



บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยขอเสนอวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองของมนุษย์
 - 1.1 ทฤษฎีสองตัวประกอบ (Two-Factor Theory)
 - 1.2 ทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple Factor Theory)
 - 1.3 โครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure-of-Intellect Model)
 - 1.4 ทฤษฎีลำดับขั้น. (Hierarchical Theory)
2. ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม
 - 2.1 ความหมายของความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม
 - 2.2 ความสำคัญของความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมต่อวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 การพัฒนาความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม
 - 2.4 การวัดความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม
3. ความคิดสร้างสรรค์
 - 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 3.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์
 - 3.4 ลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์
 - 3.5 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
 - 3.6 อุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์
 - 3.7 การวัดความคิดสร้างสรรค์
4. ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 การพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

- 4.4 อุปสรรคในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
- 4.5 การวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
- 5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศไทย
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์

มนุษย์ย่อมมีความสามารถทางสมองแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากกรรมพันธุ์และสิ่งแวดล้อม ความสามารถทางสมองที่แตกต่างกันเป็นผลให้บุคคลมีความแตกต่างกันในการทำงานและความรับผิดชอบ บางคนมีความสามารถหลายด้าน บางคนมักไม่ประสบความสำเร็จในการทำงานที่ไม่ตรงกับความสามารถ นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านพยายามศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะอธิบายให้เห็นถึงสภาพต่าง ๆ ในสมองของมนุษย์ว่ามีโครงสร้างทางสมองประกอบกันเช่นไร โดยค้นคว้าวิจัยตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ จากผลของการค้นคว้าทำให้เกิดทฤษฎีหรือความเชื่อขึ้นมากมาย ซึ่งจะขอเสนอทฤษฎีที่สำคัญและเป็นที่แพร่หลายดังต่อไปนี้

ทฤษฎีสองตัวประกอบ (Two-Factor Theory)

ชาลส์ สเปียร์แมน (Charles Spearman 1927 : 415) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ เป็นผู้นำทฤษฎีนี้ มีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองของคนเรามีก่อประกอบอยู่ 2 ประการ ในการแสดงออกซึ่งความคิดเห็นหรือกระทำกิจกรรมใด ๆ ย่อมต้องอาศัยองค์ประกอบทั้งสองประการนี้คือ

1. ตัวประกอบที่เป็นพื้นฐานทั่วไป (General Factor) หรือ g เป็นความสามารถที่มีสอดแทรกอยู่ในทุก ๆ อริยาบถของความคิดและการกระทำของมนุษย์ มนุษย์ทุกคนมีความสามารถด้านนี้ แต่แตกต่างกันออกไป มากบ้างน้อยบ้างตามแต่ละบุคคล
2. ตัวประกอบเฉพาะด้าน (Specific Factor) หรือ s เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกันและเป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละเฉพาะบุคคล เช่น ความสามารถพิเศษทางด้านดนตรี ทางด้านเครื่องดนตรีกลไก ทางด้านศิลปะ เป็นต้น

ทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple Factor Theory)

แอล.แอล. เธรอสโตน (L.L. Thurstone 1958 : 121) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา

ผู้นำคนสำคัญของทฤษฎีนี้ได้ศึกษาองค์ประกอบของสติปัญญามนุษย์โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) พบว่าความสามารถทางสมองเบื้องต้น (Primary Mental Ability) ของมนุษย์แบ่งออกเป็น 7 ด้านดังนี้

1. ด้านจำนวนตัวเลข (Numerical-Factor) หรือ N-Factor เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
2. ด้านความเข้าใจทางภาษา (Verbal-Factor) หรือ V-Factor เป็นความสามารถทางด้านเข้าใจศัพท์ บทความ บทกวี อุปมาอุปไมยทางภาษาหรือเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษาและเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม
3. ด้านเหตุผล (Reasoning-Factor) หรือ R-Factor เป็นความสามารถในการสรุปประเภทอุปมา-อุปไมย และสรุปความ ได้อย่างสมเหตุสมผล
4. ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial-Factor) หรือ S-Factor ความสามารถทางด้านนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ การรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่และการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพนั้น ไปจากที่เดิม ซึ่งอาจต้องใช้องค์ประกอบการจินตนาการร่วมกัน
5. ด้านความจำ (Memory-Factor) หรือ M-Factor เป็นความสามารถในการระลึกและจดจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
6. ด้านการรับรู้ (Perceptual-Factor) หรือ P-Factor เป็นความสามารถในการมองเห็นและรับรู้ในสิ่งที่ เป็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง
7. ด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency-Factor) หรือ W-Factor เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

โครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure-of-Intellect Model)

เจ.พี.กิลฟอร์ด (J.P. Guilford 1967 : 60) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา ได้ศึกษาทฤษฎีทางสติปัญญาของมนุษย์ที่เรียกว่าโครงสร้างทางสติปัญญา โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งได้เสนอโครงสร้างทางสติปัญญา โดยอธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ เป็นโครงสร้างหุ่นสามมิติ (Three Dimensional Model) ประกอบด้วยมิติด้านเนื้อหา (Contents) มิติด้านวิธีการคิด (Operations) และมิติด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านเนื้อหา (Contents) อาจจะเป็นสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความคิด ได้แก่ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

ภาพ หมายถึง ข้อมูลที่เป็นรูปธรรมและสามารถรับรู้ได้หรือระลึกได้เป็นรูปร่าง สัญลักษณ์ หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเครื่องหมาย เช่น ตัวอักษร ตัวเลข รหัส และ คำพูด

ภาษา หมายถึง ข้อมูลที่เป็นความหมายที่ใช้ติดต่อกันด้วยคำพูดหรือภาพที่มีความหมาย พฤติกรรม หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปกิริยาอาการของมนุษย์

มิติที่ 2 ด้านวิธีการคิด (Operations) เป็นการทำงานของสมองเมื่อรับเอามิติแรกเข้าไปแล้วโดยเริ่มจากการรับรู้การเข้าใจ (Cognitive) การจำ (Memory) การคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) และการประเมินค่า (Evaluation)

การรับรู้การเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการค้นพบอย่างรวดเร็ว การรู้จักตัว การค้นพบรวมทั้งความเข้าใจ

การจำ หมายถึง ความสามารถในการสะสมข้อมูลที่ได้เรียนรู้มา

การคิดแบบกระจาย หมายถึง ความสามารถในการให้การตอบสนองหลาย ๆ อย่าง จากที่มาอันเดียวกัน

การคิดแบบเอกนัย หมายถึง ความสามารถในการตอบสนองที่ถูกต้องและดีที่สุด จากข้อมูลที่กำหนดให้

การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตัดสินข้อมูลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

มิติที่ 3 ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) เป็นความสามารถที่เกิดขึ้นจากผลของการคิดจำแนกได้ เป็น หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications)

หน่วย หมายถึง ความสามารถในการแยกความสัมพันธ์หรือจำกัดวงข้อมูลตาม ลักษณะของข้อมูลได้

จำพวก หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นเบื้องหลังของกลุ่มข้อมูลที่จัดเป็น กลุ่มตามลักษณะของข้อมูลนั้น

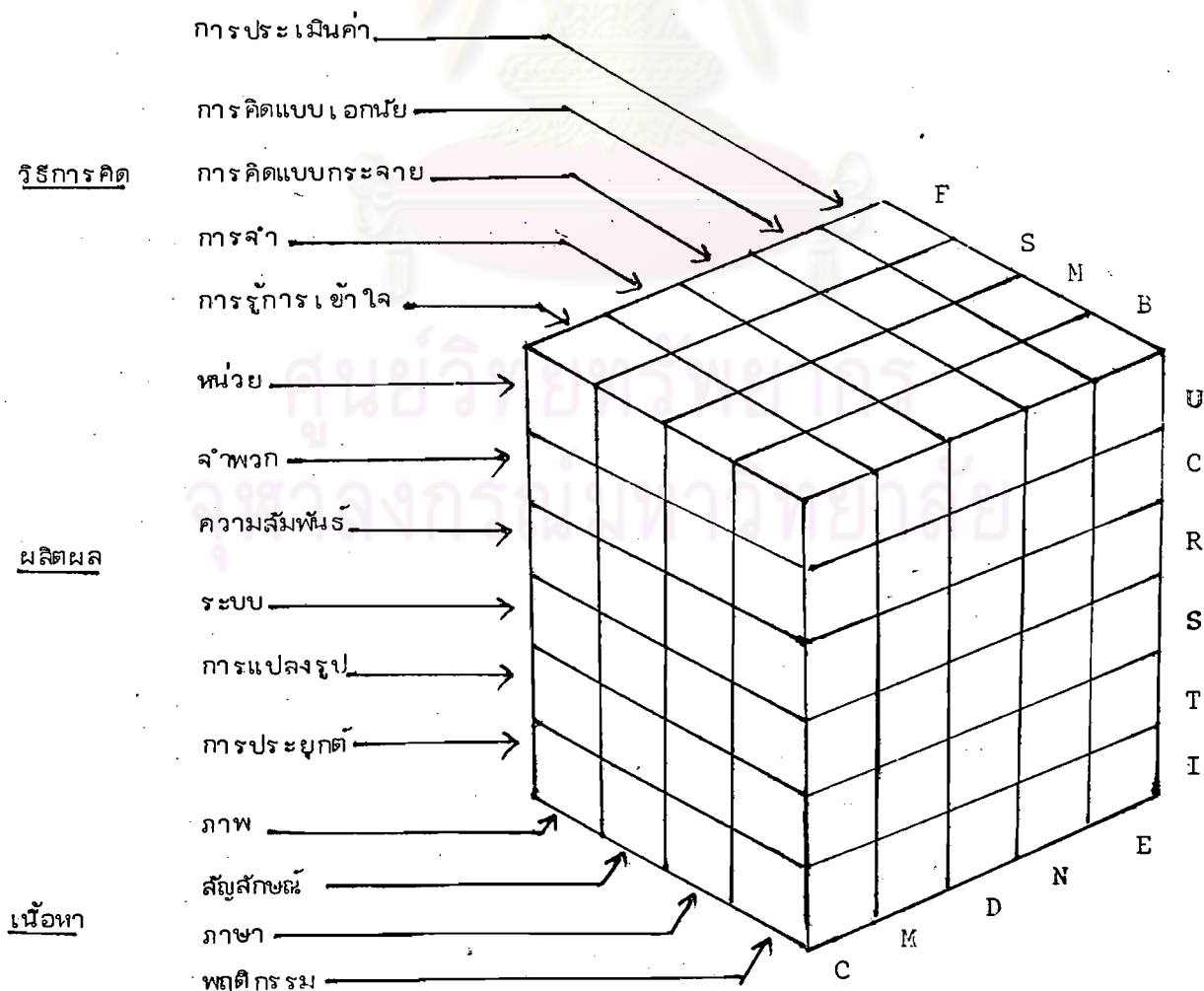
ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มข้อมูลตามลักษณะของตัวแปร

ระบบ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมหรือร่างข้อมูลให้เป็นข้อสรุป การแปลงรูป หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงลักษณะของข้อมูล อาจจะใช้การให้นิยามใหม่หรือการแก้ไข

การประยุกต์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้มาปรับปรุงให้เป็นประโยชน์

โครงหุ่นสามมิติ (Three Dimension Model) ที่แสดงโครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ เจ.พี.กิลฟอร์ด (J.P. Guilford) ประกอบด้วย 120 โครงหุ่นจุลภาค (Micromodel) แต่ละโครงหุ่นจุลภาคเป็นหุ่นสามมิติเล็ก ๆ ประกอบด้วยวิธีการคิด-เนื้อหา-ผลิตผล(Operation-Content-Product) ซึ่งจำลองได้ด้วยภาพดังนี้

แผนภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองของโครงสร้างของความสามารถทางสติปัญญา



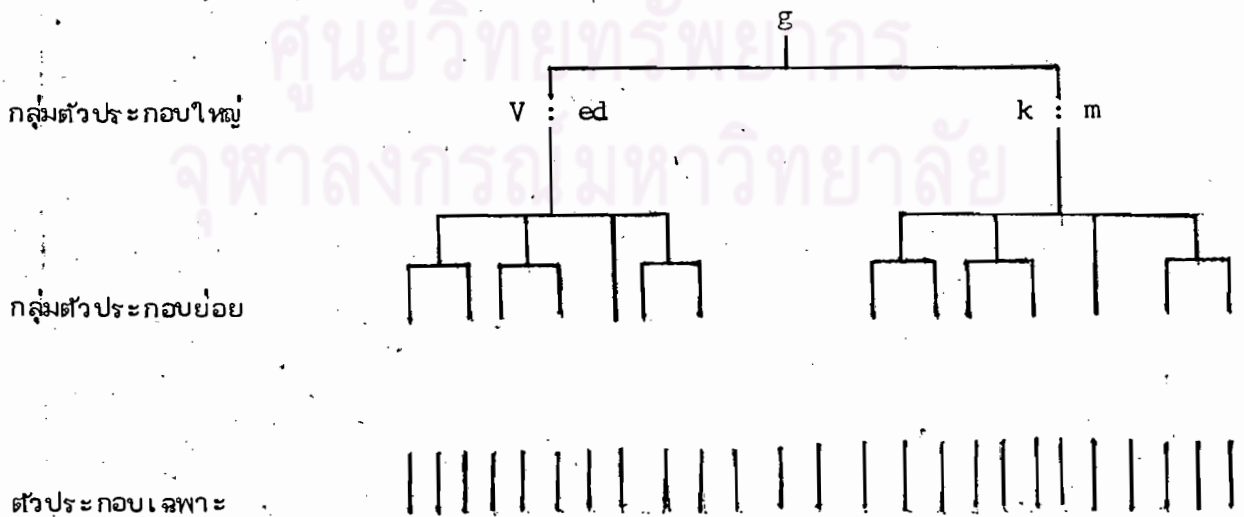
ทฤษฎีไฮราซิคอล (Hierarchical Theory)

ทฤษฎีนี้ก่อตั้งโดยกลุ่มนักจิตวิทยาชาวอเมริกันและอังกฤษกลุ่มหนึ่งซึ่งรวมทั้ง ซี.เบอร์ต (C.Burt) พี.อี.เวอร์นอน (P.E. Vernal) และ จี.เอช.ทอมสัน (G.H. Thomson)

พี.เอ.เวอร์นอน (P.E.Vernon 1950 : 23) อธิบายถึงความสามารถทางสมอง ซึ่งเป็นตัวประกอบทั่วไป (g) ว่าประกอบด้วยกลุ่มตัวประกอบใหญ่ (Major Group Factor) ซึ่งมี 2 ส่วน เรียกว่า (V:ed) เป็นความถนัดทางภาษาและการศึกษา และ (k:m) เป็นความถนัดทางกลไกเชิงปฏิบัติ ตัวประกอบใหญ่เหล่านี้สามารถแบ่งออกได้อีกเป็นกลุ่มตัวประกอบย่อย ตัวประกอบทางภาษาทางการศึกษา (V:ed) ให้ตัวประกอบย่อยทางภาษาและตัวเลข ในทำนองเดียวกันตัวประกอบทางกลไกเชิงปฏิบัติ (k:m) ให้ตัวประกอบย่อยความรู้ทางกลไก ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ และตัวประกอบย่อยเกี่ยวกับการใช้มือซึ่งตัวประกอบย่อยเหล่านี้ก็สามารถวิเคราะห์ย่อยลงไปได้อีกเป็นตัวประกอบเฉพาะ ซึ่งองค์ประกอบเฉพาะเหล่านี้ เป็นองค์ประกอบที่ร่วมกันแสดงออกถึงความสามารถทางด้านใดด้านหนึ่งของมนุษย์

โครงสร้างลำดับขั้นนี้คล้ายกับการสืบเชื้อสาย โดยมีตัวประกอบทั่วไป (g) อยู่บนสุดและตัวประกอบเฉพาะ (S) อยู่ล่างสุด

แผนภาพที่ 2 แสดงแบบองค์ประกอบตามลำดับขั้นของความสามารถของ พี.อี.เวอร์นอน (P.E. Vernon 1950 : 22)



จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองของมนุษย์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทฤษฎีสองตัวประกอบ (Two-Factor) และทฤษฎีลำดับชั้น (Hierarchical Theory) มีแนวความคิดเดียวกันว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยความสามารถที่เป็นพื้นฐานทั่วไปซึ่งมีอยู่ในทุกคน และความสามารถเฉพาะซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดความแตกต่างในแต่ละบุคคล ส่วนทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple Factor Theory) และโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model) ของ เจ.พี.กิลฟอร์ด (J.P. Guilford) มีแนวความคิดเดียวกันว่ามนุษย์มีความสามารถทางสมองหลายด้าน แต่อย่างน้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละด้านตามแต่ละบุคคล ความสามารถด้านที่มีมากที่สุดในแต่ละบุคคลจะเป็นจุดเด่นเฉพาะตัว เป็นผลให้แต่ละบุคคลมีความสามารถแตกต่างกันออกไป

ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองของมนุษย์ จะเห็นได้ว่าถ้าบุคคลมีความสามารถด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าความสามารถด้านอื่น หรือมากกว่าบุคคลอื่น เป็นผลให้เกิดลักษณะประจำตัวของบุคคล และทำให้บุคคลแตกต่างกัน ดังนั้นความสามารถจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับบุคคลว่ามีความเหมาะสมในด้านใด

กลิฟฟอร์ด ที.มอร์แกน (Glifford T. Morgan 1961 : 483) กล่าวถึงความหมายของความสามารถ (Ability) ว่าเป็นคุณลักษณะประจำตัวของบุคคลและเป็นสิ่งที่ทำให้บุคคลแตกต่างกัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Ability) เป็นความสามารถในการประกอบกิจการที่ต้องอาศัยสติปัญญา ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบเข้าว้ปัญญา (Intelligence Test) และความสามารถพิเศษ (Specific Ability) เป็นความสามารถเฉพาะบุคคล ได้แก่ความสามารถทางด้านศิลปดนตรี เิงกลและเชิงคำนวณ เป็นต้น ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความถนัด

ความหมายของความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม

มนุษย์ทุกคนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลทุกคน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล ความสามารถทางด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งขององค์ประกอบพื้นฐานทางสติปัญญา ส่วนความคิดเชิงนามธรรมนั้น เป็นที่ยอมรับกันว่า การรับรู้ด้านนามธรรมเป็นพัฒนาการขั้นสูงสุดของการเรียนรู้ ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมนั้น มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

นอร์แมน เลสลีย์ มูน (Norman Leslie Munn 1962 : 59) กล่าวถึงความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมว่าเป็นความสามารถในการคิดรวบรวมประสบการณ์ในลักษณะที่มีความเหมือนหรือความคล้ายเข้าด้วยกัน และนำลักษณะนี้ไปสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่

จอร์จ เค.เบนเนท ฮาโรลด์ ซี.ซีฮอร์ และอเล็กซานเดอร์ ซี.เวส์แมน (George K. Bennett, Harold G. Seashore and Alexander G. Wesman 1966 : 7) กล่าวถึงความหมายของความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมว่าเป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลในสิ่งที่ไม่ใช่ภาษาและรับรู้ถึงหลักฐานของการเปลี่ยนแปลงแบบแผน โดยที่ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมนี้เป็นความถนัดด้านหนึ่งใน 7 ด้านที่วัดได้จากแบบทดสอบความถนัดชนิดจำแนกตัวประกอบ (DAT)

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้าน และในด้านความหมายของความถนัดนั้นมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ชวาล แพร์ตกุล (2513 : 1) กล่าวว่าความถนัด หมายถึง สมรรถวิสัย และทิศทางแห่งความเจริญงอกงามของสมองหรือเป็นขีดระดับความสามารถขั้นสูงสุดของบุคคลที่เขาอาจมีได้ต่อการเรียนรู้และฝึกฝนในวิทยาการและทักษะต่าง ๆ ถ้าหากเขาได้รับการฝึกสอนและประสบการณ์ที่เหมาะสม

วอลเตอร์ แวน ไดค์ บิงแฮม (Walter Van Dike Bingham 1937 : 1) กล่าวว่าความถนัดคือสภาวะอันแสดงความเหมาะสมของบุคคล ช่วยชี้ให้เห็นศักยภาพของบุคคลว่าสามารถทำอะไรได้สำเร็จในสถานการณ์ข้างหน้าบ้าง เพราะความถนัดจะช่วยวัดในสิ่งที่เป็นผลมาจากกรรมพันธุ์ ผสมกับประสบการณ์และการฝึกหัดต่าง ๆ ในอดีตที่แฝงอยู่ในตัวคน ซึ่งทำให้รู้ถึงสถานการณ์ของบุคคล

จากแนวความคิดเกี่ยวกับความหมายของความถนัดดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าความถนัดเป็นคุณลักษณะประจำตัวของบุคคลที่จะสามารถเรียนรู้หรือทำงานในด้านหนึ่งด้านใดได้สำเร็จ

จากแนวความคิดดังที่กล่าวมาทั้งหมดเกี่ยวกับความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมว่าเป็นความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้านและจากความหมายของความถนัด อาจสรุปแนวความคิดทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นได้ว่า ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นคุณลักษณะประจำตัวที่รับรู้ในหลักการที่เป็นพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงแบบแผน การสร้างมโนภาพและคิดหา

เหตุผลในสิ่งที่ไม่ใช่ภาษาหรือประสบการณ์ทางวัฒนธรรม

ความสำคัญของความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมต่อวิชาคณิตศาสตร์

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าความถนัดเป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลซึ่งจะช่วยทำให้ เรียนรู้ หรือทำงานได้สำเร็จ ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้าน ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการเรียนวิชาที่ต้องใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลและวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม

คณิตศาสตร์ก็เป็นวิชาหนึ่งซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมและเกี่ยวข้องกับการคิดหาเหตุผล ยุพิน พิพิธกุล (2524 : 1 - 2) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่คิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่ ด้วยวิธีการคิดที่สามารถแนะนำวิชาคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมต่าง ๆ คณิตศาสตร์ช่วย使我们เป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนไม่รู้สึกท้อจนพยายามค้นคิดสิ่งแปลกใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญในด้านต่าง ๆ นอกจากนี้...คณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล จะเห็นว่าคณิตศาสตร์นั้นเริ่มต้นด้วยเรื่องง่าย ๆ และอธิบายข้อคิดต่าง ๆ ที่สำคัญ ซึ่งเริ่มต้นด้วยนิยาม จุด เส้นตรง ระนาบ เรื่องอันเป็นพื้นฐานเหล่านี้ก็จะนำไปสู่เรื่องอื่นต่อไป

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรมและเกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ดังนั้นความสามารถทางสมองด้านเหตุผลเชิงนามธรรมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม

นักการศึกษาและวัดผลทั้งหลายต่างมีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองจะเจริญขึ้นเมื่อได้รับการเร้าจากสิ่งแวดล้อมทั้งหลาย ซึ่งได้แก่ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตของบุคคลและบุคคลจะทำการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ยิ่งถ้ามีการตอบสนองเสมอ ๆ ทำให้เซลล์ในสมองได้รับการช่วยให้แก่ปัญหาบ่อย ๆ ทำให้บุคคลผู้นั้นมีความสามารถ ดังนั้นความสามารถทางสมองของมนุษย์มิได้มีขีดจำกัดตายตัวสามารถพัฒนาขึ้นได้เรื่อย ๆ ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นความสามารถด้านหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์และสมควรได้รับการฝึกฝน

สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2525 : 102 - 103) กล่าวถึงการพัฒนาการของความสามารถใน

การเรียนรู้ตามทฤษฎีของ สีน เพียเจต์ (Jean Piaget) ว่ามี 4 ระยะคือ ระยะรับรู้ - ตอบสนอง (Sensori - Motor Period) ระยะเตรียมตัวปฏิบัติการรูปธรรม (Preoperational Period) ระยะปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operation Period) และระยะปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operation Period) ซึ่งระยะปฏิบัติการนามธรรม ตรงกับช่วงอายุ 11 - 15 ปี เป็นระยะที่เด็กเริ่มคิด ในรูปของการตั้งสมมุติฐานและทดสอบสมมุติฐาน ความสามารถในขั้นนี้เป็นความสามารถขั้นสูงซึ่งมนุษย์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งตามทฤษฎีของ สีน เพียเจต์ (Jean Piaget) ขั้นสุดท้ายของมนุษย์คือความคิดในเชิงนามธรรม และความสามารถนี้จะเริ่มพัฒนาในระยะปฏิบัติการนามธรรม แต่เนื่องจากความจำกัดของคนส่วนใหญ่ทำให้ผู้ที่มีความสามารถปฏิบัติการนามธรรม อยู่ในระดับต่ำ เป็นส่วนมาก ดังนั้นถ้าดูตามทฤษฎีของ สีน เพียเจต์ (Jean Piaget) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นน่าจะอยู่ในระยะที่ปฏิบัติการนามธรรม แต่ความจำกัดของคนและความแตกต่างในตัวบุคคล เป็นเหตุให้นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไม่มีความสามารถปฏิบัติการนามธรรมได้เหมือนกันทุกคน แม้จะมีความคิดต่อเนื่องได้ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องจากพัฒนาการทางกาย แต่เด็กยังอาจขาดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงนามธรรมได้

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังกล่าวมาข้างต้น ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงนามธรรมสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้โดยเริ่มพัฒนาในระยะปฏิบัติการนามธรรม ซึ่งนักเรียนที่มีความพร้อมสำหรับระยะปฏิบัติการนามธรรมอย่างเต็มที่จะเป็นนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ยุพิน พิพิธกุล (2524 : 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม เนื้อหาบางตอนก็ยากที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันก็สามารถใช้รูปธรรมมาช่วยอธิบายในเรื่องที่เป็นนามธรรมได้บ้าง ผู้ที่เป็นครูจะต้องพยายามฝึกฝนหาความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนต่าง ๆ แล้วนำมาปรับปรุงใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสภาวะแวดล้อม ครูคณิตศาสตร์ที่ดีจะต้องหมั่นศึกษาค้นคว้าความรู้ในด้านต่าง ๆ เพื่อจะได้ปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวทั้งหมดในข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมครูสามารถพัฒนาให้ เกิดกับนักเรียนได้เมื่อนักเรียนมีความพร้อมและเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสม

การวัดความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม

ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองด้านหนึ่ง นักวัดผลพยายามที่จะวัดความถนัดของแต่ละคนเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้และประกอบอาชีพ เนื่องจากความถนัดเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสมอง จึงจำเป็นต้องอาศัยแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด

มีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบความถนัดไว้ดังนี้

ชวาล แพรัตกุล (2518 : 115) กล่าวว่าแบบทดสอบความถนัดเป็นแบบทดสอบที่จะช่วยในคาดการณ์ว่านักเรียนคนนี้จะสามารถไปได้ไกลปานใด จะเรียนรู้สิ่งนั้นสิ่งนี้ได้เท่าไร ถ้าเขาได้รับการฝึกสอนที่เหมาะสม

โรเบิร์ต แอล.อีเบล (Robert L. Ebel 1965 : 445 - 446) กล่าวว่าแบบทดสอบความถนัด เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถของแต่ละบุคคลเพื่อพัฒนาตามแนวพิเศษหรือขอบเขตซึ่งเขาเหมาะที่จะรับการสอนตามแนวนั้น อาจจะเป็นความถนัดทางวิชาการ ดนตรี เล่มียนหรือความถนัดพิเศษอย่างอื่น

จากการศึกษาของ แอล.แอล.เธอร์สตัน (L.L. Thurston) และนักจิตวิทยาท่านอื่น ๆ เกี่ยวกับองค์ประกอบของสมอง ทำให้เกิดการพัฒนาระบบทดสอบความถนัดพหุคูณต่าง ๆ เกิดขึ้น แบบทดสอบความถนัดพหุคูณที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือแบบทดสอบ ดี เอ ที (The Differential Aptitude Test - DAT)

แบบทดสอบ ดี เอ ที (DAT) เป็นแบบทดสอบความถนัดพหุคูณที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาและแนะแนวอาชีพแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 8 - 12 ซึ่งนับว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยประโยชน์สูงสุดในแบบทดสอบประเภทเดียวกัน แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1947 โดย จอร์จ เค.เบนเน็ต ฮาโรลด์ ซี.ซีชอร์ และอเล็กซานเดอร์ ซี.เวสแมน (George K. Bennett, Harold G. Seashore and Alexander G. Wesman 1966 : 1.1 - 1.3) มี 2 รูปแบบคือ รูปแบบ เอ (Form A) กับรูปแบบ บี (Form B) แบบทดสอบนี้ได้นำมาปรับปรุง และทำให้เป็นมาตรฐานใหม่เมื่อปี ค.ศ. 1963 เปลี่ยนจากรูปแบบ เอ (Form A) เป็นรูปแบบ แอล (Form L) และเปลี่ยนจากรูปแบบ บี (Form B) เป็นรูปแบบ เอ็ม (Form M) ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน แต่ละแบบแบ่งออกเป็นแบบทดสอบย่อย 8 ฉบับดังนี้คือ

1. เหตุผลเชิงถ้อยคำ (Verbal Reasoning) วัดความสามารถในการเข้าใจภาษา การอุปมาและความคิดสร้างสรรค์
2. ความสามารถด้านจำนวน (Numerical Ability) เพื่อทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งกับ (Concept) ทางจำนวนและการคิดคำนวณ
3. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) วัดการรับรู้ (Perception) การสร้างมโนภาพ (Conceptualizing) การอุปมาโดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ซึ่งไม่เกี่ยวข้อง กับภาษา ตัวเลขหรือประลักษ์ทางวัฒนธรรม
4. ความเร็วและความถูกต้องในงานเสมียน (Clerical Speed and Accuracy) วัด ความคล่องแคล่ว ความละเอียดในการรับรู้สิ่งๆที่เหมือนกันและแตกต่างกันจาก ตัวเลขและตัวอักษร
5. มิติสัมพันธ์ (Space Relation) วัดการมองเห็นภาพที่เกิดจากการนึกคิดและการมอง เห็นภาพ 3 มิติ
6. เหตุผลเชิงกล (Mechanical Reasoning) วัดความเข้าใจและการประยุกต์หลักของ เครื่องจักรกลในการแก้ปัญหาทางเครื่องกล
7. การใช้ภาษา I-การสะกดคำ (Language Usage I-Spelling) วัดความสามารถ ในการจำได้ (Recognition) ในเรื่อง การสะกดคำ
8. การใช้ภาษา II- ไวยากรณ์ (Language Usage II-Grammar) วัดความสามารถ ทางด้านไวยากรณ์ เครื่องหมายวรรคตอนและการใช้คำพูด

ความคิดสร้างสรรค์

ตามปกติคนเรามักจะชอบทำตามแบบอย่าง คิดว่าการทำตามแบบเป็นการทำสิ่งที่ดีที่สุด ความเชื่อเช่นนี้เป็นผลให้บุคคลไม่ได้ใช้ความรู้และประลักษ์ที่มีอยู่มาประมวล ประยุกต์หรือเป็นพื้นฐาน ในการสร้างความคิดที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ซึ่งเราเรียกความสามารถด้านนี้ว่า ความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

มีผู้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายท่านด้วยกัน ทั้งนักจิตวิทยาและนักการศึกษา จะเสนอ ดังนี้

ซิกมันด์ فروยด์ (Sigmund Freud 1938 : 193) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า "ความคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นจากความขัดแย้งซึ่งถูกขับดันออกมาโดยพลังของจิตใต้สำนึก ขณะที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้นนั้น คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระเกิดขึ้นมากมาย (Freely rising ideas) แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีสิ่งนี้"

เอส.สปราเกอร์ (S. Spraker 1960 : 4637) ได้ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่จะคิดวิธีแปลก ๆ ในการแก้ปัญหา

อี.พี.ทอร์แรนซ์ (E.P.Torrance 1962 : 16) มีแนวความคิดที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการสร้างผลิตผลหรือสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่เป็นที่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์แล้ว เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ และสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่นี้ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งที่มีสมบูรณ์อย่างแท้จริง อาจจะออกมาในรูปแบบของผลิตผลทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์หรืออาจเป็นแต่เพียงกระบวนการหรือวิธีการเท่านั้น

มิเชล เอ.วอลลาซ และ นาธาน โคแกน (Michel A. Wallach and Nathan Kogan 1965 : 13 - 20) มีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดแบบโยงสัมพันธ์ (Association) คือเมื่อระลึกถึงสิ่งใดใดก็จะเป็นสะพานเชื่อมโยงให้ระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ติดต่อกันเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อนึกถึงปากกาก็นึกถึงกระดาษ ดินสอ โตะ ตำรา ห้องเรียน เป็นต้น คำที่ระลึกออกมาต่างก็เป็นสิ่งกับที่เก็บไว้ในสมองของตน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นก็จะตอบสนองออกมา ยิ่งคิดได้มากเท่าใดก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเท่านั้น จะกล่าวได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่อยู่ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง

โรนัลด์ ดี.แอนเดอร์สัน (Ronald D. Anderson 1970 : 90) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกี่ยวกับความคิดใหม่ ๆ ที่ตรงกันข้ามกับความคิดแบบเดิมหรือปฏิบัติย่ำแย่ต่อความคิดของบุคคลอื่น การสร้างสรรค์เป็นการกระทำที่เสียดมาจากประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบ (Pattern) อย่างใหม่ ความคิดใหม่หรือผลิตผลใหม่และถือว่าทุกคนเกิดมาพร้อมกับศักยภาพทางการสร้างสรรค์ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในทุกระดับอายุและทุกสาขาวิชา ถ้าจัดประสบการณ์ให้เหมาะสม

จากแนวความคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ใน

การแก้ปัญหา ค้นคิดสิ่งใหม่ ๆ หรือตัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงกว่า เดิมและไม่ซ้ำแบบใคร ความสามารถด้านนี้มีอยู่ในตัวของทุกคน แต่ในระดับที่แตกต่างกันและสามารถพัฒนาขึ้นได้ด้วยการ จัดประสบการณ์ให้เหมาะสม

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่ความสามารถที่มาจากกรรมพันธุ์เพียงอย่างเดียว ความคิดสร้างสรรค์ ไม่ใช่สิ่งเลื่อนลอยหรือเพ้อฝัน การที่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ต้องมีการเร้าจากสิ่งแวดล้อม พงษ์พัฒน์ สัตยารัฐ (2520 : 20 - 21) กล่าวถึงองค์ประกอบที่จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การรับรู้ (Perception) การรับรู้เป็นความรู้สึกภายนอก (Sensation) และ ความรู้สึกภายใน (Feeling) ของคน การรู้มากเห็นมากก็ทำให้รับรู้ได้มากและพยายามสังเกตจากการรับรู้ นั้น นำมาคิดสร้างสรรค์ในสิ่งที่ดีกว่า พันสมัยกว่าหรือมีประโยชน์มากกว่าต่อไป การรับรู้ของ คนมีมาแต่กำเนิดและติดอยู่ในความทรงจำของแต่ละคนในอดีต (Transference) ก็สามารถนำมาก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในภายหลังได้ (Positive Transference)

2. จินตนาการ (Imagination) เมื่อคนเราดูมากเห็นมากและได้รับรู้มากก็จะช่วยให้คิดได้มาก ซึ่งก่อให้เกิดจินตนาการต่าง ๆ ขึ้น เช่น ดา วินชี ผู้คิดสร้างเครื่องบินเครื่องแรกของ โลกนั้น ก็มีจินตนาการมาจากการรับรู้ เรื่องนกบิน เป็นต้น จินตนาการเกิดขึ้น 2 ทางคือ

ก. จินตนาการที่เกิดจากการรับรู้จากวัตถุ

ข. จินตนาการที่เกิดจากจิตใจ

3. ประสบการณ์ (Experience) ประสบการณ์ของคนเป็นผลมาจากการปะทะของบุคคล นั้นกับสิ่งแวดล้อมซึ่งมีได้ 2 อย่างคือ

ก. ประสบการณ์ตรง - เกิดขึ้นกับตนเอง

ข. ประสบการณ์รอง - เกิดขึ้นกับบุคคลอื่น

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการที่บุคคลจะเกิดความคิด สร้างสรรค์ได้ ต้องมีความรู้เป็นขั้นพื้นฐาน เป็นคนชอบคิดจินตนาการอย่างมีเหตุผลและมีประสบการณ์ จากสิ่งแวดล้อม เมื่อประมวลองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านเข้าด้วยกันจึงจะทำให้บุคคลเกิดความคิดสร้างสรรค์ ความคิดที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่มีประโยชน์ได้

กระบวนการคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นเมื่อคนเรามุ่งคิดไปสู่จุดหมายที่แปลกและใหม่ กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์นั้น ซี.วอลลาส (G.Wallas 1926 : 36) ได้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียม (Period of Preparation) เป็นขั้นที่พยายามรวบรวมข้อเท็จจริงเรื่องราวและแนวความคิดต่าง ๆ ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เพื่อหาความกระจ่างของปัญหา ประเมินผลถึงวิธีการที่จะใช้แก้ปัญหา
2. ขั้นเพาะความรู้อ (Period of Incubation) ระยะเวลาที่ผู้คิดต้องไข่ความคิดอย่างหนักหน่วงนำความรู้อที่รวบรวมไว้แต่แรกประสมกลมกลืนเข้า เป็นร่องรอย ขณะครุ่นคิดอยู่นั้น จิตใต้สำนึก (Unconscious Mind) ก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วย
3. ขั้นเกิดความคิด (Illumination) เป็นระยะที่เกิดการหยั่งรู้ ตระหนักถึงคำตอบที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา
4. ขั้นพิสูจน์ (Period of Verification) คือการเก็บรวบรวมความรู้อที่ได้จากการหยั่งรู้แล้วทดสอบว่าสิ่งที่ได้มานั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป

ในทำนองเดียวกัน ฮี.ดี.ฮัทชินสัน (E.D.Hutchinson 1949 : 42 - 44) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากกระบวนการหยั่งรู้ (Intuition) ซึ่งมีขั้นต่าง ๆ ของการคิดดังนี้

1. ขั้นเตรียม (The Stage of Preparation) เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ มาลองผิดลองถูก และตั้งสมมุติฐานเพื่อแก้ปัญหา
2. ขั้นคิดแก้ปัญหา (The Stage of Frustration) เป็นระยะที่เกิดความกระวนกระวายใจ เกิดความรู้สึกเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดแก้ปัญหาแต่ยังคิดไม่ออก
3. ขั้นเกิดความคิด (The Period of Moment of Insight) เป็นระยะที่เกิดแนวความคิดแวบขึ้นมาในสมอง คิดคำตอบออกมาได้ทันทีทันใด
4. ขั้นพิสูจน์ (The Stage of Verification) เป็นระยะเวลาของการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์หมายถึงกระบวนการทางสมองที่สามารถคิดจินตนาการในการจัดประสบการณ์ให้สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

เพื่อก่อให้เกิดแนวความคิดใหม่ซึ่งสามารถนำไปแก้ปัญหาหรือสร้างสรรคสิ่งใหม่

ลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นพรสวรรค์อย่างหนึ่งที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลแตกต่างกัน บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงเป็นบุคคลที่เป็นที่ต้องการของหน่วยงานต่าง ๆ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักจะมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้าถึงลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

เจ.พี.กิลฟอร์ด (J.P. Guilford 1967 B : 20) มีความคิดเห็นว่าคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความฉับไวในการมองเห็นและรับรู้ปัญหา สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นตลอดจนสร้างหรือแสดงถึงแนวความคิดใหม่ ๆ และปรับปรุงให้ดีขึ้น

อี.พี.ทอร์แรนซ์ (E.P. Torrance 1965 : 7) ได้รวบรวมผลงานของแมคคินนอน (Mckinon) ซึ่งได้ศึกษาถึงลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจากผู้มีอาชีพในสาขาต่าง ๆ เขาพบว่าลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมีดังนี้ ชอบเข้าสังคม ถือตนเองเป็นจุดศูนย์กลาง มีความเชื่อมั่นในตนเอง ชอบอิสระ ไม่กังวลใจ ยอมรับในสิ่งที่แปลก ๆ มีความยืดหยุ่น มีความซบซึ้งในการรับรู้ กล่าวหา ไม่ชอบระเบียบและชอบอยู่คนเดียวมากกว่ารวมกลุ่ม

เอ.ที.เจอร์ซิลด์ (A.T. Jersild 1968 : 500) กล่าวว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงต้องเป็นบุคคลที่สามารถคิดหลายแนวทางจากประสบการณ์เก่าและใหม่ ไม่ยึดถือว่ามีคำตอบเดียวเท่านั้น ที่ถูกต้อง แต่จะพิจารณาหลาย ๆ คำตอบที่อาจจะเป็นไปได้

โจเซฟ พี.ไรซ์ (Joseph P. Rice 1970 : 69) ได้กล่าวถึงคนที่มีความคิดสร้างสรรค์สรุปได้ว่า จะต้องเป็นคนที่มีความไหวพริบ มีความสามารถในการประยุกต์ มีอิสระในการแสดงออก สันใจที่จะมีประสบการณ์ในสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นรวบรวมเข้าไว้กับความรูสึกภายในใจ มีความสามารถในการหยั่งรู้ มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและเข้าใจในคุณค่าของความงาม เข้าใจจุดมุ่งหมายของสิ่งต่าง ๆ รู้จักตนเอง เข้าใจในสภาพของตนเองในขบวนการที่ตนเองมีส่วนร่วม

ฮาโรลด์ ดับเบิลยู เบอแนร์ด (Harold W. Bernard 1972 : 284) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า จะต้องมีความสามารถที่จะแสดงออกถึงแนวความคิดต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว มีความยืดหยุ่นและปรับตัวได้ดีในบรรยากาศที่เป็นอิสระ ไม่ชอบการปิดกั้นการแสดงออก มีความคิดเป็นอเนกนัย มีความคิดเป็นของตนเองมากกว่าที่จะคล้อยตามผู้อื่น มีความสามารถคิดแบบ

โยงส์สันพันธ์(Association)เป็นคนเปิดเผยและมีอารมณ์ขัน ชอบคิดชอบฝัน ยอมรับความรู้สึกของผู้อื่น มองโลกในแง่ดีและลักษณะงานเขาจะเป็นผลมาจากการใช้ความคิดหลาย ๆ แนวทาง

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปลงได้ว่าลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์คือ มีไหวพริบ สามารถคิดได้หลายแนวทาง มีความคิดที่เป็นของตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองและไม่ยอมทำตามผู้อื่นโดยไม่มีเหตุผล

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ความสามารถทางสมองของมนุษย์ไม่ได้มีขีดจำกัดตายตัว ดังนั้นความสามารถในการคิดแบบกระจายของบุคคลจึงสามารถพัฒนาให้มากขึ้นได้ การที่จะมีความคิดสร้างสรรค์ได้นอกจากจะมีความรู้ อันเป็นพื้นฐานและมีประสบการณ์แล้ว จะต้องมีความคิด อาจกล่าวได้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ เมื่อบุคคลใช้ความคิด การที่จะฝึกฝนให้บุคคลเป็นนักคิดเป็นสิ่งที่ไม่ง่ายนัก เนื่องจากบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นที่ต้องการของหน่วยงานและสังคมเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านจึงพยายามค้นคว้าเพื่อที่จะพัฒนาให้บุคคลมีความคิดสร้างสรรค์

เฮอร์เบิร์ต เจ.เคลาส์มีเออร์ (Herbert J. Klausmeier 1971 : 453) กล่าวถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่า เจ.พี.กิลฟอร์ด (J.P.Guilford) ได้ชื่อว่าเป็นผู้นำในด้านการสร้างความเกี่ยวเนื่องระหว่างความสามารถในด้านการคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) กับความสามารถด้านอื่น ๆ ในทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (Model of Structure of Intellect) นอกจากนั้นงานของกิลฟอร์ด ยังเกี่ยวเนื่องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในรูปจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนด้วย โดยที่ อี.พี.ทอร์แรนซ์ (E.P. Torrance) เป็นนักจิตวิทยาการศึกษา ได้นำทฤษฎีของ เจ.พี.กิลฟอร์ด (J.P.Guilford) มาริเริ่มทำการวิจัยและศึกษาพัฒนา โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะนำแนวความคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ เข้าไปสู่ทางด้านการศึกษา อี.พี.ทอร์แรนซ์ (E.P. Torrance) ได้สรุปผลงานที่ทำไปว่าเป็นการเน้นในด้านการประยุกต์ที่มีขอบเขตดังนี้คือ จัดทำวัสดุด้านการทดลองสอนสำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จัดทำหนังสือรายงานหรือผลการวิเคราะห์ของ ทอร์แรนซ์เอง และการวิจัยของผู้อื่น จัดทำบทความลงในวารสารที่อยู่ในความนิยมและระหว่างชาติ จัดการสอน เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และเด็กฉลาดในโรงเรียน จัดทำแบบทดสอบและกระบวนการประเมินผลเพื่อศึกษาพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์

บอยด์ อาร์.แมคแคนเลสส์ และเอลลิส ดี.ฮิวานส์ (Boyd R. McCandless and Ellis D. Evans 1978 : 209 - 301) ได้เสนอแนะว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ภายใต้เงื่อนไขบางประการ เขาสนับสนุนแนวความคิดของ ฌ็อง เพียเจต์ (Jean Piaget) ที่ว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา ซึ่งควรจะต้องสนับสนุนให้เกิดในโรงเรียน

จากแนวความคิดของนักการศึกษาตั้งที่กล่าวมาข้างต้น สรุปลงได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับบุคคลได้ การวางแผนพัฒนาทำได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การจัดสื่อการสอน เล่นผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ จัดทำบทความ สอนแนะนำนักเรียนและจัดทำแบบทดสอบ

นักการศึกษาหลายท่านได้สนับสนุนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในโรงเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถทางสมองอย่างเต็มที่ โดยมีผู้เสนอแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในโรงเรียน ดังนี้

โยติ แพรชั่น (2522 : 98) กล่าวว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ต้องจัดให้พิเศษออกไปจากกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติโดยทั่ว ๆ ไป เป็นต้นว่าในส่วนที่เกี่ยวกับการสอน ครูอาจกำหนดปัญหาสำหรับชั้นเรียนหรือมอบหมายงานที่เป็นโครงการบางอย่างให้นักเรียนทำด้วยตนเอง ครูจะต้องทำให้ใจให้ได้ว่านักเรียนอาจจะกระทำผิดแยกไปจากที่ครูคิดก็ได้ และควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดในเชิงโต้แย้งบ้าง มิใช่ยอมรับทุกอย่างไป

ยุพิน พิพิธกุล (2527 : 132 - 178) กล่าวถึงวิธีสอนแบบต่าง ๆ สรุปลงได้ว่า วิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดูคิดและแสดงความคิดเห็นอันเป็นแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้แก่ วิธีสอนแบบอภิปราย วิธีสอนแบบโครงการ วิธีสอนแบบแก้ปัญหา วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนและวิธีสอนแบบค้นพบ

นาราน เอส.วอชตัน (Nathan S. Washton 1963 : 218 - 219) กล่าวว่าวิธีการสอนให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงเนื้อหาของหลักสูตร ใช้วิธีสอนที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดเช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การทดลอง การแก้ปัญหา การใช้การสรุปเหตุผลแบบอุปนัย ตลอดจนการสร้างสถานการณ์การเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และครูควรเป็นคนที่มีความยืดหยุ่น

ฮาโรลด์ ดับเบิลยู เบอ์นาร์ด์ (Harold W. Bernard 1972 : 302) ได้เสนอแนะว่าการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรจะใช้การสอนแบบระดมความคิด (Brainstorming) ซึ่งเป็นวิธีที่สมาชิกในกลุ่มจะถูกกระตุ้นเร่งเร้าให้เสนอแนวความคิดของตนเองออกมาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือใช้วิธีสอนเป็นทีมที่มีส่วนทำให้มักเรียน เกิดความคิดสร้างสรรค์และครูควรจะต้องตระหนักถึงความแตกต่างของนักเรียน.

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปลงได้ว่าครูสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ เกิดกับนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เรียน ได้แสดงออกซึ่งความคิด ใช้วิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนคิด รวมทั้งตัวครูต้องมีความยืดหยุ่นยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน,

ความคิดสร้างสรรค์จะพัฒนา กับบุคคลใดก็ได้ไม่ว่า เฉพาะกับนักเรียนเท่านั้น นาดยา ภักธแสงไทย (2523 : 42) ได้ให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้ที่ต้องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หลักการดังนี้

1. จะต้องเป็นผู้มีใจกว้าง คิดกว้างและแสวงหาแนวทางเพื่อขยับขยายศักยภาพแห่งความคิดของตน
2. จะต้องฝึกการผสมผสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นความคิดใหม่ที่สร้างสรรค์ขึ้นกว่าเดิม
3. รู้จักปรับปรุงความสามารถของเราในการรู้จักเลือกความคิดต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของความคิดเหล่านั้น เพื่อให้สิ่งเหล่านี้มีความหมายสำหรับเราและผู้อื่น

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ สรุปลงได้ว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้ เกิดกับบุคคลใด สัมควรอย่างยิ่งที่จะพัฒนาให้เกิดขึ้นในโรงเรียนซึ่งเป็นหน้าที่ของครูในการจัดกิจกรรมและใช้วิธีสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิด ครูต้องมีความยืดหยุ่น นอกจากนี้บุคคลที่ต้องการมีความคิดสร้างสรรค์ต้องหมั่นฝึกฝนความคิดให้กว้างขวางและคิดในสิ่งที่มีความหมาย

อุปสรรคในการ คิดสร้างสรรค์

ตามปกติแล้วคนเรามักจะทำตามแบบอย่าง มีความเห็นคล้อยตามผู้อื่นอยู่เสมอ ไม่กล้าแสดงออกซึ่งการกระทำหรือความคิดเห็นที่ขัดแย้งบุคคลอื่น แม้กระทั่งในบางครั้ง เราคิดอะไรแล้วไม่กล้าคิดต่อและไม่กล้าแสดงออกมาให้คนอื่นได้รู้ได้เห็น ทั้งนี้เพราะมีอุปสรรคอยู่หลายประการ

พงษ์พันธ์ สัตยารัฐ (2520 : 26 - 27) กล่าวถึงสิ่งที่ลึกลับกันความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลเนื่องมาจากสาเหตุดังนี้

1. ความคิดที่ว่ามีความคับข้องใจในเรื่องหนึ่ง ๆ เพียงคำตอบเดียว ด้วยความคิดเช่นนี้สิ่งไม่กล้าคิดหรือแสดงความคิดเห็นของตนด้วยเกรงว่าคำตอบของตนจะผิดหรือในบางกรณี แม้จะยังไม่ไม่มีใครหาคำตอบที่ถูกต้อง ก็ไม่กล้าแสดงความคิดหรือข้อเสนอแนะของตนเพราะเกรงว่าจะไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง
2. การสร้างกำแพงที่ปิดล้อมตนเอง เนื่องมาจากความเคยชิน ความคุ้นเคยซึ่งเป็นการสร้างกรอบความคิดขึ้นมาปิดล้อม การที่จะคิดสร้างสรรค์ทำให้ไม่สามารถคิดออกไปนอกกรอบหรือกำแพงที่ตนสร้างเอาไว้ให้ได้
3. การคิดตามกฎอย่างเคร่งครัด เนื่องจากคนเรามักจะคิดตามคนอื่นหรือคิดตามแบบแผนที่วางไว้ ไม่กล้าคิดนอกกรอบนอกทาง เคยรู้เคยเห็นหรือเคยคิดอย่างไรก็คิดไปอย่างนั้น ไม่กล้าคิดออกนอกขอบเขตหรือนอกแนวที่คนอื่นหรือที่ตนเคยคิดมาก่อน กลัวการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจกระทบกระเทือนต่อตนเอง
4. ความเชื่อในสิ่งที่เห็น โดยที่คนเรามักจะเชื่อตามที่เห็นด้วยตาของตน (Perceptual) หรือเชื่อตามอารมณ์รู้สึก (Emotional) โดยไม่เคยคิดว่าสิ่งที่มองเห็นนั้นอาจมีโอกาสที่เป็นไปได้มากกว่านั้นอีกหลายอย่าง
5. ส่วนสรุปการประเมินความถูกต้องของความคิดต่าง ๆ โดยเฉพาะความคิดของคนอื่นรวดเร็วเกินไป ทำให้ผู้ที่มีความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่กล้าที่จะคิด ไม่กล้าที่จะทำ เพราะรู้สึกท้อแท้หมดกำลังใจ อ่อนอกอ่อนใจต่อการวิจัย ดังนั้นจึงควรระงับการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ไว้ก่อน เพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการสร้างสรรค์ขึ้นมาบ้าง
6. กล่าวกันว่า โง่ ไม่มีใครพึงพอใจต่อการดูถูกเหยียดหยามหรือถูกหัวเราะเยาะและถูกประณามว่าโง่ ดังนั้นทุกคนหากจะพูดหรือจะคิดอะไรก็ต้องคอยพะวงที่ต้องระมัดระวัง มิให้ตนเองได้รับการหัวเราะเยาะว่าความคิดที่แปลกใหม่ของตนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นโง่ ไม่เข้าท่า บ๊องส์ ประสาท วิตถาร ชอบกล ฯลฯ และเมื่อมีความกลัวและวิตกต่อคำกล่าวเหล่านี้ ทำให้ไม่กล้าแสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมาได้
7. อุปสรรคที่เกิดจากสังคม กลุ่มบุคคล คำสอน ประเพณี จุดตมการณ์ทางการเมือง วัฒนธรรมหรืออื่น ๆ เพราะเกรงการต่อต้านโต้แย้งและปฏิกิริยาจากผู้อื่น

จากแนวความคิดของนักการศึกษาตั้งที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า สิ่งที่ล่กัดกันไม่ให้บุคคล เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นมีสาเหตุมาจากตัวบุคคลนั่นเองและสิ่งแวดล้อม สาเหตุที่มาจากตัวบุคคลได้แก คิดว่าคำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียว มีความเคยชินกับสิ่งเดิม ความคิดเดิม ปฏิบัติตามกฎอย่างเคร่งครัด เชื้อเฉพาะสิ่งที่เห็นด้วยตา และหวาดกลัวคำวิพากษ์วิจารณ์ไม่กล้าแสดงความคิดที่แปลกใหม่ ส่วน อุปสรรคที่มาจากสิ่งแวดล้อมได้แก่ ค่านิยมในสังคม ขนบธรรมเนียมประเพณีและวิถีทางการเมือง

การวัดความคิดสร้างสรรค์

การประเมินถึงการมีความคิดสร้างสรรค์ มักจะพิจารณาจากผลผลิต (Product) มากกว่า กระบวนการ (Process) เพราะกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่มีขีดจำกัดในการวัด (E.P.Torrance 1969 : 17) สำหรับการวัดผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์นั้น สามารถทำได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดโดยตรง ส่วนใหญ่จะเป็นแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพและภาษาเขียน

แบบทดสอบที่นำมาใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ ส่วนใหญ่จะพัฒนามาจากแบบทดสอบของ เจ.พี. กิลฟอร์ด (J.P.Guilford) เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (The Minnesota Test of Creative Thinking) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของวอลลาชและโคแกน (Wallach and Kogan Test) และแบบทดสอบการโยงสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่ห่างไกลกัน (Remote Associative Test). เป็นต้น ซึ่งแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา อี.พี. ทอร์แรนซ์ (E.P. Torrance) ได้ปรับปรุงขึ้น แบบทดสอบประกอบด้วย 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือแบบทดสอบที่เป็นภาษาเขียนเพื่อ เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ภาษา กับแบบทดสอบที่เป็นภาพซึ่งจะ เน้น ความสนุกสนานในการทำแบบทดสอบ (E.Paul Torrance 1969 : 31)

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

พัฒนาการทางกายหรือทางสมองของมนุษย์เรา ย่อมจะเริ่มต้นจากสิ่งที่ย่ำเป็นไปตาม ลำดับขั้นไปจนถึงสิ่งที่ยากขึ้น โดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานไปสู่อนาคต ในด้านการเรียน การสอนเช่นเดียวกันต้องเรียนตามลำดับขั้นความพร้อมของสติปัญญา การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัย ประสบการณ์เดิมมาผสมผสานกับความรู้ใหม่

ความหมายของความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ในการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นแรก จะรู้จักสัญลักษณ์แทนจำนวน ขึ้นต่อไปก็เรียนรู้ถึงการรวมกัน หรือการบวก การหักออกจากรวมหรือการลบ การคูณและการหาร ในการเรียนแต่ละชั้นย่อมจะต้องนำ ความรู้เดิมมาผสมผสานกับความรู้ใหม่ อาจจะได้เรียกว่าความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ ได้มี ผู้ให้ความหมายสิ่งที่จะเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์หรือความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ลีโอ เจ. บรูคเนอร์ (Leo J. Brueckner 1949 : 469 - 502) ได้ศึกษาจุดมุ่งหมาย ของการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปว่านักเรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์สองประการคือ พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยตรง และพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม

โรเบิร์ต เอ็ม กานูเย (Robert M. Gagne 1967 : 102) ได้กล่าวในกระบวนการ เรียนการสอน เพื่อความรอบรู้ (Mastery Learning) ว่าในกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ เกิดการเรียนรู้ได้เท่ากันหมดนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ หรือเป็นหน่วยย่อย ๆ และจัดแต่ละหน่วยให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกัน หน่วยที่อยู่ข้างต้นต้องมีการเรียนรู้ก่อน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานใน การเรียนรู้หน่วยต่อไป และการเรียนรู้นั้นต้องแสดงออกมาในรูปการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมัก ใช้ผลการสอบ

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิต- คาสตร์ หมายถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในหน่วยข้างต้นซึ่งจะนำไปเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่

ความสำคัญของความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ลำดับขั้นของการเรียนรู้ย่อมจะเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา โดยเริ่มจากสิ่งที่ย่อยใช้ ความสามารถทางสมองในระดับต่ำ ไปจนถึงสิ่งที่ต้องใช้ความสามารถทางสมองในระดับสูง เนื่องจาก วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ค่อนข้างยากและซับซ้อนมีนักการศึกษาหลายคนได้กล่าวถึงลักษณะเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

เจ.คิลแพทริก (J.Kilpatrick 1969 : 523 - 534) กล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์ เป็น วิชาที่ประกอบไปด้วยปัญหาใหม่ ๆ มากมาย ผู้เรียนต้องรู้จักประยุกต์ใช้กระบวนการความรู้ที่มีอยู่กับ สถานการณ์ใหม่ให้ได้มากที่สุด

อุษาวดี จันทร์สนธิ และนิรมล แจ่มจรัส (2525 : 55) กล่าวถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์
 ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายว่า เนื้อหาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้
 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นพื้นฐานของการศึกษาวิชา
 คณิตศาสตร์ชั้นสูงและวิชาที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์ ต้องใช้ความรู้ในเรื่องเวกเตอร์
 ฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล บินตัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักในความสำคัญของวิชา
 คณิตศาสตร์ ที่จำเป็นต้องใช้ในวิทยาการอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์จะเป็นบทพื้นฐานสำหรับบทที่
 สำคัญหลายบท เช่น บทที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์ และบทที่เกี่ยวกับฟังก์ชันซึ่งเป็น
 พื้นฐานสำหรับคณิตศาสตร์ชั้นสูงต่อไป

สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2525 : 122) กล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้
 เดิม และสมาธิในการเรียน ครูจึงต้องการให้นักเรียนอยู่ในระเบียบเรียบร้อย ตั้งใจฟังคำอธิบาย เพราะ
 จะได้เข้าใจบทเรียนได้ต่อเนื่องกันโดยตลอด

จากแนวความคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 ในชั้นสูง ผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานมาก่อน จึงจะนำความรู้นั้นมาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่ วิชา
 คณิตศาสตร์บางวิชาในชั้นสูง ๆ จะต้องมีความรู้พื้นฐานมาก่อนจึงจะสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

การส่งเสริมให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดี เป็นหน้าที่สำคัญของครู

สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2525 : 113) กล่าวว่าครูควรมีทักษะในการสอน ดังเช่น

1. รู้จักนำเรื่องที่แปลก ใหม่ และสอดคล้องกับบทเรียนมาเป็นเครื่องช่วยในการชักจูง
 ให้นักเรียนสนใจบทเรียน
2. การใช้คำถามต้องให้ชัดเจนเพราะคำถามที่ดี จะเป็นเครื่องตัดสินได้ว่า คำตอบของ
 นักเรียนนั้นบ่งบอกถึงความเข้าใจหรือไม่เข้าใจในบทเรียน
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ค่อนข้างยากและยังต้องอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมอย่างมาก
 ครูควรให้กำลังใจและมีวิธีชักจูงใจนักเรียนในชั้นให้สนใจเรียน
4. การยกตัวอย่างต้องชัดเจน อาจยกตัวอย่างจากง่ายไปยาก เพื่อที่นักเรียนจะได้มี
 ความคิดต่อเนื่องกันและเป็นแนวทางในการนำไปเป็นตัวอย่างในการฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดต่อไป
5. ถึงแม้ว่าปัจจุบันสื่อการสอนจะมีบทบาทในการเรียนการสอนในชั้น แต่การใช้กระดานดำ

ยังเป็นวิธีที่สะดวก ง่ายและประหยัด ฉะนั้นการเขียนกระดาษดำให้ตัวโต อ่านง่าย สะอาดและ
เป็นระเบียบ จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและมีความคิดเป็นลำดับขั้น

6. วิชาคณิตศาสตร์ต้องใช้เวลาควมอยู่มาก ดังนั้นครูคณิตศาสตร์ควรมีทักษะในการคิด:
คำนวณได้ดี มีพื้นฐานจากการคำนวณที่ถูกต้อง นอกจากนี้จะเป็นตัวอย่างที่ดีกับนักเรียนและสร้างศรัทธา
ในศรัทธาให้กับนักเรียนแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะทางการคิดคำนวณของนักเรียนอีกด้วย

สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำนั้น ยูจิน พิศกุล (2524 : 486)
ได้ให้แนวทางการพัฒนาสำหรับนักเรียนอ่อนดังนี้

1. ควรจัดบทเรียนให้จบเป็นหน่วย นำวัสดุมาแสดงเป็นช่วงสั้น ๆ ตรวจสอบว่านักเรียน
เข้าใจแล้ว จึงจะเปลี่ยนเรื่องใหม่
2. ควรจะเปลี่ยนวิธีสอนและจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหา ในแต่ละบทเรียนอาจมี
การฝึกทักษะในการคำนวณเป็นช่วงสั้น ๆ
3. ให้นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง และค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง
4. ทำการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม
5. นำวัสดุและสิ่งแวดล้อมจากสภาพท้องถิ่นมาใช้ เช่น ครูอาจจะมอบหมายให้นักเรียน
ไปเก็บตัวเลขที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันมา แล้วตั้งเป็นโจทย์ให้คำนวณ
6. ควรจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองด้วยการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยครู
อาจจะกำหนดบทเรียนสั้น ๆ และง่าย ๆ แล้วมีแบบฝึกหัดให้
7. ควรจะให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเป็นพิเศษในการแนะนำที่ว่าจะเรียนอย่างไร
จะใช้หนังสืออย่างไรประกอบและไม่ควรหวังว่านักเรียนจะทำโจทย์ได้ทุกครั้ง

แนวทางแก่นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำหรือนักเรียนที่เพื่อนำ
ในการเรียนนั้น ฟินทิว จูห์ยล (2525 : 141) กล่าวถึงการช่วยเหลือนักเรียนที่มีผลการเรียนทาง
คณิตศาสตร์ที่ผ่านมามีอยู่ในระดับต่ำ ว่า การสอนซ่อมเสริมหรือการให้การช่วยเหลือพิเศษ อาจจะเป็น
ประโยชน์ ถ้าผู้สอนสามารถใช้ได้เหมาะสมกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล ตามที่เขาต้องการความช่วยเหลือ
ผู้เรียนที่จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือเหล่านั้นมักมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สอนจะต้อง
แก้เจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนที่จะแก้ไขข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป

จากแนวความคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะต้อง เริ่มต้นที่การพัฒนาสมรรถภาพของครูที่ทำการสอนในระดับพื้นฐานเพื่อ ยืนยันให้นักเรียนสนใจการเรียน นอกจากนี้ครูต้องมีเทคนิคการสอนและวิธีสอนสำหรับนักเรียนที่เรียน ล่าช้า ตลอดจนจัดซ่อมเสริมและส่งเสริม เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทาง คณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

อุปสรรคในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

นักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนมักจะเกิดความท้อแท้และเบื่อหน่ายต่อการเรียน ในบางครั้งครูพยายามสอนอย่างเต็มที่และนักเรียนก็ตั้งใจเรียนอย่างเต็มที่ แต่นักเรียนก็ไม่สามารถ บรรลุจุดประสงค์ในการเรียน พันทิพา อุทัยสุข (2525 : 139) กล่าววิจารณ์ถึงการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรนั้น อาจมีผลเนื่องมาจากสิ่งต่อไปนี้

1. การมุ่งผลสัมฤทธิ์มากกว่ากระบวนการ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์บางส่วนมุ่งผลสัมฤทธิ์ (Product) มากกว่ากระบวนการ (Process) ซึ่งทำให้ผู้เรียนขาดความต่อเนื่อง เพราะการเน้น กระบวนการด้วยจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นความต่อเนื่องของสิ่งที่เรียนไปแล้วกับผลสัมฤทธิ์ของสิ่งที่กำลัง เรียนอยู่และทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งถ้าเน้นเฉพาะผลสัมฤทธิ์ เมื่อผู้เรียนได้คำตอบแล้วก็เลิกสนใจ ทำให้สิ้นใจในสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ง่าย

2. การสอนเร็วเกินไป เนื่องจากผู้เรียนมีความแตกต่างกันทั้งด้านความสนใจ ความ พร้อมและความสามารถ ถ้าผู้สอนต้องการให้บทเรียนผ่านไปด้วยความรวดเร็ว จะทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ ไม่สามารถเข้าใจถึงกระบวนการ ผู้สอนควรตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและให้เวลา ผู้เรียนทำความเข้าใจกระบวนการในบทเรียนนั้นก่อนที่จะผ่านไปยังบทเรียนต่อไป ผลจากการสอน เร็วเกินไป อาจทำให้นักเรียนท้อถอย ขาดความต่อเนื่องในบทเรียนจนทำให้รู้สึกที่ไม่สามารถเรียน ได้ ทำให้เบื่อหน่ายต่อการเรียน

3. การฝึกหัดที่ไม่ถูกต้อง การฝึกหัดเป็นสิ่งจำเป็นมากในวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมี ความเข้าใจสามารถสร้างกระบวนการของตนเองได้และเกิดทักษะ แต่ส่วนมากผู้สอนมักจะให้นักเรียน ฝึกฝนในขณะที่ยังไม่เข้าใจแนวทางดำเนินการ อาจจะทำให้นักเรียนทำสิ่งที่ผิดซ้ำแล้วซ้ำเล่า เป็นผล ให้เกิดความเคยชิน จนไม่สามารถแก้ไขได้ การฝึกฝนที่ดีต้องกระทำหลังจากเกิดความเข้าใจและ สร้างกระบวนการของตนเองได้แล้ว จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะสามารถดำเนินการได้ถูกต้องและ รวดเร็ว



4. การวินิจฉัยและให้การช่วยเหลือที่ผิดพลาด เมื่อผู้เรียนทำข้อสอบหรือแบบฝึกหัดผิด ผู้สอนมักจะวินิจฉัยว่าทำไม่ได้หรืออ่านโจทย์ผิด เหตุผลที่น่าจะถูกต้องคืออาจจะไม่เข้าใจหรือลำดับความคิดคลาดเคลื่อนหรือใช้กระบวนการไม่ถูกต้อง ผู้สอนต้องใช้การสังเกตและวินิจฉัยด้วยจิตใจที่เป็นธรรม ถ้าผู้สอนวินิจฉัยไม่ถูกต้องก็เป็นผลให้ไม่สามารถช่วยเหลืออย่างถูกต้อง ส่วนมากผู้สอนมักจะเฉลยคำตอบหรือวิธีทำ ซึ่งไม่สามารถทำให้เด็กเรียนเข้าใจในบทเรียนได้ อาจทำให้ผู้เรียนไม่ประสพผลสำเร็จในการเรียนบทเรียนต่อไป

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าอุปสรรคที่ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรมีสาเหตุมาจาก จุดมุ่งหมายในการสอนของครู เทคนิคการสอนของครู และการวินิจฉัยที่ผิดพลาด

การวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์นั้นอาจแสดงออกจากคะแนนแบบทดสอบเข้าวัด หรือแบบทดสอบสมรรถภาพทางการเรียนก็ได้ การทดสอบเพื่อวัดระดับความรู้เป็นการทดสอบความรู้พื้นฐาน ซึ่งเป็น การทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนหรือทำการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดพื้นฐานความรู้ของนักเรียนแต่ละคน

โรเบิร์ต แอล ธอร์นไดค์ (Robert L. Thorndike 1955 : 27) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสอบที่ผิดต่อการเรียนรู้ สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่ดีและมีการเก็บคะแนนสอบหลายวิธี อย่างมีกระบวนการที่ถูกต้อง สามารถใช้เป็นแรงจูงใจที่สร้างนิสัยในการเรียนและเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เบนจามิน เอส.บลูม (Benjamin S. Bloom 1971 : 923) ได้สร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐานเพื่อหาส่วนที่บกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐาน ใช้หาระดับของการเรียนรู้เพื่อแยกนักเรียน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูต้องกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนในเนื้อหาวิชานั้น ก่อนแล้วจึงทำการสอน เมื่อทำการสอนเสร็จสิ้นลงแล้ว ครูก็ต้องการที่จะทราบว่านักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนหรือไม่โดยที่ครูต้องทำการวัดและประเมินผล ได้มีผู้กล่าวเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลไว้ดังนี้

อนันต์ จันทร์ทวี (2525 : 291) กล่าวถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนว่า การวัดและการประเมินผลจะเป็นสิ่งช่วยให้ครูผู้สอน ผู้เรียน ตลอดจนผู้พัฒนาหลักสูตรทราบว่าการเรียนการสอนในแต่ละชั้นประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด

ยุพิน พิพิธกุล (2527 : 8) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนว่า การทดสอบนั้นเป็นวิธีการวัดที่สำคัญ ครูจะวัดผลได้ตรงตามจุดประสงค์การสอนหรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับ การสร้างข้อทดสอบของครู ข้อทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์ มี 2 ชนิดคือ ข้อทดสอบแบบอัตนัย และข้อทดสอบแบบปรนัย

จัม ซี.นันทันแนลลี (Jum C. Nunnally 1959 : 266) และ แอนนี อนาสตาซี (Anne Anastasi 1968 : 386) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในลักษณะเดียวกันว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสำเร็จในการทำกิจกรรม หรือการเรียนรู้อย่างที่เป็นผลมาจากการอบรมสั่งสอนหรือการฝึกฝนโดยเฉพาะ

เจ.หลุยส์ คาร์เมล และ มาริลิน โอ.คาร์เมล (J.Louis Karmel and Marylin O. Karmel 1978 : 426 - 431) กับ เบนจามิน เอลส์.บลูมและคณะ (Benjamin S. Bloom and Others 1981 ; 196 - 199) ได้กล่าวถึงการออกข้อทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบไว้ในทำนองเดียวกันสรุปได้ว่า การออกข้อทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จะต้องระมัดระวังทั้งตัวคำถามและตัวเลือก ซึ่งมีหลักสำคัญในการเขียนคำถามและตัวเลือก ดังนี้คือ

ตัวคำถาม

1. ควรเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ เช่น เลข 1 ตัวหน้าในจำนวน 10141 มีค่าเท่าใด
2. มีคำถามเดียว อย่าใช้คำถามซ้อนสองคำถามในข้อเดียวกัน
3. ใช้ภาษาที่ง่าย ชัดเจน สื่อความหมายตรงกัน

4. อย่าใช้คำตามที่เป็นคำลวง
5. ควรเขียนในเชิงบวก ไม่ควรเป็นปฏิเสธถ้าไม่จำเป็น
6. ควรให้ข้อทดสอบแต่ละข้อ เป็นอิสระไม่ขึ้นต่อข้ออื่น

ตัวเลือก

1. ต้องเป็นชนิดเดียวกันหรืออยู่ในตระกูลเดียวกัน
2. อย่าให้ตัวเลือกของข้อหนึ่งชี้แนะอีกข้อหนึ่ง
3. ควรให้ล่อคคล้องกับคำถาม
4. ใช้ภาษาที่ชัดเจน
5. ควรทำให้ตัวลวงต่าง ๆ มีเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ หรือมีส่วนถูกบางส่วน
6. อย่าให้ความยาวของตัวเลือกเป็นเครื่องบอกคำตอบที่ถูกต้อง ตัวเลือกควรจะมี ความยาวพอ ๆ กัน ถ้าความยาวไม่เท่ากันก็ควรจะเขียนตัวเลือกจากสั้นไปหายาวหรือยาวไปหาสั้นแล้วแต่กรณี
7. ตัวเลือกที่เป็นค่าตัวเลข ควรจะได้เรียงค่าจากน้อยไปมากหรือมากไปน้อย
8. ควรพยายามหลีกเลี่ยงการใช้ข้อความ "ถูกทุกข้อที่กล่าวข้างต้น" และข้อความ "ไม่มีข้อใดถูกต้อง"
9. ควรให้คำตอบที่ถูกต้องอยู่ในลักษณะการสุ่มและจำนวนข้อที่ถูกต้องควรจะเป็นพอ ๆ กัน เช่น ออกข้อสอบ 20 ข้อ ตัวเลือก ก. หรือ ข. หรือ ค. หรือ ง. แต่ละตัวก็ควรจะถูก 5 ข้อ เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศไทย

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พนศิริ แก้วกลางศึก (2513 : 52) ได้ทำการดัดแปลงแบบทดสอบ ดี.เอ.ที (DAT) ด้านเหตุผลเชิงภาษา ความสามารถเชิงตัวเลขและเหตุผลเชิงนามธรรม ไปทดสอบเพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยนำแบบทดสอบความสามารถทางด้านเหตุผล