม ผสมผสานความคิดเดิมเป็นสิ่งใหม่ โดยมีสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้เด็ก แสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

11. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับหลักการ และทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลาย ๆ ทิศทาง หลาย ๆ แบบ หลาย ๆ แนว และการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้กันมาก คือ แบบทดสอบ ดังนั้น การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก็อาศัยหลักการเดียวกันกับทางด้าน ภาษาหรือด้านศิลปะคือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบให้มากที่สุด (กรมวิชาการ. 2534 : 48-50) ประกอบด้วย

1. แบบให้ตั้งคำถาม ให้นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วให้สร้างคำตอบให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
2. แบบแบ่งครึ่งรูป จะกำหนดรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันไปให้มากที่สุด
3. แบบเติมตัวเลข ให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด
4. แบบสร้างรูปเรขาคณิต กำหนดก้อนไม้ขีดไฟให้จำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ก้อนไม้ขีดสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
5. แบบภาพประกอบ Tangrams เป็นการสร้างสรรค์เก่าของจีนซึ่งรู้จักกันในชื่อ Ch'chiso pan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งต่างประเทศและในประเทศ ได้มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

บอลกา (Balka. 1974 : 98-A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบ ผลสำรวจ พบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุ และผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น

5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา

บอลกา (Balka. 1974 : 634-636) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ เช่น กรณีต้องการวัดความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น สมมติให้ถังน้ำ 2 ใบ ใบหนึ่งใส่น้ำ 7 ลิตรและอีกใบหนึ่งใส่น้ำได้ 8 ลิตร ถ้าเราต้องการใช้ถังน้ำ 2 ใบ ตวงน้ำใส่ใบที่ 3 ให้ได้ 9 ลิตรนักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำอย่างไร

กรณีต้องการวัดความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น เช่น สมมติว่าไม่ให้นักเรียนเขียนข้อความ หรือวาดรูปใด ๆ ลงบนกระดาษหรือกระดานดำ ให้คาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น โดยให้นักเรียนนึกถึงลูกบอลใหญ่ ๆ หรือลูกโลกในวิชาภูมิศาสตร์ บอกผลทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่จะเป็นไปได้ทั้งหมด ถ้านักเรียนวาดภาพเรขาคณิตลงบนลูกบอล ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราเริ่มวาดเส้นบนลูกบอลตรงไปเป็นขั้นสุดท้ายเส้นตรงนั้นจะกลับมามาที่จุดเริ่มต้น

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในประเทศไทย

ในปี 2533 สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533 : 69) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร โดยยึดทฤษฎีของทอร์เรนซ์ กิลฟอร์ด วอลลาสและโคแกน และบอลกา (Balka. 1974 : 98-A) แบบทดสอบประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่

แปลกใหม่

4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทาง

คณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็น

กรณีทั่วไป

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพ

เรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้าง

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นเอง โดยยึดแนวแบบทดสอบของ สุภาวดี ตั้งบุปผา ซึ่งได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ไว้ 7 ด้าน ผู้วิจัยได้ปรับให้เหลือ 4 ด้านเพื่อความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนตั้ง

คำถาม หรือ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

2. ด้านความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ เช่น นักเรียนสามารถคิดหา

คำตอบ โดยที่ตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

หรือเชื่อมโยงปัญหาที่กำหนดให้

3. ด้านความสามารถในการคาดคะเนผลที่เกิดขึ้น เช่น นักเรียนคาดคะเน

หรือ ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

4. ด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือ

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลข ภาพเรขาคณิต ที่กำหนดให้ ซึ่งทำการจัดกลุ่มตามลักษณะที่แตกต่าง พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบในการจัดกลุ่ม

ผู้วิจัยเลือกวัดความสามารถเฉพาะ 4 ด้านจาก 7 ด้าน เพราะทั้ง 4 ด้านสามารถ

วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนและเหมาะสมที่สุด

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การตรวจให้คะแนนของ ครอปเพลย์ (กรมวิชาการ. 2534 : 51 ; อ้างอิงจาก

Cropley. 1966 : 261-262) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย คะแนนความคิด

คล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยแบบทดสอบแต่ละด้านทั้ง 4 ด้าน จะตรวจ

ให้คะแนนทั้ง 3 แบบ สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้าน เป็นการรวมคะแนน

ทั้ง 3 แบบเข้าด้วยกันเป็นคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อมีหลัก

ในการตรวจดังนี้

1. คะแนนความคิดคล่อง ให้คะแนนตามจำนวนทั้งหมดที่นักเรียน

ตอบได้

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนน โดยการนับจากจำนวนกลุ่ม หรือ จำนวนทิศทางของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคิดคล่องแล้วไป แล้ว มาจัดกลุ่มหรือทิศทางใหม่ คำตอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกันก็จัด เข้ากลุ่มเดียวกัน เมื่อจัดแล้วให้คำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบซึ่ง คัดแปลงจากวิธีของครอพลีย์ พิจารณาคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน คำตอบใดที่กลุ่ม ตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ก็จะได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้คะแนน ถ้าคำตอบซ้ำกันน้อยหรือไม่ซ้ำ กันเลยก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12 % ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6 -11 %	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3-5 %	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2 %	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1%	ให้	4	คะแนน

ตัวอย่างการตรวจให้คะแนน

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ ซึ่งเมื่อ คำนวณแล้วให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 64 สร้างให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ

1. ดามีเงิน 150 บาท ให้แดงไป 86 บาท ค่าเหลือเงินเท่าใด
2. รูปสี่เหลี่ยมมีด้านยาวด้านละ 8 เซนติเมตร รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่าใด
3. มีเสาไฟอยู่ 16 ต้น แต่ละต้นมีนกอยู่ 4 ตัว มีจำนวนนกทั้งหมดกี่ตัว
4. มีถาดผลไม้ 4 ถาด ถาดละ 16 ผล รวมมีผลไม้ที่อยู่เท่าไร
5. มีขนมอยู่ 192 ชิ้น แบ่งใส่ถุง 3 ถุง จะมีขนมถุงละกี่ชิ้น
6. มีนกอยู่ 20 ตัว มีม้าอยู่ 6 ตัว จะมีจำนวนขาอยู่กี่ขา

ตัวอย่างการให้คะแนน

1. คะแนนความคิดคล่องแคล่วให้ตามคำตอบจำนวน 6 คะแนน
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่นให้ตามจำนวนการจัดกลุ่มของคำตอบดังนี้
 - กลุ่มที่ 1 คำมีเงิน 150 บาท ให้แดงไป 86 บาท คำเหลือเงินเท่าใด
 - กลุ่มที่ 2 รูปสี่เหลี่ยมมีด้านยาวด้านละ 8 เซนติเมตร รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่าใด , มีเสาไฟอยู่ 16 ต้น แต่ละต้นมีนกอยู่ 4 ตัว มีจำนวนนกทั้งหมดกี่ตัว , มีภาคผลไม้ อยู่ 4 ภาค ภาคละ 16 ผล รวมมีผลไม้อยู่เท่าไร
 - กลุ่มที่ 3 มีขนมอยู่ 192 ชิ้น แบ่งใส่ถุง 3 ถุง จะมีขนมถุงละกี่ชิ้น
 - กลุ่มที่ 4 มีนกอยู่ 20 ตัว มีม้าอยู่ 6 ตัว จะมีจำนวนขาอยู่กี่ขา

ให้คะแนนด้านนี้ 4 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่มมีลำดับการให้คะแนนดังนี้

3.1 บันทึกคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนที่เข้าสอบในครั้งเดียวกัน

3.2 หาความถี่ของคำตอบแต่ละข้อ

3.3 ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่วางไว้ดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12 % ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6 - 11 %	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3-5 %	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2 %	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1%	ให้	4	คะแนน

4. รวมคะแนนทั้ง 3 ข้อข้างต้นเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของข้อนั้น

การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

การวิเคราะห์พหุระดับเป็นแนวคิดใหม่ที่จัดข้อมูลเป็นระดับอย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป ตามลักษณะโครงสร้างของข้อมูล เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับ

ในการวิจัยทางการศึกษาที่ไม่ใช่การทดลองนั้น จะมีข้อมูลอยู่สองประเภท ประเภทแรกเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนแต่ละคน เช่น สภาพทางสังคม สภาพทางเศรษฐกิจ

ความถนัด ความสนใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นต้น ส่วนประเภทที่สอง เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มนักเรียน เช่น ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน เวลาที่ใช้ในการเรียนต่อคาบ เป็นต้น นักเรียนต่างกลุ่มก็จะมีค่าของตัวแปรเหล่านี้ต่างกัน ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียน ระดับ โรงเรียน หรือระดับที่สูงกว่า ย่อมมีผลต่อข้อมูลในระดับต่าง ๆ เป็นทอด ๆ กันไป จากระดับสูงมาสู่ระดับต่ำ การวิเคราะห์ข้อมูลที่กระทำด้วยการจัดข้อมูลเป็นระดับเดียวนั้น ถือได้ว่าละเลย โครงสร้างของระดับข้อมูล จึงไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงทำให้เกิดความผิดพลาดในการสรุปผลระหว่างระดับ เนื่องมาจากความผิดพลาดในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ และความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ก็มีความแปรปรวนสูงและไม่คงที่ นอกจากนั้นตัวแปรทางการศึกษาทั้งในระดับเดียวกันและต่างระดับกัน ย่อมมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันตลอดเวลา การนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพียงระดับเดียว โดยละเลยหน่วยการวิเคราะห์ต่างระดับนั้น ทำให้ละเลยการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับกันอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการรวมกลุ่มของนักเรียนเพื่อจัดการเรียนการสอนยังไม่สามารถจัดรวมกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มได้ ดังนั้นนักเรียนในแต่ละกลุ่มย่อมมีความแตกต่างกัน โดยธรรมชาติ การวิเคราะห์ข้อมูลเพียงระดับเดียวจึงขัดกับธรรมชาติที่แท้จริงของความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยเหตุนี้จึงมีผู้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ (Multi-level analysis) ที่นับว่าสอดคล้องกับโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูล (ไพศาล วรคำ, 2552 : 59)

ความหมายของการวิเคราะห์พหุระดับ

ความหมายของการวิเคราะห์พหุระดับ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้ เครฟท์ (Kreft, 1994 : 5) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายระดับ หรือข้อมูลที่มีตั้งแต่สองระดับขึ้นไป โดยข้อมูลนั้นมีลักษณะเป็นระดับชั้นลดหลั่น สอดแทรก เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนอยู่ภายใน โครงสร้างของห้องเรียนและข้อมูลห้องเรียนอยู่ภายใน โครงสร้างของโรงเรียน เป็นต้น

ราชันย์ บุญธิมา (2542 : 20) กล่าวว่า

1. การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย หมายถึง เทคนิค การวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป ด้วยการสร้างสมการถดถอย หรือสมการพหุคูณ (Regression equation) แล้ววิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้นั้นเรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

2. การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์วิถี หมายถึง เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถจัดเป็นระดับอย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป แล้ววิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในรูปแบบ Path model โดยที่ภายในตัวแปรแต่ละระดับจะมีความสัมพันธ์เชิงเหตุผลซึ่งกันและกัน สำหรับตัวแปรระหว่างระดับเดียวกันจะมีความสัมพันธ์เชิงลดหลั่น กล่าวคือ ตัวแปรที่จัดอยู่ในระดับที่สูงกว่าจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้นั้นเรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง หรือค่าสัมประสิทธิ์เชิงสาเหตุ หรือค่าสัมประสิทธิ์พาธ

ศิริชัย กาญจนวสี (2550 : 67) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรทำนายหลายระดับที่มีต่อตัวแปรตาม ซึ่งตัวแปรทำนายมีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่น (Hierarchical) อย่างน้อย 2 ระดับ โดยตัวแปรทำนายและตัวแปรตามที่อยู่ระดับล่างต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรทำนายที่อยู่ระดับบน

สำราญ มีแจ้ง (2544 : 228) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับหมายถึง เทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระ ที่มีโครงสร้างของตัวแปรระดับลดหลั่นกัน (Hierarchical Nested Data) อย่างน้อย 2 ระดับต่อตัวแปรตามซึ่งอยู่ในเซลล์การวัดซ้ำโดยตัวแปรอิสระระดับบุคคลจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามผ่านตัวแปรอิสระที่อยู่ใน โมเดลการวัดซ้ำ และตัวแปรอิสระระดับเดียวกันจะมีปฏิสัมพันธ์ภายในด้วย

สำราญ บุญเรืองรัตน์ (2540 : 59) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นแนวคิดใหม่ที่จัดข้อมูลเป็นอย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป ตามลักษณะ โครงสร้างของข้อมูล แล้วสร้างสมการอธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรต้นในแต่ละระดับให้ความเกี่ยวเนื่องกัน ทั้งนี้หากอธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรต้นสร้างมาจากสมการพยากรณ์ (Regression equation) เรียกการวิเคราะห์นี้ว่าการวิเคราะห์พหุระดับด้วยสมการพยากรณ์

จากการให้ความหมายของหลายท่านที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การวิเคราะห์พหุระดับ หมายถึง เทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว ซึ่งตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้ตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ตามลักษณะ โครงสร้างของข้อมูลที่มีระดับการวัดหลายระดับ และข้อมูลมีลักษณะซ้อนกันเป็นระดับชั้นลดหลั่น โดยที่ตัวแปรระดับเดียวกันมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่น

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์หุระดับ

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์หุระดับ ได้มีหลายท่านกล่าวไว้ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวสี (2535 : 7-8) กล่าวว่า การวิเคราะห์หุระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน

2. เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ หรือค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรให้ผลการวิเคราะห์มีความเที่ยงตรงสูง และความคลาดเคลื่อนต่ำ

3. เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2538 : 24) ได้สรุปจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลหุระดับหรือข้อมูลลดหลั่นสอดแทรกไว้ 4 ประการดังนี้

1. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง (Change) หรือพัฒนาการเติบโต (Growth) ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ

2. เพื่อประเมินค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละตัว และวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรในแต่ละระดับว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ มากน้อยเพียงไร เช่น การศึกษาว่าความแปรปรวนในตัวแปรตาม ระหว่างห้องเรียน และระหว่างนักเรียน (แต่ละห้อง) ว่ามีขนาดความแตกต่างกันอย่างไร

3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับและอิทธิพลของตัวแปรต้นนั้น ๆ เมื่ออยู่ในรูปผลรวม หรืออิทธิพลบริบท

ดราเปอร์ (Draper. 1995 : 117-118) กล่าวว่า การวิเคราะห์หุระดับมี

วัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการดังต่อไปนี้

1. เพื่อทำให้ทราบค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างระดับชั้น

2. เพื่อทำนายผลของตัวแปรต้นของข้อมูลหลายระดับ ที่มีต่อตัวแปรตามไบร และเรเดนบิวช (Bryk and Raudenbush. 1996 : 5) กล่าวว่า การวิเคราะห์หุระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ สรุปได้ 2 ประการ ดังนี้

1. เพื่อแบ่งความแปรปรวน (Variance) และความแปรปรวนร่วม (Covariance) ออกตามระดับของข้อมูล

2. เพื่อคำนวณค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกัน และที่อยู่ต่างระดับกัน

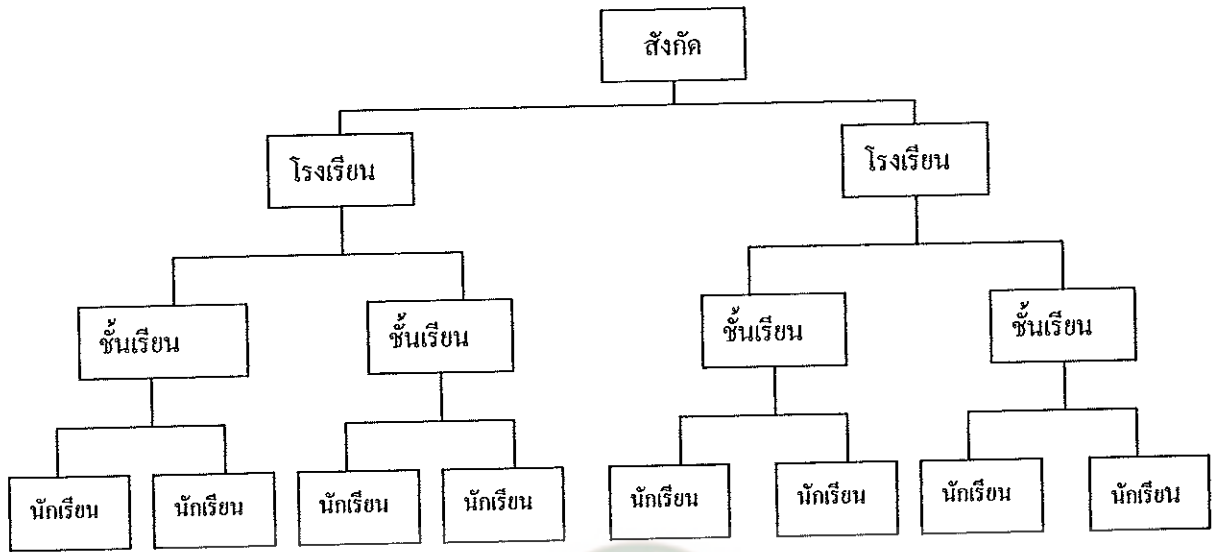
จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายและทำนายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกัน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความเที่ยงตรงสูง และมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลพหุระดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับมีประเด็นที่สำคัญที่ควรเข้าใจประการหนึ่ง คือ ลักษณะของข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ (Morris.1995 : 190-200) ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์จะต้องมีลักษณะเป็นพหุระดับที่เรียกว่า “ข้อมูลพหุระดับ” หรือเรียก “ข้อมูลสอดแทรกลดหลั่น” (Hierarchical Nested Data)

การวิจัยทางการศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายระดับ ทั้งนี้เพราะโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษามีความซับซ้อน มีการจัดเป็นหน่วยที่ซ้อนกันเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) กล่าวคือ หน่วยหลาย ๆ หน่วยในระดับเดียวกันถูกจัดรวมเข้าด้วยกันเพื่อเป็นระดับที่สูงขึ้นไป เช่น ในทางการศึกษาหน่วยที่ย่อยที่สุดคือ นักเรียนถูกจัดรวมเข้ารับการศึกษาร่วมกันเป็นชั้นเรียน ชั้นเรียนหลาย ๆ ชั้นเรียนรวมกันเป็นระดับชั้นเรียน ระดับชั้นเรียนหลาย ๆ ระดับชั้นเรียนรวมกันเป็นระดับการศึกษา ระดับการศึกษาหลาย ๆ ระดับการศึกษารวมกันเป็น โรงเรียน ซึ่งรวมกันเป็นชุมชนและเขตการศึกษา ดังแสดงด้วยแผนภาพดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แผนภาพที่ 3 โมเดลระดับที่สอดคล้องกับโครงสร้างการศึกษา (Hierarchical Nested Data)

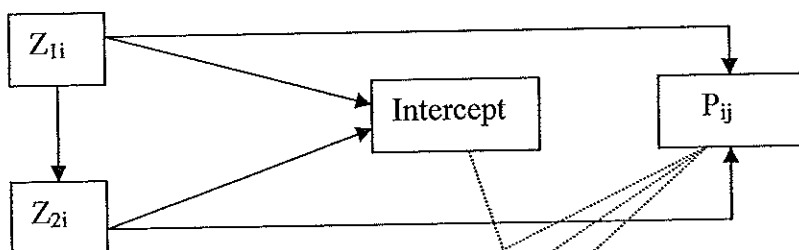
จากแผนภาพจะเห็นได้ว่านักเรียนหลายๆ คนรวมกันเป็นชั้นเรียน ชั้นเรียนหลายๆ ชั้นรวมเป็นโรงเรียน และหลายๆ โรงเรียนเป็นสังกัดเป็นต้น เมื่อมองถึงบุคลากรทางการศึกษา จะเห็นได้ว่าการจัดเป็นระดับชั้นเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ กัน เช่น ผู้อำนวยการหรือครูใหญ่ทำหน้าที่บริหารโรงเรียน ครูรับผิดชอบการเรียนการสอนในชั้นเรียน และนักเรียนรวมกันเป็นกลุ่มเพื่อรับการศึกษาในห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่ง ดังนั้นธรรมชาติของตัวแปรทางการศึกษา จึงมีลักษณะของการจัดเป็นระดับชั้น โดยปริยาย เช่น ตัวแปรระดับนักเรียนอันประกอบด้วย คุณลักษณะของนักเรียน ภูมิหลัง สิ่งแวดล้อมทางบ้าน ฯลฯ ตัวแปรระดับชั้นเรียนอันประกอบด้วย คุณลักษณะของครู ภูมิหลัง สภาพการเรียนการสอน ฯลฯ ตัวแปรระดับโรงเรียนอันประกอบด้วย คุณลักษณะของผู้บริหาร นโยบายของโรงเรียนในการจัดการเรียนการสอน ตัวแปรในระดับล่างจะได้รับอิทธิพลร่วมกันของตัวแปรในระดับที่สูงกว่า เช่น พฤติกรรมการใฝ่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นตัวแปรระดับนักเรียนได้รับอิทธิพลจากตัวแปรในระดับที่สูงกว่า คือ ตัวแปรระดับชั้นเรียน ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู บรรยากาศในชั้นเรียน ฯลฯ และตัวแปรระดับโรงเรียน ได้แก่ นโยบายของโรงเรียนในการจัดการเรียนการสอน เป็นต้น

การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย : กรณีที่มี 2 ระดับ

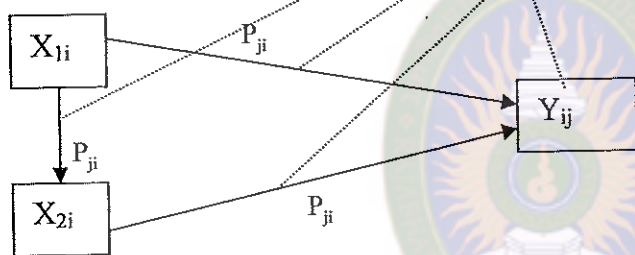
การอธิบายอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามนั้นสามารถทำได้หลายวิธีหนึ่งในนั้นก็คือ การสร้างสมการพยากรณ์ แล้ววิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของตัวแปรพยากรณ์ที่มีต่อตัวแปรตาม แต่งานวิจัยที่ผ่านมาอันมักจะเสนอสมการรูปแบบระดับเดียว แนวคิดใหม่ที่

สำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลทุกระดับนั้นคือให้จัดข้อมูลเป็นระดับอย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป ตามลักษณะ โครงสร้างของข้อมูล แล้วสร้างสมการอธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรต้นในแต่ละระดับ และมีความเกี่ยวเนื่องกันระหว่างระดับ สมมุติว่ามีข้อมูลจัดได้เป็น 2 ระดับดังต่อไปนี้

Macro Level Path Model



Micro Level Path Model



แผนภาพที่ 4 รูปแบบการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทุกระดับ

เมื่อ Y_{ij} เป็นตัวแปรตาม เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนในห้อง j

X_{1ij} เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ในระดับที่ 1 (micro level path mode) ของนักเรียนแต่ละคนในห้อง j

X_{2ij} เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ในระดับที่ 1 (micro level path model) ของนักเรียนแต่ละคนในห้อง j

Z_{1ij} เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ในระดับที่ 2 (macro level path model) ของห้อง j

Z_{2ij} เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ในระดับที่ 2 (macro level path model) ของห้อง j

P_{ji} เป็นค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามจำแนกห้อง

Intercept เป็นค่าคงที่ที่ได้จากสมการพยากรณ์ตัวแปรตามระดับนักเรียน เมื่อทราบค่าตัวแปรอิสระระดับบุคคลในรูปคะแนนดิบ จำแนกรายห้อง

จากรูปแบบข้างต้น มีข้อมูลแบ่งเป็น 2 ระดับ ระดับแรกเป็นข้อมูลระดับนักเรียน (micro level path model) ระดับที่ 2 เป็นข้อมูลระดับห้องเรียน (macro level path model)

ระดับที่ 1 เป็นข้อมูลระดับนักเรียนแต่ละคน (Micro-Level Model หรือ Within School Analysis)

รูปแบบสมการของข้อมูลระดับนักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มในระดับนี้ จะมีลักษณะสมการดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j}X_{1ij} + b_{2j}X_{2ij} + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} แทน เป็นตัวแปรตามของนักเรียนแต่ละคน (i) ในกลุ่ม j

X_{1ij} แทน ตัวแปรพยากรณ์ที่ 1 ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม j

X_{2ij} แทน ตัวแปรพยากรณ์ที่ 2 ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม j

ε_{ij} แทน ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (random error) ของนักเรียนแต่ละ

คนในกลุ่ม j

b_{0j} แทน ค่าเฉลี่ยของ Y ในกลุ่ม j

b_{1j} แทน สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ X_1 ที่มีต่อ Y_{ij}

b_{2j} แทน สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ X_2 ที่มีต่อ Y_{ij}

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับนักเรียนนี้จะได้ค่า b_0, b_{1j}, b_{2j} เพื่ออธิบาย อิทธิพลของตัวแปร X_1 และ X_2 ที่มีต่อ Y ในแต่ละห้องนั้น ๆ

ระดับที่ 2 เป็นข้อมูลระดับห้องเรียน (Macro-Level Model หรือ Between Class Analysis) ทำการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model ซึ่งนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ตัวแปรด้านนักเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์พิจารณาเหมาะสมแล้วจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนและ นำตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน (ไพศาล วรคำ.2552 : 60) เช่น ตัวแปรด้านบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู และความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน มีรูปแบบดังนี้

$$b_{0j} = c_{00} + c_{01}G_{1j} + c_{02}G_{2j} + \alpha_{0j}$$

$$b_{1j} = c_{10} + c_{11}G_{1j} + c_{12}G_{2j} + \alpha_{1j}$$

$$b_{2j} = c_{20} + c_{21}G_{1j} + c_{22}G_{2j} + \alpha_{2j}$$

เมื่อ b_{0j} , b_{1j} และ b_{2j} เป็นค่าที่วิเคราะห์ได้จากสมการระดับนักเรียนของห้อง j
 G_{1j} เป็นตัวแปรพยากรณ์ตัวที่ 1 ของนักเรียนกลุ่ม j เป็นตัวแปรระดับ

ห้องเรียน

G_{2j} เป็นตัวแปรพยากรณ์ตัวที่ 2 ของนักเรียนกลุ่ม j เป็นตัวแปรระดับ

ห้องเรียน

C_{00} เป็นค่าเฉลี่ยของ b_{0j}

C_{01} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ G_1 ที่มีต่อ b_{0j}

C_{02} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ G_2 ที่มีต่อ b_{0j}

α_{0j} เป็นความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มของ b_{0j}

C_{10} เป็นค่าเฉลี่ยของ b_{1j}

C_{11} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ G_1 ที่มีต่อ b_{1j}

C_{12} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ G_2 ที่มีต่อ b_{1j}

α_{1j} เป็นความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มของ b_{1j}

C_{20} เป็นค่าเฉลี่ยของ b_{2j}

C_{21} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ G_1 ที่มีต่อ b_{2j}

C_{22} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ G_2 ที่มีต่อ b_{2j}

α_{2j} เป็นความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มของ b_{2j}

ข้อจำกัดที่ควรคำนึงถึงการวิเคราะห์พหุระดับ

การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีนี้มีข้อจำกัดที่ควรคำนึงถึง คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนมีค่าต่ำ ทำให้ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มมีค่ามากอันจะส่งผลต่อความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนมีค่าน้อยลงด้วย ตลอดจนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรระดับนักเรียนที่ได้จะต้องมีความแปรปรวนเท่ากัน ในแต่ละค่าของตัวแปรระดับห้องเรียนถ้าไม่เป็นไปตามนั้นอาจทำให้ประสิทธิภาพการประมาณค่าพารามิเตอร์ในระดับห้องเรียนมีค่าต่ำลงสำหรับค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย หากตัวแปรตามจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนซึ่งเป็นข้อมูลระดับบุคคล เมื่อนำมาวิเคราะห์ต่อในระดับห้องเรียนแล้ว ตัวแปรตามดังกล่าวก็จะยกระดับขึ้นเป็นค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นข้อมูลระดับเดียวกันกับตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ซึ่งสามารถนำมาเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนได้ (นิคม นาคอ้าย, 2539 : 32) อีกส่วนหนึ่งที่ควรคำนึงถึงคือ ภาวะร่วมเส้นตรงเดียวกันของพหุ (Multicollinearity) เกิดจากการที่

ตัวแปรอิสระด้วยกันมีความสัมพันธ์กันสูง อันเป็นผลให้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากในการแปลความหมาย หรือแปลความหมายผิดพลาด ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ถ้ามีค่าใกล้ +1.00 หรือ -1.00 แสดงว่ามีปัญหาเกี่ยวกับภาวะร่วมเส้นตรงเดียวกันมาก แต่ถ้ามีค่าเป็นศูนย์ หรือใกล้ศูนย์แสดงว่าไม่มีปัญหาหรือมีปัญหานี้น้อย (บุญชม ศรีสะอาด, 2541 : 174)

การวิเคราะห์ข้อมูลในระดับแรกนี้ เป็นการยกระดับข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนให้เป็นข้อมูลระดับกลุ่ม แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลในระดับกลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับดังกล่าวนี้จึงแก้ปัญหาคารวิเคราะห์ข้อมูลระดับเดียวได้

2. แนวคิดของการวิเคราะห์เส้นทางเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

การวิเคราะห์เส้นทาง

การวิเคราะห์เส้นทาง เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวโดยอาศัยการประยุกต์วิเคราะห์การถดถอยเป็นพื้นฐาน เพื่อศึกษาอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรอิสระหลาย ๆ ตัวที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ทั้งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อม ตลอดจนสามารถอธิบายทิศทางและปริมาณความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้แผนภาพเส้นทางและสมการ โครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากตัวแปรอิสระตัวแรกกับตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ เป็นทอด ๆ ไปจนถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, 2537 : 29) ซึ่งการอธิบายความสัมพันธ์นี้อาศัยพื้นฐานความรู้ในปรากฏการณ์จริง และพื้นฐานความรู้ตามทฤษฎีว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุจากปรากฏการณ์จริงสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความสัมพันธ์ตามทฤษฎี

จากความหมายของการวิเคราะห์เส้นทางดังกล่าว สามารถสรุปลักษณะสำคัญของการวิเคราะห์เส้นทางได้ 3 ประการคือ

1. เป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยการประยุกต์การถดถอยพหุคูณ
2. เป็นการศึกษาขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามทั้งทางตรงและทางอ้อม
3. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุสามารถนำมาเขียนอธิบายได้ด้วยรูปแบบจำลองและสมการ โครงสร้างตามรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้น

ทฤษฎีสัมประสิทธิ์เส้นทาง

รูปแบบแสดงอิทธิพลทางทฤษฎี ผู้วิจัยสามารถแยกค่าความสัมพันธ์ (R) ระหว่างตัวแปรในรูปแบบ ออกเป็นผลรวมของพารามิเตอร์ตามทฤษฎีสัมประสิทธิ์เส้นทางได้ โดยที่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวใน โมเดลมีค่าเท่ากับผลบวกของอิทธิพลทางตรง(Direct Effect : DE) อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect : IE) ความสัมพันธ์เทียม (Spurious Relationship : SR) และอิทธิพลร่วม (Joint Effect : JE) ที่ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นอิทธิพลแบบใด ดังสมการต่อไปนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542 : 188)

$$R = DE + IE + SR + JE$$

ในการวิเคราะห์เส้นทาง ผู้วิจัยประมาณค่าอิทธิพลทางตรงได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยตามสมการ โครงสร้างของรูปแบบ แล้วนำค่าอิทธิพลทางตรงนั้นมาประมาณค่าอิทธิพลทางอ้อม ส่วนอิทธิพลร่วมและอิทธิพลเทียมหาได้จากการหาผลคูณของอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมเท่านั้น ไม่รวมความสัมพันธ์เทียมและอิทธิพลร่วม เพราะถ้ารูปแบบแสดงอิทธิพลมีความตรงและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุจริง ค่าความสัมพันธ์เทียมและอิทธิพลร่วมควรจะเป็นศูนย์ (นงลักษณ์ วิรัชชัย .2537 : 182) ดังนั้น ค่าสหสัมพันธ์จึงสามารถประมาณค่าจากผลบวกของอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมเพียงสองส่วนเท่านั้น ซึ่งสามารถเขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

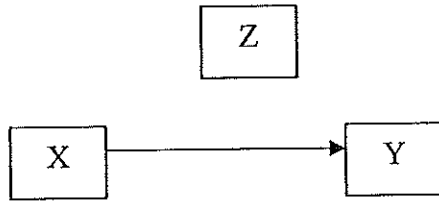
$$R = DE + IE$$

จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบของความสัมพันธ์ดังนี้

ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

การวิเคราะห์เส้นทาง เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร โดยการนำเอาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุนั้นมาสร้าง โมเดล และสมการ โมเดลนั้นควรทราบลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร มีอยู่หลายประเภทดังนี้ (ไพศาล วรคำ. 2552 : 3-5)

1. ความสัมพันธ์แท้จริง (True Correlation) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวโดยที่ตัวแปรทั้งสองไม่มีตัวแปรอื่นมาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ลักษณะความสัมพันธ์แท้จริง

จากแผนภาพที่ 5 แสดงว่า ตัวแปร X มีอิทธิพลหรือมีความสัมพันธ์อย่างแท้จริงต่อตัวแปร Y โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองมีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแยกส่วนระหว่างตัวแปรทั้งสองเมื่อควบคุมตัวแปร Z มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งสอง

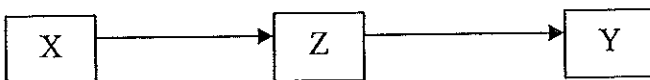
2. ความสัมพันธ์เทียม (Spurious Relationship) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองตัว โดยที่ตัวแปรทั้งสองตัวนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย แต่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่นที่เป็นตัวเดียวกัน ซึ่งแสดงได้ตามแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 ลักษณะความสัมพันธ์เทียม

จากแผนภาพที่ 6 แสดงว่าตัวแปร X ไม่มีอิทธิพลหรือมีความสัมพันธ์ต่อตัวแปร Y แต่ทั้งตัวแปร X และตัวแปร Y ต่างก็ได้รับอิทธิพลจากตัวแปร Z ดังนั้นเราจึงเรียกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y ว่าความสัมพันธ์เทียม

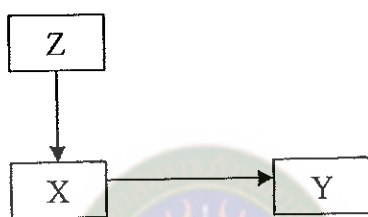
3. ความสัมพันธ์ที่เกิดจากอิทธิพลส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง (Intervening Variable) เป็นความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว โดยมีตัวแปรอื่นมาเชื่อมความสัมพันธ์ ซึ่งแสดงได้ดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 ลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดจากอิทธิพลส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง

จากแผนภาพที่ 7 จากตัวแปร X มีอิทธิพลต่อตัวแปร Y โดยผ่านไปที่ตัวแปร Z ก่อน เราเรียกความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ว่า ความสัมพันธ์ส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง

4. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกด (Suppressor Variable) ซึ่งมี ความสัมพันธ์กับตัวแปรพยากรณ์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ดังนั้น สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์แบบแบ่งส่วนระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรตามเมื่อมีตัวแปรกด จะสูงกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรตาม ความสัมพันธ์ที่เกิด จากตัวแปรกดแสดงได้ดังแผนภาพที่ 8



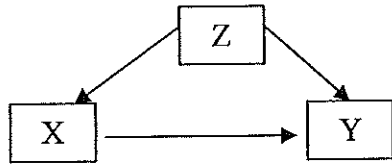
แผนภาพที่ 8 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกด

5. การไม่มีความสัมพันธ์ (No Correlation) หมายถึง การที่ตัวแปร 2 ตัวที่มี ส่วนเกี่ยวข้องกัน เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็นศูนย์หรือเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งแสดง ได้ดังแผนภาพที่ 9



แผนภาพที่ 9 ลักษณะการไม่มีความสัมพันธ์

6. ความสัมพันธ์มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม (Direct Effect and Indirect Effect) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหตุและอิทธิพล โดยตรงต่อตัวแปรผล นอกจากนี้ ตัวแปรเหตุยังมีอิทธิพลทางอ้อมต่อตัวแปรผล โดยส่งผ่านตัวแปรอื่น ซึ่งสามารถแสดง ได้ ดังแผนภาพที่ 10



แผนภาพที่ 10 ลักษณะความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม

จากแผนภาพประกอบ 10 แสดงว่า ตัวแปร X มีอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปร Y และมีอิทธิพลทางอ้อมต่อตัวแปร Y โดยส่งผ่านตัวแปร Z

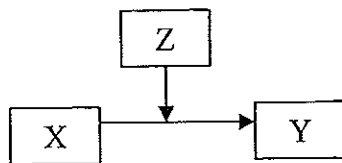
7. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุย้อนกลับ (Reciprocal Causal Relationship) คือความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ที่ต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 11



แผนภาพที่ 11 ลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุย้อนกลับ

จากแผนภาพที่ 11 แสดงว่าตัวแปร X มีอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปร Y และตัวแปร Y มีอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปร X

8. ความสัมพันธ์แบบมีเงื่อนไข (Conditional Relationship) คือตัวแปร Z เป็นตัวแปรที่กำหนดเงื่อนไขที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y ซึ่งสามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 12



แผนภาพที่ 12 ลักษณะความสัมพันธ์มีเงื่อนไข

การสร้างโมเดลเส้นทางตามสมมติฐาน

ไพศาล วรคำ (2552 : 8-10) ได้อธิบายวิธีการสร้าง โมเดลเส้นทางตามสมมติฐาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือขั้นตอนแรก เป็นการกำหนดชื่อตัวแปรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทั้งหมดที่ต้องศึกษา ขั้นตอนที่สอง เป็นการกำหนดตัวแปรใดเป็นสาเหตุของ

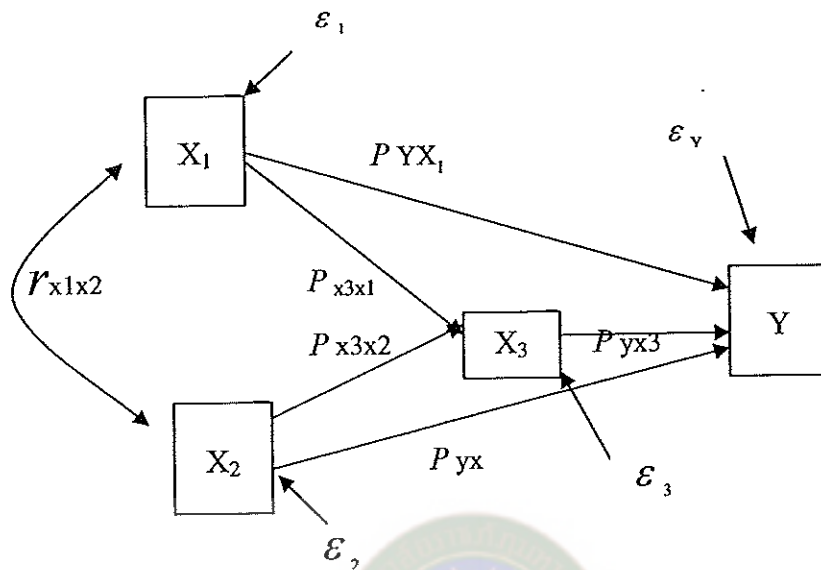
ตัวแปรใด และขั้นตอนสุดท้าย เป็นการกำหนดลักษณะและทิศทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ระหว่างตัวแปร โดยกำหนดเป็น โมเดลเส้นทางระหว่างตัวแปรตามทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โมเดลเส้นทางตามสมมติฐานที่สร้างขึ้น ต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของโมเดลเชิงสาเหตุดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดใน โมเดล เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นเชิงบวกและเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ รวมทั้ง โมเดลต้องเป็นแบบเปิดคือรวมตัวแปรที่เกี่ยวข้องไว้ใน โมเดลทั้งหมด
2. ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรและความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ
3. ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน และมีความเป็นอิสระระหว่างตัวแปร แต่ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรระหว่างกลุ่มอาจสัมพันธ์กันได้
4. กรณีข้อมูลเป็นอนุกรมเวลา การวัดตัวแปรต้อง ไม่มีอิทธิพลจากช่วงเวลาเหลือมระหว่างการวัด

ส่วนตัวแปรที่อยู่ใน โมเดลนั้น อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) เป็นตัวแปรที่สันนิษฐานว่าได้รับอิทธิพลที่เป็นสาเหตุตัวแปรนอกรูปแบบ จึงไม่วิเคราะห์ว่ามาจากสาเหตุใด
 2. ตัวแปรภายใน (Endogenous Variable) เป็นตัวแปรที่เป็นผลของตัวแปรที่อยู่ในรูปแบบ เป็นได้ทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
- ยังมีอีกประเภทหนึ่งคือ ตัวแปรที่อยู่นอกโมเดลเรียกว่า ตัวแปรส่วนที่เหลือ (Residual Variable) สันนิษฐานว่าไม่สัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ และไม่สัมพันธ์กับตัวแปรส่วนที่เหลือด้วยตัวเอง



แผนภาพที่ 13 ตัวอย่าง โมเดลเส้นทาง

ความหมายของสัญลักษณ์ในเส้นทาง

↔ แทน ความสัมพันธ์แบบธรรมดา

→ แทน ความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุและผล ตัวแปรที่อยู่ต้นลูกศร เป็นสาเหตุตัวแปรที่อยู่หัวลูกศรเป็นผล

P แทน สัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นตัวเลขที่บอกขนาดอิทธิพลของตัวแปร

ที่เป็นสาเหตุต่อตัวแปรผล ซึ่งก็คือ β ในสมการพยากรณ์นั่นเอง

ในตัวอย่างนี้ตัวแปร X_3 เป็นตัวแปรตามของตัวแปร X_1 และตัวแปร X_2 และตัวแปร X_3

เป็นตัวแปรอิสระของตัวแปร Y เมื่อพิจารณาทั้งระบบตัวแปรตาม คือตัวแปร Y เพียงตัวเดียว ตัวแปร X_1 และตัวแปร X_2 เป็นตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อตัวแปร Y โดยที่อิทธิพลทางอ้อมจะผ่านตัวแปร X_3 ส่วนตัวแปร $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ นั้นเป็นตัวแปรส่วนที่เหลือของโมเดล

จากโมเดลแผนภาพที่ 13 สามารถเขียนเป็นสมการ โครงสร้างในรูปคะแนนมาตรฐานได้ ดังนี้

1. ตัวแปร X_1 และตัวแปร X_2 เป็นตัวแปรภายนอกที่ไม่สามารถหาเหตุผลได้ว่าได้รับอิทธิพลจากตัวแปรใด แต่ทราบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน ($r_{x_1 x_2}$) และแต่ละตัวแปรจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรส่วนที่เหลือ ดังนั้นจึงสามารถสร้างสมการโครงสร้างได้ดังนี้

$$Z_{x_1} = r_{x_1 x_2} Z_{x_2} + e_1 \text{ และ } Z_{x_2} = r_{x_1 x_2} Z_{x_1} + e_2$$

2. ตัวแปร X_3 ได้รับอิทธิพลจาก X_1 และตัวแปร X_2 ดังนั้นจึงสามารถสร้างสมการโครงสร้างได้ดังนี้

$$Z_{x_3} = p_{x_3 x_1} Z_{x_1} + p_{x_3 x_2} Z_{x_2} + e_3$$

3. ตัวแปร Y ได้รับอิทธิพลจาก X_1 , ตัวแปร X_2 และตัวแปร X_3 ดังนั้นจึงสามารถสร้างสมการโครงสร้างได้ดังนี้

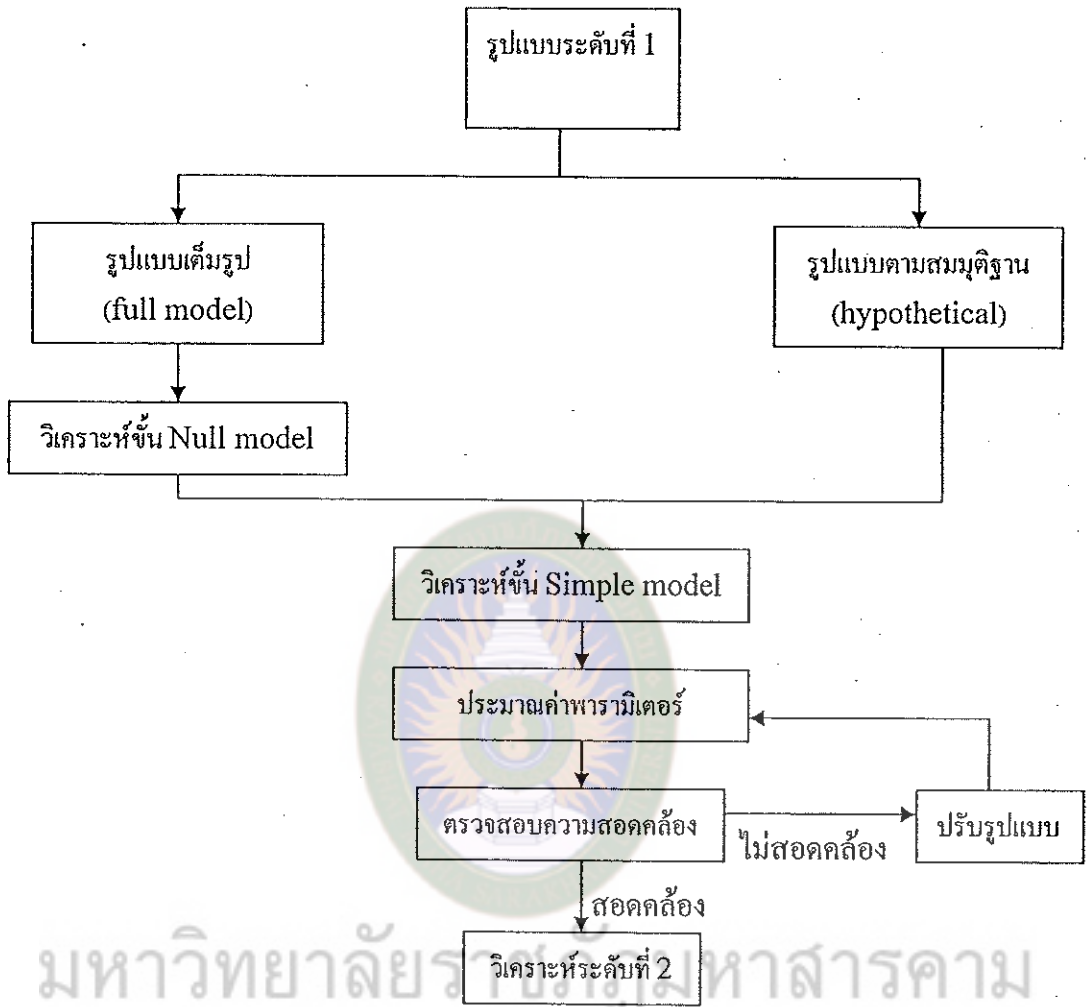
$$Z_Y = p_{Y x_1} Z_{x_1} + p_{Y x_2} Z_{x_2} + p_{Y x_3} Z_{x_3} + e_Y$$

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลพหุระดับ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลพหุระดับ ดังนี้

การวิเคราะห์เส้นทางพหุระดับด้วยโมเดลลดหลั่นเชิงเส้น (Hierarchical Linear Model) เป็นการใช้เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม ใช้หลักการสัมประสิทธิ์แบบสุ่ม และการประมาณค่าโดยวิธีของเบส์ เทคนิค HLM ได้รับการพัฒนาโดย Raudenbush & Bryk ซึ่งจะให้ผลการวิเคราะห์พหุระดับที่มีความคงเส้นคงวาและน่าเชื่อถือมากกว่าวิธี OLS (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2532 : 92) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ระดับที่ 1



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนภาพที่ 14 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับที่ 1 ด้วย โมเดลเอชแอลเอ็ม

ขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับที่ 1 ดำเนินการ
 ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ขั้น Null model เพื่อพิจารณาความผันแปรของตัวแปรตาม
 ในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

1.2 วิเคราะห์ขั้น Simple model ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลใน
 ระดับบุคคลแบบเต็มรูปและรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในระดับบุคคลตามสมมุติฐาน

1.2.1 การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่า ตัวแปรอิสระและค่าคงที่ (Intercept) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยโมเดลเอชแอลเอ็มจะใช้ t-test ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลดังกล่าว จากทุกหน่วยวิเคราะห์ว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์แสดงว่าตัวแปรอิสระ และค่าคงที่ (Intercept) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นตัวบ่งชี้ความมีนัยสำคัญทางสถิติของเส้นทางความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ตามรูปแบบการวิเคราะห์ระดับบุคคล ทั้งนี้จะต้องทำการวิเคราะห์ค่าจำนวนตัวแปรตามของแต่ละสมการถดถอยในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับบุคคล เพื่อให้สามารถพิจารณาเส้นทางความสัมพันธ์เชิงเหตุผลได้ครบถ้วน ทั้งนี้หากพบว่าเส้นทางความสัมพันธ์เชิงเหตุผลใดที่มีอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยอาจพิจารณาตัดเส้นทางความสัมพันธ์เชิงเหตุผลนั้นออกจากรูปแบบ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ นอกจากจะทำให้ทราบถึงอิทธิพลคงที่ของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามแต่ละตัว ตามรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับบุคคลแล้ว ยังสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ความสอดคล้องของรูปแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปคท์ (Specht) และนำค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐานที่ได้ไปวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ (Decomposition of correlation) เพื่อพิจารณาผลกระทบทางตรง (Direct effect) ผลกระทบทางอ้อม (Indirect effect) และผลกระทบรวม (Total effect) ของตัวแปรในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับบุคคลได้

1.2.2 การวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม (Random effects)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่า ค่าคงที่ (Intercept) และสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ที่ได้จากการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับบุคคล ว่าจะมีความผันแปร (Vary) ระหว่างหน่วยงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้ χ^2 ทดสอบความแปรปรวนของค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ถดถอยดังกล่าว ว่าจะมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์หรือค่า χ^2 มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ถดถอยมีความผันแปรดังกล่าวหมายความว่า เส้นทางความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยแต่ละค่า) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม น่าจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอิสระระดับหน่วยงาน แต่ถ้าค่า χ^2 ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ถดถอย ไม่มีความผันแปรระหว่างหน่วยงานพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับหน่วยงานมาอธิบายความผันแปรดังกล่าว และสามารถตั้งให้เป็นข้อจำกัดในการวิเคราะห์ได้ โดยการควบคุมให้มีค่าเป็นศูนย์ (Constrain

to zero) ทั้งนี้การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มจะต้องทำการวิเคราะห์ทั้งในรูปแบบความสัมพันธ์เต็มรูป (Full model) และความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน (Proposed model) เพื่อให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์สุดท้ายหรือรูปแบบที่ปรับแก้ (Trimmed mode) ที่มีลักษณะประหยัด (Parsimony) ก่อนที่จะทำการตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป

1.3 การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Testing of goodness of fit) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่ารูปแบบที่สร้างจากกรอบทฤษฎีอันเป็นรูปแบบตามสมมุติฐาน (Proposed model) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากน้อยเพียงพอหรือไม่ จากการทดสอบสมมุติฐานศูนย์ (Null hypothesis; H_0) ที่ว่ารูปแบบตามสมมุติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยการใช้ χ^2 - test ทดสอบระหว่างเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากรูปแบบกับเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ (Observed Correlation matrix) ที่องศาอิสระเท่ากับจำนวนเส้นทางการความสัมพันธ์เชิงเหตุผลที่ถูกต้อง เมื่อ $\chi^2 = 0$ แสดงว่า เมตริกซ์สหสัมพันธ์ทั้งสอง เมตริกซ์มีค่าเท่ากันหรือรูปแบบมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่ารูปแบบไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปชท์ (Specht) มีขั้นตอน ดังนี้ (สำราญ มีแจ้ง, 2546 : 83)

1.3.1 ประมาณค่า β หรือ $P_{ji,R}$ และ R^2 โดยที่ค่า R^2 มาจากผลการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม ซึ่ง ไทศาล วรคำ (2552 : 98) ได้นำเสนอไว้ ดังนี้

$$R^2 = \frac{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}{\sigma_1^2}$$

เมื่อ R^2 คือ ประสิทธิภาพการพยากรณ์

σ_1^2 คือ Within - unit variance จากการวิเคราะห์ขั้น null model

σ_2^2 คือ Within - unit variance จากการวิเคราะห์ขั้น Simple

model

$$\beta = b \frac{S_x}{S_y}$$

เมื่อ β คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของคะแนนมาตรฐาน

b คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของคะแนนดิบ

S_x คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทำนาย

S_y คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรเกณฑ์

1.3.2 คำนวณค่า R_m^2 ซึ่งเป็นค่าอัตราของความแปรปรวนที่อธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมดตามรูปแบบความสัมพันธ์เต็มรูป จากสูตร

$$R_m^2 = 1 - [(1-R_{y_1}^2)(1-R_{y_2}^2) \dots (1-R_{y_p}^2)]$$

เมื่อ $R_{y_i}^2$ แทน ordinary square multiple correlation coefficient ของสมการที่ i ของรูปแบบความสัมพันธ์เต็มรูป

1.3.3 คำนวณค่า M ซึ่งเป็นค่าอัตราของความแปรปรวนที่อธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมดตามรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน จากสูตร

$$M = 1 - [(1-R_1^2)(1-R_2^2) \dots (1-R_p^2)]$$

เมื่อ M แทน ordinary square multiple correlation coefficient ของสมการที่ i ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน

1.3.4 คำนวณค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากสูตร

$$Q = \frac{1 - R_m^2}{1 - M}$$

1.3.5 คำนวณค่า W ซึ่งเป็นค่าสถิติสำหรับทดสอบนัยสำคัญของค่าสถิติ Q จากสูตร

$$W = -(N - d) \ln Q$$

เมื่อ W แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบไค-สแควร์
ที่ $df = d$

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

d แทน จำนวนเส้นทางที่ถูกระบุว่าเป็นศูนย์ (ไม่ได้ลากเส้นไว้ในรูปแบบ)

\ln แทน ลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm)

การพิจารณาความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลตาม สมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น พิจารณาจากการทดสอบนัยสำคัญของค่า Q จาก W ซึ่ง เหมือนกับการวิเคราะห์เส้นทางพหุระดับด้วยวิธีแบบดั้งเดิม (OLS separate equation approach) ทุกประการ

ผลจากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในระดับที่ 1 หาก พบว่าค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรตาม และสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระต่อตัวแปรตามค่าใดมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็สามารถนำค่าดังกล่าวมาเป็นตัวแปรตาม ใน การวิเคราะห์ขั้นที่ 2 ต่อไป

1.4 การวิเคราะห์แยกส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เป็นการ วิเคราะห์หลังจากการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยการนำโมเดลเชิงสาเหตุสุดท้ายที่ผ่านการปรับและทดสอบความสอดคล้องแล้วมาวิเคราะห์ แยกค่าสหสัมพันธ์จะถือว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม สามารถแยกลักษณะความสัมพันธ์ออกเป็น 4 ลักษณะย่อย ได้แก่

1.4.1 ผลทางตรง เป็นความสัมพันธ์โดยตรงจากตัวแปรหนึ่งไปยัง ตัวแปรหนึ่งภายในโมเดลเชิงสาเหตุ

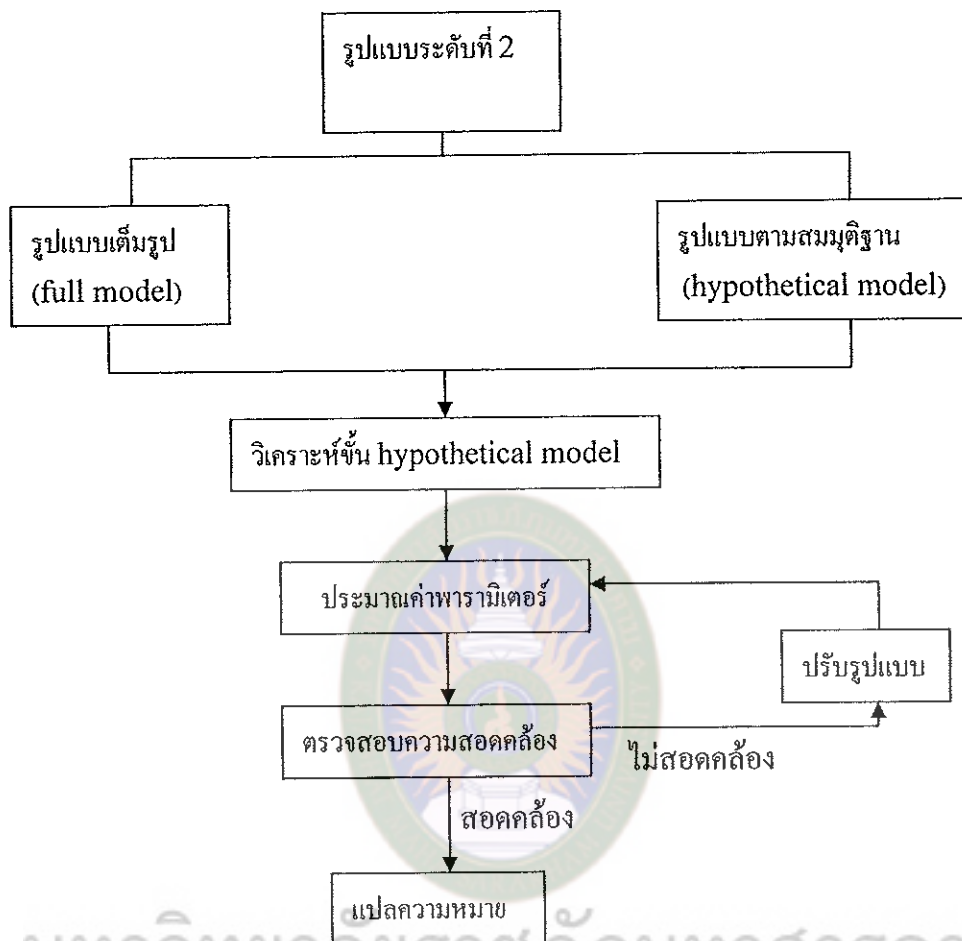
1.4.2 ผลทางอ้อม เป็นความสัมพันธ์ทางอ้อมระหว่างตัวแปรที่ ส่งผลผ่านตัวแปรใด ๆ ใน โมเดลเชิงสาเหตุ

1.4.3 ผลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ เป็นผลที่เกิดจาก ความสัมพันธ์ไม่มีทิศทางของตัวแปรสาเหตุ

1.4.4 ผลลวง เป็นผลเกิดจากความ เป็นสาเหตุร่วมกันของตัวแปร ภายในเชิงสาเหตุ

ผลรวมของผลทางตรงและผลทางอ้อม เรียกว่า ผลรวม เป็นการแสดงผลเชิง สาเหตุทั้งหมด ส่วนผลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์และผลลวง เป็นส่วนของความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ดังนั้นการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จึง ประมาณได้จากผลทางตรงและผลทางอ้อมเท่านั้น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2536 : 21-27 ; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537 : 23)

2. การวิเคราะห์ระดับที่ 2



แผนภาพที่ 15 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับที่ 2 ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เนื่องจากตัวแปรตามที่ใช้วิเคราะห์ในระดับห้องเรียน คือ ค่าคงที่

(Intercept) และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ของตัวแปรอิสระต่อตัวแปรตามที่มีอิทธิพลสุ่ม (Random effect) มีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับนักเรียน ดังนั้นการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับห้องเรียน จึงต้องวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับห้องเรียน ที่มีต่อทั้งสองค่าดังกล่าวควบคู่กันไป

ขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับห้องเรียน เมื่อใช้ค่าคงที่ (Intercept) และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย เป็นตัวแปรตามดำเนินการดังนี้

2.1 วิเคราะห์ขั้น Hypothetical model ประกอบกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) เพราะการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical model ในโมเดลเอชแอลเอ็ม สามารถวิเคราะห์ได้เฉพาะการวิเคราะห์สมการที่ 1 เท่านั้น จึงต้องใช้โปรแกรม

คอมพิวเตอร์สำเร็จรูปมาวิเคราะห์ประกอบ ทั้งรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในระดับห้องเรียน แบบเต็มรูปแบบและรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลตามสมมติฐาน

2.1.1 การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect)

การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) ในระดับที่ 2 (ระดับหน่วยงาน) ใช้หลักการวิเคราะห์เดียวกับการวิเคราะห์ระดับที่ 1 โดยพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติของอิทธิพลคงที่จากตัวแปร Z_{1j} และ Z_{2j} ที่ส่งผลต่อค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ซึ่งถูกยกระดับขึ้นเป็นตัวแปรตามระดับห้องเรียน (ภาพ 3) กล่าวคือ หากอิทธิพลคงที่ของตัวแปร Z_{1j} ที่ Z_{2j} มีนัยสำคัญทางสถิติก็แสดงว่า ค่าคงที่ (intercept) และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ได้รับอิทธิพลจาก Z_{1j} ที่ส่งผ่าน Z_{2j} ด้วย

2.1.2 การวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม (Random effects)

การวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม (Random effects) ในระดับห้องเรียน เป็นการพิจารณาความผันแปรของค่าคงที่ (Intercept) และสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ซึ่งเป็นตัวแปรตามภายในสุดของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในระดับหน่วยงานเท่านั้นไม่สามารถพิจารณาอิทธิพลของสัมประสิทธิ์ถดถอยของ Z_{1j} และ Z_{2j} ที่มีต่อค่าคงที่ (Intercept) และสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ได้เนื่องจาก ขั้นตอนนี้ทำการวิเคราะห์โดยโปรแกรมมาตรฐานทั่วไป เช่น SPSS PC⁺ มาวิเคราะห์ประกอบ จึงไม่สามารถพิจารณาอิทธิพลสุ่มได้

2.2 การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(Testing of goodness of fit)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบระดับหน่วยงานที่สร้างจากกรอบทฤษฎี อันเป็นรูปแบบตามสมมติฐาน (Purposed model) ว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากน้อยเพียงใดหรือไม่ ด้วยวิธีของสเปชท์ (Specht) เช่นเดียวกับการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในระดับบุคคล โดยมีค่าคงที่ (Intercept) และสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) เป็นตัวแปรตาม การวิเคราะห์ระดับหน่วยงานนี้ การคำนวณค่า R^2 จะนำมาจากผล การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS PC⁺ กับค่า R^2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอล เอ็มดิงที่ ไทศาล วรคำ (2552 : 105) เสนอไว้

$$R^2 = \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_1}$$

τ_1 คือ parameter variance จากการวิเคราะห์ขั้น Simple model

τ_2 คือ Parameter variance จากการวิเคราะห์ขั้น hypothetical model

จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งสองแบบที่กล่าวมานั้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิค HLM เพราะจะให้ผลการวิเคราะห์พหุระดับที่มีความคงเส้นคงวาและ น่าเชื่อถือมากกว่าวิธี OLS (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550 : 92)

ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้เต็มตามศักยภาพของ นักเรียนนั้นจะต้องศึกษาว่ามีตัวแปรใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ ดังนี้

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรพยากรณ์ มี 2 ระดับ ได้แก่

1. ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน เป็นตัวแปรเกี่ยวกับภูมิหลังของนักเรียน

จำนวน 4 ตัว ได้แก่

- 1.1 ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์
- 1.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 1.4 การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

2. ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน เป็นตัวแปรเกี่ยวกับ บรรยากาศในห้องเรียน ครู และครูกับนักเรียน จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่

- 2.1 บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์

1.2.2 พฤติกรรมการสอนของครู

1.2.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน เป็นตัวแปรเกี่ยวกับภูมิหลังของนักเรียนจำนวน 4 ตัว ได้แก่

1. ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเชาว์ปัญญา เพื่อนำมา สร้างเป็นตัวแปรความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ดังนี้

สัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527 : 25) นิยามเชาว์ปัญญาไว้ว่า เป็นความสามารถอันหนึ่งอันเดียวที่เกิดจากกระบวนการทางสมองที่สลับซับซ้อน อัน

ประกอบด้วยการที่มีเหตุผลและดุลพินิจที่เข้าใจดี รู้รักษาทิศทางของการคิด สามารถคัดแปลงความคิดให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการและสามารถวิพากษ์วิจารณ์ได้โดยอัตโนมัติ

บุญชม ศรีสะอาด (ม.ป.ป. : 1-2) กล่าวถึงพัฒนาการของการวัดเชาวน์ปัญญาไว้ว่า จากความสำคัญของความสามารถทางสมองของมนุษย์และความแตกต่างในความสามารถ จึงมีผู้สงสัยและพยายามวัดความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมองหรือที่เรียกว่า “สติปัญญา” หรือ “เชาวน์ปัญญา” (Intelligence) ของบุคคลในวัยต่าง ๆ มีเครื่องมือวัดหลายแบบหลายชนิดเริ่มแรกมุ่งวัดความสามารถในภาพรวม คือมีคะแนนใช้พิจารณาความสามารถที่เรียกว่า ไอคิว (IQ) และสร้างเพื่อทดสอบครั้งละคนเรียกว่า แบบทดสอบรายบุคคล (Alfred Binet and Theodore Simon) แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาของเวคสเลอร์ (David Wechsler) เป็นต้น แต่เนื่องจากการวัดของเชาวน์ เป็นรายบุคคลมีข้อจำกัดบางประการ เช่น จะต้องฝึกผู้ดำเนินการสอบจนเกิดความชำนาญ การทดสอบครั้งละคนทำให้ทดสอบได้ช้าและจำกัด จึงมีการสร้างแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญากลุ่ม (Group Test) วัดครั้งละหลาย ๆ คน เช่น แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญากลุ่มของคูลแมนและแอนเดอร์สัน (Kuhlmann-Anderson Test) และแบบทดสอบอื่น ๆ อีกหลายฉบับ จากการที่แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญามักมีเนื้อหาเน้นหนักทางภาษา และคะแนนที่วัดออกมาเป็นตัวเดียวไม่ได้แก่เป็นความสามารถเฉพาะด้านเป็นด้าน ๆ ไป จึงไม่เหมาะกับการแนะแนว อาชีพต่าง ๆ ประกอบกับการใช้เทคนิคทางสถิติที่เรียกว่าการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ศึกษาองค์ประกอบของคุณลักษณะต่างทำให้มีผู้สร้างทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดความถนัดหลายตัวประกอบ และมีการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดพหุคูณ (Multiple Aptitude Battery) และแบบทดสอบวัดความถนัดพิเศษหรือความถนัดเฉพาะ (Specific Aptitude test) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับอาชีพและการคัดเลือกจัดบุคคลเข้าทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม พลเรือน และทหาร

บุญชม ศรีสะอาด (2521 : 61-69) ได้กล่าวว่ามีทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของความสามารถทางสมองหรือเชาวน์ปัญญาหลายทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีภาคของสติปัญญา (The Faculty Theory) ทฤษฎีนี้กล่าวว่า สติปัญญาของคนแบ่งเป็นภาค ๆ แต่ละภาคทำหน้าที่ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะและสัมพันธ์กัน เช่น ภาคความจำ จินตนาการ ความซื่อสัตย์ และความสามารถทางภาษา เป็นต้น
2. ทฤษฎีสองตัวประกอบ (The Two-Factor Theory) เป็นทฤษฎีที่ตั้งขึ้นโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อ ชาลส์ สเปียร์แมน (Charles Spearman) เมื่อปี 1904 มีรากฐานมาจากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติ ทฤษฎีนี้กล่าวว่า กิจกรรม

ทางสติปัญญาทั้งหลายจะต้องใช้ความสามารถทั่วไปที่เรียกว่าตัวประกอบทั่วไป (General factor หรือ F-Factor) รวมกับความสามารถเฉพาะอย่างทีเรียกว่าตัวประกอบเฉพาะ (Specific Factor หรือ S-Factor) ซึ่งมีหลายตัว แต่ละตัวใช้เฉพาะในกิจกรรมหนึ่ง ๆ

จากทฤษฎีสองตัวประกอบการวัดทางจิตวิทยาควรมุ่งวัดตัวประกอบทั่วไปที่มีอยู่ในแต่ละคน ซึ่งถ้ามีอยู่ในความสามารถทุกอย่าง ก็จะเป็นพื้นฐานในการพยากรณ์การกระทำของแต่ละคน สเปียร์แมน กล่าวว่า แบบทดสอบที่มีตัวประกอบ g มาก ควรจะได้แก่ข้อสอบต่าง ๆ ทั้งปวงในแบบทดสอบวัดสติปัญญา และแบบทดสอบที่วัดตัวประกอบทั่วไปได้ดีที่สุดน่าจะ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสัมพันธ์ทางนามธรรม (Abstract Relations) ตัวอย่างของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดตัวประกอบทั่วไป ได้แก่ Raven is Progressive Matrices และ Cattell i Culture Fair Intelligence Test ในตอนหลังสเปียร์แมนยอมรับว่า นอกจากจะมีตัวประกอบทั่วไปกับตัวประกอบเฉพาะแล้ว อาจมีตัวประกอบที่อยู่ในระหว่างกลางซึ่งไม่ใช่ตัวประกอบทั่วไปและไม่ใช้ตัวประกอบเฉพาะ เช่น ตัวประกอบที่เป็นตัวร่วมในกลุ่มกิจกรรมอย่างหนึ่ง แต่ไม่เข้าร่วมในกิจกรรมทุกอย่าง ตัวประกอบดังกล่าวนี้เรียกว่า ตัวประกอบกลุ่ม (Group Factor)

3. ทฤษฎีหลายตัวประกอบ (The Multiple Theory) ผู้นำคนสำคัญของทฤษฎีนี้คือ เซอร์ โคน ซึ่งเชื่อว่า ความสำคัญของสมองมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง องค์ประกอบหรือตัวประกอบนี้เป็นกลุ่มขนาดใหญ่ ปานกลางและแต่ละตัวประกอบอาจมีน้ำหนักแตกต่างกันในแบบทดสอบต่าง ๆ ความสามารถหรือสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Ability) ที่สำคัญมี 7 ประการคือ

- 3.1 ความสามารถทางภาษา
- 3.2 ความสามารถทางจำนวน
- 3.3 ความสามารถทางความจำ
- 3.4 ความสามารถในการใช้คำได้อย่างคล่องแคล่ว
- 3.5 ความสามารถด้านเหตุผล
- 3.6 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
- 3.7 ความสามารถความไวต่อการรับรู้

กิลฟอร์ด (Guilford) ได้ขยายแนวความคิดของเซอร์สโคนออกเป็นอีกหลายตัวประกอบ จากการวิจัยวิเคราะห์ตัวประกอบมาเป็นเวลา 20 ปี กิลฟอร์ดเสนอรูปแบบโครงสร้างของสติปัญญาโดยเรียกชื่อว่า Structure-of Intellect Model เรียกย่อ ๆ ว่า SI ตาม

รูปแบบของกิลฟอร์ดนั้น โครงสร้างทางสมองหรือสติปัญญาประกอบด้วย 3 มิติ คือ ขบวนการคิด ผลการคิด และเนื้อหาที่คิด ในแต่ละมิติยังสามารถแยกความสามารถย่อยออกไปอีกรวมแล้วเป็นความสามารถถึง 120 องค์ประกอบ

4. ทฤษฎีลำดับขั้น (Hierarchical Theory) เป็นทฤษฎีที่นำเสนอโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษกลุ่มหนึ่ง ที่สำคัญได้แก่ เบอร์ต (Burt) และเวอร์นอน (Vernon) และชาวสหรัฐ ฮัมฟรีย์ (Humphrey) ทฤษฎีนี้จัดสมรรถภาพออกเป็นระดับขั้นต่าง ๆ จากสมรรถภาพทั่วไป ไปจนถึงสมรรถภาพเฉพาะ คล้ายต้นไม้แตกเป็นกิ่งก้านสาขาต่าง ๆ ชั้นบนสุดซึ่งเปรียบเสมือนลำต้นของต้นไม้ นั้น เป็นสมรรถภาพหรือ ตัวประกอบทั่วไป (General Factor หรือ G-Factor) ตามแนวคิดของสเปียร์แมน ซึ่งประกอบด้วยสติปัญญาที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ เรียกว่า Fluid Intelligence กับสติปัญญาที่ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ เรียกว่า Crystallized Intelligence นี่คือนั่นที่เป็นตัวประกอบกลุ่มใหญ่ทั้งหมดลงไปถึงตัวประกอบเฉพาะ

โดยสรุปแล้วทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าสติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ซึ่งแยกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

4.1 สติปัญญาเป็นอิสระจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ เรียกว่า Fluid Intelligence ความสามารถทางสมองชนิดนี้มักแทรกอยู่ในทุกอิริยาบถของกิจกรรมทางสมอง Fluid Intelligence จะประกอบด้วยความสามารถหลายประเภท เช่น ความสามารถเชิงอุปมา และอนุมานความสามารถในการที่จะเข้าใจการเปลี่ยนแปลงหรืออนุกรมของภาพและตัวอักษร ความจำ

4.2 สติปัญญาที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการเรียนรู้ ความสามารถทางสมองชนิดนี้เป็นผลหลักหรือสิ่งที่ตกตะกอนมาจากประสบการณ์ หรือการเรียนรู้ที่ได้มาจากสิ่งที่ผ่านเข้ามาในชีวิต ซึ่งเรียกว่า Crystallized Intelligence ซึ่งประกอบด้วยความสามารถที่จะเข้าใจภาษาและเหตุผลทางสติปัญญาด้าน Crystallized นี้ประกอบด้วย องค์ประกอบใหญ่ (Major Group) องค์ประกอบย่อย (Minor Group Factor) และองค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ในส่วนประกอบที่เป็นองค์ประกอบใหญ่ ประกอบด้วยสองส่วน คือ Verbal Education หรือ V : ed และ Practical Mechanical หรือ K : m

V : ed หมายถึง ความถนัด หรือความสามารถด้านการเรียน

K : m หมายถึง ความถนัดหรือความสามารถด้านอาชีพ

ในตัวประกอบใหญ่แต่ละตัวจะแยกเป็นตัวประกอบย่อยลงไปอีกตัวประกอบการเขียน (V : ed) จะแยกตัวประกอบทางด้านภาษา ตัวเลข และอื่น ๆ ส่วนตัวประกอบทางความรู้เรื่องกลไก มิติสัมพันธ์และตัวประกอบย่อยนี้ยังสามารถวิเคราะห์ย่อยลงไปอีกเป็นตัวประกอบเฉพาะ

บินท์ ยังเป็นผู้สร้างแบบทดสอบเขาวนั้ปัญญาคนแรกเชื่อว่า เขาวนั้ปัญญามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักจิตวิทยาสมัยต่อมาต่างมีความเชื่อเช่นเดียวกัน และทำการตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบเขาวนั้ปัญญา โดยนำผลการสอบไปเปรียบเทียบกับผลการเรียน ถ้านักเรียนเรียนเก่งได้คะแนนเขาวนั้ปัญญาสูงกว่านักเรียนที่เรียนอ่อนก็ถือว่าแบบทดสอบเขาวนั้ปัญญานั้นมีความตรง และนักจิตวิทยาส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าแบบทดสอบที่วัดความสามารถทั่วไปของเขาวนั้ปัญญาได้ดีที่สุด คือ แบบทดสอบเมทริชีส์ก้าวน้ำของราเวน (อุทัย ตั้งคำ.2528 : 9) สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเขาวนั้ปัญญานั้น ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532 : 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านนักเรียน ด้านครู สภาพแวดล้อมที่บ้านและทางโรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานครพบว่า เขาวนั้ปัญญามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 วราภรณ์ วิหคโค (2536 : 94-95) ได้วิเคราะห์ซ้ำตัวแปรพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เปรียบเทียบระหว่างเทคนิค โอแอลเอส เซฟเพอร์เรท อีควชัน กับเทคนิคเอชแอลเอ็ม พบว่าเขาวนั้ปัญญาซึ่งเป็นตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (Micro level) มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้ตัวแปรเขาวนั้ปัญญายังมีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวแปรเจตคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางสมองซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง ที่เกิดจากกระบวนการทางสมองที่สลับซับซ้อนของมนุษย์ ตลอดจนการมีเหตุผลและดุลพินิจ สามารถคิด ได้หลายแง่มุม คิดได้หาวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการและสามารถวิพากษ์วิจารณ์ได้โดยอัตโนมัติ

2. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

เจตคติ (Attitude) เป็นศัพท์บัญญัติทางวิชาการ มีนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

เทอร์สโตน (Thurestone. 1947 : 479) มองเจตคติว่า เป็นระดับความมากน้อยของความรู้สึกในด้านบวกหรือด้านลบที่มีต่อสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นอะไรก็ได้ เช่น สิ่งของ บุคคล บทความ องค์กร ความคิด และอื่น ๆ ความรู้สึกเหล่านี้แสดงให้เห็นความแตกต่างว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

ราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 235) ให้ความหมายของเจตคติว่า ทำหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ยุพิน พิพิธกุล (2528 :13) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอันเป็นสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น วัตถุ บุคคล เหตุการณ์ ซึ่งความรู้สึกนี้อาจเป็นได้ทั้งทางบวกหรือทางลบ

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2527 : 230) ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นความพร้อมของร่างกายและจิตใจที่มีแนวโน้มที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ใด ๆ ด้วยการเข้าหาหรือถอยหนีออกไป

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อ บุคคล เหตุการณ์ วัตถุ หรือสิ่งใด ๆ ที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงออกมาในลักษณะที่เป็นทางบวกหรือทางลบ และเจตคติที่เป็นกลางเจตคติมีลักษณะมั่นคงและทนทาน แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้

เจตคติเป็นสิ่งสำคัญในการทำให้คนแสดงพฤติกรรมออกมา ประโยชน์ของเจตคติจึงมีมากกว่าสรุปได้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 54-55)

1. เจตคติเป็นคำย่อของการอธิบายความรู้สึกยาว ๆ กลุ่มพฤติกรรมต่าง ๆ ได้มาก เช่น จะพูดว่าเรามีเจตคติที่ดีต่อครอบครัว มีความหมายถึงเขารักครอบครัว ใช้เวลามากอยู่กับครอบครัว มีความสุขใจที่ได้อยู่กับครอบครัว เห็นพ้องต้องกันกับความคิดเห็นของครอบครัว ฯลฯ จะเห็นว่าเพียงคำเดียวว่าเจตคติดีเท่านั้นจะมีความหมายคลุมมากมาย
2. เจตคติใช้พิจารณาเหตุของพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งอื่นหรือมีต่อเป้าเจตคติของคนคนนั้น นั่น คือรู้เจตคติของคนสามารถส่งเสริมหรือยับยั้งสิ่งที่เขาแสดงออก
3. เจตคติสามารถมองสังคมได้ เพราะเจตคติเป็นสิ่งที่คงเส้นคงวา พฤติกรรมของบุคคลที่จะแสดงออกจากเจตคติ จึงสามารถนำมาอธิบายความคงเส้นคงวาของสังคมได้
4. เจตคติมีความดีงามในตัวเอง เจตคติของคนที่มีต่อเป้าเจตคติรอบ ๆ ตัวเราเองสะท้อนให้เห็น โลกทัศน์ของคนคนนั้น มีคุณค่าในการศึกษาจุดมุ่งหมาย

5. จากที่รู้ว่าเจตคติเกิดจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการให้การศึกษาเพื่อให้เกิดเจตคติที่พึงงามตามสังคม จึงต้องศึกษาสัญชาตญาณและปรับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีอิทธิพลต่อเจตคติของคนตามต้องการ

6. ในสาขาสังคมวิทยา นักสังคมวิทยาหลายคนให้ความเห็นว่าเจตคติเป็นศูนย์กลางความคิดและเป็นฐานพฤติกรรมสังคม การจะปรับระบบปกติของสังคมจึงควรเปลี่ยนแปลงเจตคติของแต่ละบุคคล

ดังนั้นการรู้เจตคติของคนจึงใช้ทำนายพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกเป็นการรับรู้ไว้ก่อนเพื่อหาทางป้องกันและแก้ไขให้คนในสังคมเป็นคนที่มีความเจตคติดีงามตามที่สังคมต้องการ สำหรับในด้านการศึกษากิจการเรียนการสอนครูผู้สอนจะต้องทำให้นักเรียนเป็นคนที่มีความเจตคติที่ดี ซึ่งก่อนที่จะให้การศึกษาแก่นักเรียนไม่ว่าจะเป็นวิชาใดก็ตาม จะต้องศึกษาธรรมชาติและความต้องการพื้นฐานของนักเรียนก่อน จึงจะสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากงานวิจัยของ จันทรเพ็ญ ธนาสุภกรกุล (2526 : 149) พบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงควรที่จะศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงไร เพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เนื่องจากเจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบแล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้มีอยู่ 5 ชนิด คือ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 54-55)

1. สัมภาษณ์ (Interview) หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมายผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเองและไม่หุนหัน จะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะกระตุ้นผู้ให้ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกรับตอบตามเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นข้อความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติให้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรครอบคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง

2. การสังเกต (Observation) คือ การเฝ้ามองสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมายเครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือตาและหูนั่นเอง การเฝ้าดูโดยการบันทึกจะทำให้

ลิ้มเลียน ได้ง่ายข้อรายการ (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม การสังเกตที่ดีก็ต้องฝึกเหมือนกันจึงจะทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะเป็นผู้ที่รับรู้และมีประสาทตาดีมีฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตัวเอง (Self-report) เครื่องมือเหล่านี้ต้องการให้ผู้ถูกตอบ แสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือ สิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพเพื่อให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมานั่นเอง แบบสอบถามหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวทางการสร้างของเทอร์สโตน (Thurestone) กัดมัน (Gultman) ลิเคิร์ต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) ส่วนการวัดเจตคติแบบรายงานตนเองยังมีวิธีแบบอื่น ๆ อีกมากแต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งสร้างแล้วแต่จุดมุ่งหมายของการสร้างหรือการวัดเป็นคราว ๆ ไป

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective Techniques) แบบนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตนเอง แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคสมบูรณ์ ภาพนามธรรม เดิมเรื่องวางสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะสรุปได้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าเจตคตินั้น

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological Measurement) การวัดด้านนี้อาศัยเครื่องมือไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกาย เขาวนได้ใช้เครื่องกัลป์วานอิมิตเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผลสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาพปกติ เรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องจับที่จออาศัยหลักการอันนี้การจะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จาก การเปลี่ยนแปลงของลูกตา คำ ๆ ปริมาณของฮอร์โมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

สรุปได้ว่า การวัดเจตคติสามารถวัด ได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่จะวัด ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกต การรายงานตนเอง เทคนิคการจินตนาการ และการวัดทางสรีระภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เจตคติมีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้สอดคล้องกับเอริง (Irving. 1996 : 706-715) ที่กล่าวว่า ก่อนจะให้การศึกษาแก่เด็กไม่ว่าจะเป็นวิชาใดก็ตาม จะต้องศึกษาธรรมชาติความต้องการ และพื้นฐานของเด็กเสียก่อน จึงสามารถให้การศึกษาแก่เด็กได้ถูกต้อง เด็กจะเรียนวิชาใดให้ได้ผลดีนั้นเขาจะต้องมีความชอบหรือเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น และจากงานวิจัยของ จันทรเพ็ญ ธนาสุภกรกุล (2526 : 149) พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นเราจึงควรที่จะศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

กู๊ด (Good. 1973 : 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จ หรือประสิทธิภาพทางการกระทำในทันทีที่กำหนดให้ หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากการที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 76) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสพการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ (Level of Accomplishment) ของบุคคลหลังจากได้รับการฝึกอบรม”

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถที่พัฒนาขึ้น หรือความสามารถที่เปลี่ยนไปหลังจากได้รับการเรียนรู้ ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 79) กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามความมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือ ทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความสามารถออกมาในรูปการกระทำจริง เช่น วิชาศิลปะ ละคร งานช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็นประสพการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ (Achievement test)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่พัฒนาขึ้นหลังจากที่เรียนจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน โดยวัดได้จากการทำแบบทดสอบ ถ้านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงแสดงว่านักเรียนคนนั้นมีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ และมีทักษะในการแก้ปัญหาที่ดีด้วย

4. การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

เชื้อ สาริมาน (2524 : 21) กล่าวถึงการส่งเสริมของผู้ปกครองว่า “ผู้ปกครองควรจัดให้นักเรียนได้มีเวลาดูหนังสือ ทำการบ้าน เตรียมสอบ มีอุปกรณ์การเรียนครบ ให้เดินทางไปโรงเรียนได้ทันเวลา ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ ใ้รางวัลในการเรียน”

ธีระ ชัยยุทธขรรยง (2526 : 68-69) ได้กล่าวถึงบทบาทของพ่อแม่ผู้ปกครองในการส่งเสริมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. พ่อ แม่ ผู้ปกครองจะต้องให้ความรัก ความเอาใจใส่ สนใจ ใน การเรียนและเข้าใจนักเรียนอย่างเพียงพอ
2. พ่อ แม่ ผู้ปกครอง ควรเลือกรายการในการดูโทรทัศน์และ ภาพยนตร์ที่เหมาะสมกับนักเรียน และแบ่งเวลาในการดูโทรทัศน์ให้เป็นสัดส่วน
3. หาโอกาสพาลูก หลาน ไปเที่ยวพักผ่อน และให้มีโอกาสได้พบ เห็นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งนอกจากจะเป็นการพักผ่อนแล้วยังเป็นการไปทัศนศึกษาอีกด้วย
4. พ่อ แม่ ผู้ปกครอง ควรจัดหาหนังสือที่ดีมีประโยชน์เหมาะสม สำหรับวัยของนักเรียนให้นักเรียนได้อ่าน

อาทร รัตนคำนวน (2522 : 20-22) ได้แปลมาจากบทความเรื่อง คุณ สามารถช่วยการเรียนของลูก “You can Help Children Learn” ของ โมนา พาย ซึ่งได้เสนอแนะว่าผู้ปกครองสามารถช่วยส่งเสริมในเรื่องการเรียนได้โดย

1. จัดเวลา และสถานที่สำหรับทำการบ้านหรือการเรียนที่บ้านให้แก่ นักเรียน
2. ช่วยสอนเรื่องที่เป็นปฏิบัติการพื้นฐาน
3. ติดตามปฏิบัติงานของโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ
4. กระตุ้นเตือนให้นักเรียน ได้เกิดการเรียนรู้อยู่เสมอ

สมโภชน์ เตียมสุภานิต (2528 : 40-42) ได้เสนอแนะขั้นตอนที่บิดา มารดาหรือผู้ปกครองจะช่วยให้ นักเรียนเรียนดีขึ้นได้ ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาของนักเรียน โดยการพูดคุยกับนักเรียนเพื่อจะหาข้อมูลว่านักเรียนมีความวิตกกังวล หรือมีปัญหาต่อกิจกรรมที่โรงเรียนหรือไม่
2. ไปพบครู เพื่อจะ ได้ช่วยกันแก้ปัญหา
3. จัดสิ่งแวดล้อมที่บ้าน เช่น การจัดสถานที่ทำการบ้านให้นักเรียน
4. ช่วยจัดตารางเวลาโดยแบ่งออกเป็นชั่วโมงเล่น การศึกษาส่วนตัว และการทำกิจกรรมอื่น ๆ
5. ให้รางวัลเมื่อนักเรียนทำได้ตามเงื่อนไขทันที
6. ทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาทั้งวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า พ่อแม่ผู้ปกครองอาจช่วย ส่งเสริมการเรียนการสอนเมื่อนักเรียนอยู่ที่บ้าน โดยการ จัดสภาพแวดล้อมและสภาพการณ์ทาง บ้านที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้นักเรียน ได้รับความรู้และประสบการณ์เพิ่มเติม เอาใจใส่การเรียนและ จัดหาวัสดุ สื่อการศึกษาอันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นก็ไปพบครูเพื่อช่วยกันหาทางในการแก้ปัญหา

ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน มีจำนวน 3 ตัวแปร

1. บรรยากาศในชั้นเรียน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544 :10-14) แบ่งบรรยากาศการเรียนการสอนเป็น 2 ประเภท คือ บรรยากาศทางกายภาพ และบรรยากาศทางจิตใจ

1. บรรยากาศทางกายภาพ คือ ลักษณะของห้องเรียนที่มีบรรยากาศทาง กายภาพเหมาะสมควรเป็นดังนี้

1.1 ห้องเรียนมีสี่ส้าน่าดูและเหมาะสม สบายตา ทัศนียภาพได้ดี ขนาดห้องพอเหมาะกับจำนวนนักเรียน และปราศจากเสียงรบกวน

1.2 ห้องควรมีบรรยากาศความเป็นอิสระของการเรียนรู้การทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่ม ตลอดจนการเคลื่อนไหวในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกประเภท

1.3 ห้องเรียนสะอาด ถูกสุขลักษณะ น่าอยู่ ตลอดจนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

1.4 สิ่งที่อยู่ภายในห้องเรียน เช่น โต๊ะเก้าอี้ สื่อการสอนประเภทต่าง ๆ สามารถเคลื่อนย้ายได้ และสามารถดัดแปลงให้เอื้ออำนวยต่อการสอนวิธีต่าง ๆ ตัวอย่าง เช่น เหมาะต่อการสอนโดยวิธีกระบวนการกลุ่ม วิธีบรรยาย และวิธีการแสดงละคร เป็นต้น

1.5 การจัดเตรียมห้องเรียนให้พร้อมต่อการสอนแต่ละครั้ง เช่น ให้ความเหมาะสมต่อการสอนวิธีต่าง ๆ เช่น เหมาะต่อการสอนโดยวิธีกระบวนการกลุ่ม และวิธีการแสดงละคร เป็นต้น

2. บรรยากาศทางจิตใจหรือบรรยากาศทางจิตวิทยา มีดังนี้

2.1 บรรยากาศความคุ้นเคยหรือความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนต้องร่วมกันสร้างขึ้น ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

2.1.1 บุคลิกภาพของผู้สอน

2.1.2 พฤติกรรมการสอนของผู้สอน

2.1.3 พฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน

2.2 บรรยากาศที่เป็นอิสระ คือ บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการค้นหาความรู้และเน้นการทำงานเป็นทีมหรือเป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ตลอดจนประสานความคิดเห็นร่วมกัน เป็นบรรยากาศที่จะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา และสนุกสนาน

2.3 บรรยากาศที่ทำท่าย คือ บรรยากาศที่ผู้สอนสร้างให้ผู้เรียนกระตือรือร้นสนใจ ติดตาม ค้นคว้าศึกษา เช่น การถามคำถามที่ต้องใช้ความคิด การค้นคว้า การถามเรื่องราวที่ทันสมัย ทันเหตุการณ์ เป็นต้น

2.4 บรรยากาศของการยอมรับนับถือ คือ บรรยากาศที่ผู้เรียนยอมรับนับถือผู้สอนในฐานะเป็นผู้ให้ความรู้และมีความสามารถทั้งด้านเนื้อหา และกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ

2.5 บรรยากาศของการควบคุม เป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนในห้องเรียนมีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ ระเบียบวินัยของห้องเรียน ซึ่งครูเป็นผู้กำหนด และนักเรียนมีหน้าที่รับผิดชอบตนเอง

2.6 บรรยากาศของการกระตุ้นความสนใจ คือ ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจเพื่อไปสู่เป้าหมายที่กำหนด และผู้สอนรู้จักการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนเพิ่มความถี่ของการมีพฤติกรรมในทางที่พึงประสงค์

ศุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2552 : 34) กล่าวว่านอกจากบรรยากาศในโรงเรียนมีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนของนักเรียนแล้ว บรรยากาศการจัดการเรียนการสอนของครูให้กับนักเรียนนับว่าเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระไม่ถูกควบคุมด้วยระเบียบวินัยนักเรียนจะมั่นใจ สามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเอง เมื่อนักเรียนมีอิสระในการคิดการตัดสินใจ ย่อมทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในทางกลับกันบรรยากาศที่ไม่เหมาะสมอาจจะเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่กล้าแสดงออก หรือกลัวถูกตำหนิ ดังนั้น บรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียนจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยที่เกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนมีหลายเรื่อง เช่น มัวร์ (Moors. 1978 : 863-869) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความไม่สนใจเรียนและระดับห้องเรียนของนักเรียนกับบรรยากาศในห้องเรียน พบว่า ห้องเรียนที่นักเรียนไม่สนใจเรียนมีความสัมพันธ์ทางลบกับบรรยากาศในห้องเรียน สำหรับนักเรียนที่มีความสนใจและประสบความสำเร็จในการเรียนรู้มีความสัมพันธ์ทางบวกกับบรรยากาศในห้องเรียน และจากการที่ บัญชา แสนทวี (2539 : 129) ได้ศึกษาเชิงสาเหตุของตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของครูผู้สอนในการจัดประสบการณ์แก่เด็กระดับก่อนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ พบว่า บรรยากาศในห้องเรียนมีอิทธิพลทางตรงต่อประสิทธิภาพของครูผู้สอนในการจัดประสบการณ์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถที่จะพัฒนาและทำให้เกิดขึ้นได้ ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดี หรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนถ้าต้องการให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ครูผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้กับนักเรียน

2. พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

ความหมายของพฤติกรรมการสอน

สมจิตร์ สวชนไพมูลย์ (2539 : 1) ให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนพอสรุปได้ว่า เป็นการกระทำของครูที่กำหนดให้มีขึ้นภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอนซึ่งมีทั้งการกระทำและการแสดงออกของครูและนักเรียนที่เกิดขึ้น ต่อเนื่องกัน ในชั้นเรียน มีทั้งพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูด การอธิบาย การใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรง การใช้สื่อการสอน การตอบคำถามของนักเรียน การทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย

วิชัช วงษ์ใหญ่ (2541 : 11) ให้ความหมายพฤติกรรมการสอนว่า เป็นพฤติกรรมที่ครูแสดงออกเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การแสดงออกทางวาจา การใช้สื่ออุปกรณ์การสอน การให้นักเรียนทำกิจกรรมในระหว่างดำเนินการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน

ลักษณะพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์มี นักการศึกษาได้ให้แนวคิดไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2533 : 300-324) กล่าวว่าครูที่สอนเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ไม่ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ครูควรมีเทคนิคการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์มี ดังนี้

1. การยกตัวอย่างและการตั้ง โจทย์ปัญหา อาจตั้ง โจทย์ที่แปลก ๆ ตลกขบขันทันสมัย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนและศรัทธาในตัวผู้สอน
2. ใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่งครูอาจให้นักเรียนช่วยจัดหาสื่อจากวัสดุง่าย ๆ สอดคล้องกับ วรินทร์รา วัชรสิงห์ (2537 : 73) กล่าวว่า การให้นักเรียนช่วยทำวัสดุประกอบการเรียน เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ที่ประดิษฐ์สิ่งที่แปลก ๆ
3. การใช้คำถามที่เป็นปลายเปิดให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และตอบคำถามได้หลายอย่าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
4. การใช้ภาพประกอบ ทำให้ผู้เรียนความใจท่องเที่ยวทั่วถึง
5. การสอนคณิตศาสตร์ให้สนุกควรจะหาเทคนิคต่าง ๆ เข้ามาแทรกในเนื้อหา เช่น เพลง เกมส์ ปริศนา แต่ต้องเลือกให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนด้วย

เสริมศักดิ์ สุรวัดลก (2537 : 117-118) กล่าวว่าครูนอกจากรู้วิธีสอนแล้ว จะต้องมีความรู้ในการสอนด้วยเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เช่น การยกตัวอย่างง่าย ๆ ให้ทำโจทย์แปลก ๆ ปัญหาแปลก ๆ โดยผู้สอนคิดขึ้นเองขณะสอน ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ให้นักเรียนค้นหาข้อสรุปด้วยตัวเอง ใช้วัสดุประกอบการสอนที่หาได้ง่าย ๆ ครูรู้จักวิวัฒนาการง่าย ๆ เพื่อประกอบการอธิบายจะทำให้ผู้เรียนศรัทธาและสนใจยิ่งขึ้น รวมทั้งใช้เพลง กลอน เกมต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนจำกฎต่าง ๆ ได้ดีและแม่นยำยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เป็นการกระทำหรือแสดงออกขณะดำเนินการสอน เช่น การยกตัวอย่างที่แปลกใหม่ หลากหลาย การตั้งโจทย์ที่ทันสมัย การใช้สื่อประกอบการสอน รวมทั้งทั้งเทคนิคการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้ความคิด ได้ฝึกทักษะการคิดคำนวณและเสริมสร้างความเข้าใจในบทเรียน

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

เลวิน, ลิปปีด และไวท์ (ก่อ สวัสดิพานิชย์ และคณะ. 2513 : 178-181)

ได้ทำการศึกษาถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน โดยแบ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ แบบอัตตาธิปไตย (Autocracy) แบบประชาธิปไตย (Democracy) และแบบปล่อยปะละเลย (Laissez-faire) ทั้งสามคนได้ร่วมกันศึกษากับเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มมีครูที่มีลักษณะแตกต่างกัน และสรุปผลออกมา ดังนี้

1. กลุ่มที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นแบบอัตตาธิปไตย โดยครูจะกำหนดเนื้อหา วิธีสอน และกิจกรรมทุกอย่าง ให้เด็ก ครูมอบหมายงานให้ทำโดยไม่แจ้งจุดมุ่งหมายนักเรียนต้องปฏิบัติตาม ครูไม่รับฟังข้อโต้แย้งต่าง ๆ

ปฏิสัมพันธ์แบบนี้ให้ผลดีในการเรียน เด็กทำงานสำเร็จ และมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนดี แต่ในด้านบุคลิกภาพ การปฏิบัติสัมพันธ์แบบนี้ทำให้เด็กเป็นคนก้าวร้าวเนื่องจากรู้สึกว่าเขาเองถูกบังคับกดขี่ ถ้ามีโอกาสสวียพากย์ก็จะแสดงออกอย่างรุนแรง โดยเฉพาะในขณะที่ลับหลังครู เด็กก็จะขาดความรับผิดชอบ ขาดการริเริ่ม และความเป็นผู้นำ

2. กลุ่มที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นแบบปล่อยปะละเลยกลุ่มที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นแบบปล่อยปะละเลย แบบนี้มีลักษณะตรงข้ามกับอัตตาธิปไตย คือครูไม่เอาใจใส่ สอนตามเรื่องตามราว ปล่อยให้เด็กทำตามความพอใจ การเรียนการสอนแบบนี้ ไม่ส่งเสริมบุคลิกภาพที่ดี เด็กจะเป็นคนทำงานไม่เป็น ไม่รู้จักรับผิดชอบ ไร้ใจไม่ได้ และไม่สามารถเป็นผู้นำที่ดีได้

3. กลุ่มที่มีปฏิสัมพันธ์แบบประชาธิปไตย ครูมักจะคำนึงถึง และให้เด็กมีส่วนร่วมในการเรียนและวางแผนจัดกิจกรรมต่าง ๆ ครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ ให้การเรียนเป็นไปโดยถูกต้อง มีกิจกรรมที่เหมาะสม มีการออกความคิดเห็น การรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ความสัมพันธ์แบบนี้ จะทำให้เด็กรู้จักมีความร่วมมือและเคารพซึ่งกันและกัน มีลักษณะความเป็นผู้นำ การริเริ่มในทางสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบ

Yee (1971 : 31-35) มีความคิดว่า อิทธิพลที่สำคัญในชั้นเรียน มาจากตัวครูไปยังนักเรียน เขาได้วิจัยถึงพฤติกรรมของคณะครูและนักเรียนในชั้นเรียน โดยศึกษากับเด็กและครูเกรดสอง เขาได้แบ่งพฤติกรรมของครูออกเป็น 2 แบบ คือ แบบ Dominative และแบบ Integrative

ครูแบบ Dominative มีลักษณะดังนี้ บอกให้นักเรียนทำสิ่งต่าง ๆ ตัดสินโดยไม่คำนึงถึงเหตุผล ชอบทำโทษ โดยไล่ออกไปนอกห้องเรียน เรียกร้องความสนใจจากเด็ก

ครูแบบ Integrative มีลักษณะดังนี้ คำนึงถึงความสนใจของนักเรียนให้คำแนะนำช่วยเหลือแก้ปัญหาต่าง ๆ ยอมรับพฤติกรรมของนักเรียน เด็กที่มีครูแบบ Integrative จะมีลักษณะให้ความร่วมมือ มีพฤติกรรมที่นำตนเองได้ (Self-directed Behavior) มีความเป็นกันเอง พฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม เช่น รบกวน ก้าวร้าว มีน้อย ส่วนครูแบบ Dominative จะทำให้พฤติกรรมของเด็กเป็นแบบ ก้าวร้าว ชอบเป็นศัตรูซึ่งจะไม่แสดงออกต่อครูและเพื่อน ๆ จากการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่า พฤติกรรมของครูนั้นมีอิทธิพลต่อเด็กไม่น้อย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน เป็นการแสดงออกหรือการปฏิบัติระหว่างครูกับนักเรียนในขณะที่ทำการเรียนการสอน ถ้าครูผู้สอนสอนโดยการออกคำสั่งให้นักเรียนทำตาม และอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ที่ครูกำหนด นักเรียนจะสามารถทำงานได้สำเร็จแต่จะเป็นเด็กที่ก้าวร้าว แต่ถ้าครูปล่อยให้เด็กทำตามความคิดของตนเอง เด็กจะขาดความรับผิดชอบ ไร้ใจไม่ได้ และไม่สามารถเป็นผู้นำที่ดีได้ แต่ถ้าครูให้เด็กมีส่วนร่วมในการเรียนและวางแผนจัดกิจกรรมต่าง ๆ ครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ ให้การเรียนเป็นไปโดยถูกต้อง มีกิจกรรมที่เหมาะสม มีการออกความคิดเห็น การรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เด็กจะเคารพซึ่งกันและกัน มีลักษณะความเป็นผู้นำ มีความคิดริเริ่มในทางสร้างสรรค์ และมีความรับผิดชอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

นธิ คำรงค์เดชกุล (2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดบวรเมษกุล กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน และนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

เชาวนา บุทธสุริยพันธ์ (อ้างในรัชภูมิ แซ่ไข่ 2546 : 80) จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนในบรรยากาศแบบเปิด โอกาสให้ได้แสดงออกซึ่งความคิดเห็น ไม่เคร่งเครียด ระเบียบนัก ปรากฏว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีบรรยากาศการเรียนการสอนแบบเคร่งครัด

นันทิพา คงวิไล (2540 : 54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “รูปสี่เหลี่ยม” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร พบว่า 1. ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปรกรณ์ ประจัญบาน (2542 : 144-147) ได้ศึกษารูปแบบของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (Multilevel Path Analysis) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3,380 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนตัวแปรที่ไม่สัมพันธ์ คือ ตัวแปรความตั้งใจเรียน ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียนมีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำแนกตามโรงเรียน ได้แก่ ประสิทธิภาพในการสอนของครู และคุณภาพการสอนของครู รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปร สรุปได้ว่า ตัวแปรระดับนักเรียนมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง และความตั้งใจเรียน ตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลทางตรง ได้แก่ การเรียนพิเศษและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกเป็นรายโรงเรียนคือ ประสิทธิภาพในการสอนของครู แต่ตัวแปรระดับโรงเรียนไม่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางระหว่างตัวแปรระดับนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกเป็นรายโรงเรียน

สิริพร ปาณางษ์ (2545 : 156) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า บรรยากาศในห้องเรียนมีอิทธิพลผ่านคุณภาพการสอน ไปยังค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายห้อง แสดงให้เห็นว่า บรรยากาศในห้องเรียนเป็นตัวแปรที่สำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อธิบายได้ว่า บรรยากาศในห้องเรียน

เป็นสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ดังนั้นหากนักเรียนมีการโต้ตอบกับครูผู้สอนอยู่ตลอดเวลาในขณะที่เรียน หรือมีความตั้งใจในระหว่างที่ครูสอน หรือนักเรียนร่วมอภิปรายในเนื้อหาที่เรียนซึ่งกันและกัน สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้ครูผู้สอนพยายามที่จะพัฒนาการสอนของตนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น เพื่อจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุดต่อไป

กุลภัสสร ศิริพรรณ (2545 : 100) ได้ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เท่ากับ 0.6814 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ตัวแปรอิสระทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.30 2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เท่ากับ 0.883 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ตัวแปรอิสระทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 78 3) ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนน้ำหนักความสำคัญการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาทิตย์ อางหาญ (2547 : 121) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค และความสามารถในการแก้ปัญหา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประยุกต์ 2 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ช่างอุตสาหกรรม สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4 : การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประยุกต์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคด้านความพยายาม

ในการแก้ไขอุปสรรค ด้านการรับรู้ถึงอุปสรรค และความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .467 , .355 , .281 , -.339 และ .399 ตามลำดับ และตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคด้านการควบคุมสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรค และด้านความอดทนต่ออุปสรรค มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .141 และ .134 ตามลำดับ

วิญญกร วิลัยพิศ (2547 : 142-143) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด : การวิเคราะห์ห้หุระดับ โดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น พบว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู และความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร ส่วนตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ประสบการณ์สอนของครู และภาระการสอนของครู

สุปรียา สมักรวงส์ (2548 : 159-161) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการวิเคราะห์โมเดลตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ PAQ และแบบ PAL พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้จากการวิเคราะห์เส้นทางแบบ PAQ มี 7 ตัวแปร ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงอย่างเดียวยังต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เฉพาะตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมอย่างเดียวยังต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์

ตัวแปรที่มีอิทธิพลส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้จากการวิเคราะห์เส้นทางแบบ PAL มี 7 ตัวแปร ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเหตุผล มีติคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงอย่างเดียวต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เฉพาะตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมอย่างเดียวต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ บรรยากาศในห้องเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเหตุผล มีติคณิตศาสตร์ และการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

2. งานวิจัยต่างประเทศ

เบอร์นัสเตียน (Bernstien, 1990 : Abstract) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้นในการวิเคราะห์พหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ขนาดของโรงเรียน ความสัมพันธ์ของครอบครัว ความสำเร็จของนักเรียนรุ่นพี่ กลุ่มนักวิจัยทางการศึกษาได้พิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มาสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน การวิจัยมุ่งประเด็นไปยัง โรงเรียน หรือเขตที่ไม่ได้มีการใช้พหุระดับหรือลักษณะลำดับขั้นของธรรมชาติวิธีการที่แตกต่างกันจากข้อมูลทางการศึกษาของพหุระดับและการใช้โมเดลวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจากการฝึกคิดตามแบบของบาลกา ในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ 3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ในปีการศึกษา 2542 โรงเรียนสภาราจินี จังหวัดตรัง จำนวน 40 คน ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกา ในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ แล้วทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัธยฐานและคณิตศาสตร์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้ 2.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3.นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริม วิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บลอยด์ (Blayd, 2004 : 4023-B) ได้ศึกษาความอดทนว่ามีอิทธิพลต่อ

ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ภายใต้สภาพที่ตึงเครียดได้อย่างไร โดยเก็บรวบรวมข้อมูลสองครั้งจากนักศึกษาและถูกจ้างกลุ่มเดิม จำนวน 250 คน ที่วิทยาลัยชุมชนแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตลอดเวลา 2 สัปดาห์ในภาคฤดูใบไม้ร่วง คะแนน 2 ครั้ง ให้รูปแบบการมองเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงในการคิดเชิงสร้างสรรค์กับการเปลี่ยนแปลงความเครียดระหว่างผู้ที่มีโครงสร้างความอดทนต่ำกับผู้ที่มีโครงสร้างความอดทนสูง ใช้แบบทดสอบความอดทน 2 ฉบับ คือ แบบสำรวจที่คะแนนบุคคล 3R และแบบความอดทนฉบับสั้น ๆ ของ Bartone ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ 2 ฉบับ คือแบบทดสอบการผลิตที่ดึงความคิดเชิงสร้างสรรค์และแบบทดสอบฉบับย่อสำหรับผู้ใหญ่ของ Tarrance ความเครียดวัดด้วยแบบประมาณค่าการปรับตัวซ้ำอีก แบบสำรวจประสบการณ์ชีวิตและแบบวัดความวิตกกังวลในลักษณะของรัฐ พบว่าแต่ละบุคคลมีความอดทนต่ำ การเปลี่ยนแปลงความคิดสร้างสรรค์ลดลง ในขณะที่ความเครียดเพิ่มขึ้น ($r = -.443, p = .002$) ข้อมูลสนับสนุนการเพิ่มขึ้นตามที่พยากรณ์ไว้ในการคิดเชิงสร้างสรรค์ ในขณะที่ความเครียดเพิ่มขึ้นสำหรับกลุ่มที่มีความอดทนสูง ($r = .318, p = .50$) ผลการศึกษาเสนอแนวโน้มที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่มีความอดทนต่ำกับกลุ่มตัวอย่างที่มีความอดทนสูง เมื่อเปรียบเทียบกันที่จุดที่กำหนดไว้ในเวลาถึงแม้ว่าไม่มีสหสัมพันธ์แต่ละด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามที่พยากรณ์ไว้แต่ละบุคคลที่มีความอดทนต่ำ ความสัมพันธ์เชิงลบพบว่าเมื่ออยู่ระหว่างระดับความเครียดกับการแสดงให้เห็นความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ และพบอีกหลายประการ ในภาพรวมข้อค้นพบเหล่านี้ให้

ความเข้าใจใหม่ ๆ เกี่ยวกับวิธีการที่การคิดสร้างสรรค์อาจช่วยให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างความอดทนกับความเครียดไว้ มีเหตุผลที่เชื่อถือได้ว่าภายใต้สภาพความเครียดการคิดเชิงสร้างสรรค์อาจจะได้รับความสะดวกจากความอดทนทางจิตวิทยา

เอเนลโล (Aniello, 2004 : 2755-A) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการคิดเชิงสร้างสรรค์ระหว่างนักศึกษาปริญญาตรีในวิทยาลัยพีมอติของมหาวิทยาลัยเวเนเจอร์บิลด์ การศึกษามุ่งเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ของพวกเขาภายใต้บริบทของเนื้อหาที่เรียนในรายวิชาความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ได้ออกแบบขึ้นภายในกรอบของสภาพแวดล้อมห้องเรียนของวิทยาลัย โดยเฉพาะในระดับภาระงานของอาจารย์และบรรยากาศเข้าร่วมกันตามที่วัดด้วยคำตอบของนักศึกษา การศึกษาคั้งนี้ใช้กับนักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 36 คน ในภาควิชามนุษย์และการพัฒนาองค์กร ในภาคเรียนฤดูใบไม้ผลิปี 2001 ในรายวิชามนุษย์และการพัฒนาองค์กร (HOD) 1200 เรื่อง “ความเข้าใจองค์กร” วิธีการศึกษาให้นักศึกษาแต่ละคนทำปายชื่อเชิงสร้างสรรค์ 1 ปาย ในตอนเริ่มต้นภาคเรียนและอีกครั้งหนึ่งในตอนปลายภาคเรียนแบ่งนักเรียนออกเป็นหลาย ๆ กลุ่ม ๆ ละ 6 คน แต่ละคนทำงานโครงการของทีมตลอดรายวิชาทั้งภาคเรียน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาจากแบบวัดที่ทำการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน การเปลี่ยนแปลงนี้พิจารณาเห็นว่าเชื่อถือได้เมื่อใช้แบบวัดของเพียร์สันวัดการประมาณค่าของผู้ตัดสินใจคิดสร้างสรรค์ จำนวน 21 คน แบบวัดเชิงปริมาณ 2 ฉบับ ที่วัดสภาพแวดล้อมห้องเรียน คือ ภาระงานของอาจารย์และการเข้าร่วมนั้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในด้านความคิดสร้างสรรค์จากการทดสอบก่อนเรียนถึงการทดสอบหลังเรียนแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงความคิดสร้างสรรค์ตามระดับความคิดสร้างสรรค์ตอนเริ่มต้น (แบบทดสอบก่อนเรียน) ยิ่งระดับเริ่มต้นต่ำเท่าไร ยังมีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นเท่านั้น ส่วนเพศหรือกลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้ามา พบว่า ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์น้อยไม่ว่างานวิจัยในประเทศหรืองานวิจัยต่างประเทศ ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อาจมีหลายปัจจัย และนักเรียนที่มีบริบทต่างกันก็อาจจะมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ต่างกันไปด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป