

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและสร้างเกณฑ์ปกติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 12-14 ปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครั้งนี้ มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.1.1 ความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป
 - 2.1.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
 - 2.2.1 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาหรือสมรรถภาพทางสมองของ Guilford
 - 2.2.2 ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ
 - 2.2.3 กระบวนการ Synectics
- 2.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget
- 2.4 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.5 เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.6 เกณฑ์ปกติ (Norm)
 - 2.6.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ
 - 2.6.2 ระดับของเกณฑ์ปกติ
 - 2.6.3 การสร้างเกณฑ์ปกติ
 - 2.6.4 การแปลความหมายและการประเมินคะแนน T ปกติ
 - 2.6.5 หลักการใช้เกณฑ์ปกติ
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.7.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
 - 2.7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.7.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเกณฑ์ปกติ

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

2.1.1 ความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายแนวทางดังต่อไปนี้

กรมการฝึกหัดครู (2523) ได้ให้คำจำกัดความว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดแบบอเนกนัยหรือความคิดหลายทิศหลายทางที่นำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดและการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จในด้านการคิดค้นพบทฤษฎีต่าง ๆ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

นิพนธ์ (2523) และยุบล (2525) ให้ความหมายสอดคล้องกันว่าความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการคิด การกระทำผลงานใหม่ ๆ ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น โดยทั่วไปความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ เกิดจากการประดิษฐ์อะไรใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีใครคิดค้นมาก่อน และเกิดจากการดัดแปลงสิ่งเดิมที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์แก่มนุษย์

ทัศนีย์ (2526) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความคิดแบบอเนกนัยหรือความคิดหลายแนวทาง มีลักษณะพิเศษ 3 อย่าง คือ

ความคล่องในการคิด หมายถึง การคิดหาคำตอบของปัญหาได้มากในเวลาจำกัด

ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถคิดคำตอบแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร

Logan และ Logan (อ้างถึงในชูจิต, 2527) ได้รวบรวมความหมายของความคิดสร้างสรรค์และสรุปเป็น 5 แนวทาง คือ

1. ความหมายในแง่ของความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดริเริ่มที่แปลกใหม่ แม้จะคล้ายคลึงกับสิ่งที่มีผู้คิดไว้แล้ว แต่ถ้ามีองค์ประกอบใหม่บางอย่างที่ต่างไปจากเดิม และผู้คิดคิดขึ้นมาได้อย่างฉับพลัน โดยที่สิ่งนั้นเป็นสิ่งใหม่สำหรับตัวผู้คิดเองก็จัดว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ สิ่งที่เกิดขึ้นมานั้นจะต้องเป็นประโยชน์และเป็นที่พอใจของคนอื่น ๆ ในเวลานั้นด้วย

2. ความหมายในแง่ของการเปรียบเทียบความคิดธรรมดา ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยคิดในแง่ใหม่ที่แปลกใหม่และใช้จินตนาการ หรือวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดแก้ปัญหาจากประสบการณ์และความสามารถของตนเองในขณะที่คนอื่น ๆ จะเห็นคล้อยตามความคิดที่ผู้รู้ผู้ชำนาญคิดเอาไว้อย่างเดียว

3. ความหมายในแง่ของกระบวนการคิด ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการ

ที่บุคคลสามารถคิดสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ หรือค้นพบสิ่งที่ผู้อื่นค้นพบมาก่อนแล้วหรือจัดเรียงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปแบบใหม่ ซึ่งการจัดเรียงแบบใหม่นี้จะทำให้ได้ความรู้แบบใหม่ด้วย กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ใช่เพียงเพราะสิ่งที่คิดได้มีความสำคัญ แต่เป็นเพราะตัวกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เองเป็นสิ่งสำคัญของชีวิต การอยู่อย่างมีความคิดสร้างสรรค์เป็นการอยู่อย่างสมบูรณ์แบบของชีวิตของคน ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่มนุษย์เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ด้วยแรงกระตุ้นจากความต้องการของตนเอง และจะเรียนรู้สิ่งนั้นจนเป็นที่พอใจว่าตนเองได้เรียนรู้แล้ว ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของการมองเห็นหรือสร้างสรรค์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในจิตสำนึก และจิตใต้สำนึกเป็นกระบวนการคิดที่หลุดพ้นจากภาวะปกติ ขั้นตอนของกระบวนการความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

- 3.1 ขั้นรู้สึกถึงปัญหา
- 3.2 ขั้นพยายามคิดแก้ปัญหา
- 3.3 ขั้นเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง และคิดหาคำตอบได้
- 3.4 ขั้นแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ตามจุดมุ่งหมาย
- 3.5 ขั้นเผยแพร่สิ่งที่คิดไว้ให้ผู้อื่นได้ทราบ

4. ความหมายในแง่ของสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบของความคิดแบบอเนกนัย ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้อย่างคล่องแคล่ว คิดได้หลายแนวทาง คิดหาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้ได้คำตอบแบบใหม่ ๆ หลายคำตอบจากคำถามเพียงข้อเดียว

5. ความหมายในแง่ของผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่จะสร้างสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน สิ่งนั้นจะต้องแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร และจะต้องใช้ความพยายามมากในการประดิษฐ์ ปรับปรุง หรือรวบรวมสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยวิธีใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ทำมาก่อน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งนั้น ความคิดสร้างสรรค์ในความหมายนี้ เน้นผลงานที่สร้างขึ้นไม่ว่าจะเป็นการคิดประดิษฐ์ขึ้นใหม่หรือการปรับปรุงผลงานเดิม ตลอดจนการค้นพบความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในโลก

Mc Candless และ Evans (อ้างถึงในตรองพจน์, 2527) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ในด้านของกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ เป็นความคิดที่ซับซ้อน เป็นความสามารถที่จะเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ การตั้งและการทดสอบสมมติฐาน ทักษะในการสื่อความหมายความคิดของตนเองต่อผู้อื่น การค้นพบปัญหาและการแก้ปัญหาในด้านผลผลิต จะพิจารณา

การสร้างสรรคในรูปแบบของผลผลิตที่แปลกใหม่ และมีคุณค่าเป็นที่ยอมรับของคนอื่น และได้ให้ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ 5 ประการคือ

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นรูปการหนึ่งของพฤติกรรมทางสติปัญญา ซึ่งสามารถแสดงออกได้หลาย ๆ ทางที่ระดับต่าง ๆ
2. เด็กทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในตัวเอง แต่ต่างกันที่ระดับความคิดและโอกาสที่แสดง
3. ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาขึ้นได้ภายใต้เงื่อนไขบางประการ
4. ควรสนับสนุนทฤษฎีของ Piaget ที่ว่าการพัฒนาความสามารถทางการสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายแรกของการศึกษาที่ควรสนับสนุนให้เกิดขึ้นในโรงเรียน
5. ความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นองค์ประกอบใหญ่ของความคิดสร้างสรรค์ และการวัดทางสติปัญญาที่เป็นความคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) นั้น ไม่ใช่สิ่งเดียวกันและไม่เหมือนกัน

Rice (อ้างถึงในงลักษณ์, 2529) ได้ให้ความหมายในทำนองเดียวกับ Guilford ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถขั้นสูงของสมอง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความคิดอเนกนัยและความสามารถในการประเมินค่า (Evaluative Ability)

อารี (2529) ให้ความหมาย คำว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดจินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นใหม่ ๆ ทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึง หรือมองข้าม เป็นความคิดหลากหลายคิดได้กว้างไกล เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดจากการคิดผสมผสาน เชื่อมโยงระหว่างความคิดใหม่ ๆ กับประสบการณ์เดิมให้เกิดสิ่งใหม่ที่แก้ปัญหา และเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

กรมหมื่นนราธิปพงศ์ประพันธ์ (อ้างถึงในเด่นพงษ์, 2530) ทรงใช้คำว่า Creativity หรือ ภาวะสร้างสรรค์ พร้อมกับทรงอธิบายว่า หมายถึง "ความสามารถในการคิดหรือทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้เกิดประโยชน์ ทั้งนี้ ความคิดนั้นจะต้องแปลกไปจากความคิดเดิมหรือจากการที่ผู้อื่นไม่ได้คิดค้นมาก่อน"

ไมตรี (อ้างถึงในเด่นพงษ์, 2530) อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์เป็นข้อดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ที่ต้องการสร้างสิ่งต่าง ๆ ให้แปลกไปจากเดิม
2. การมองเห็นสิ่งต่าง ๆ หรือข้อคิดเห็นต่าง ๆ ซึ่งแต่เดิมไม่ได้เกี่ยวข้องกันเลยให้เข้ามาเกี่ยวข้องกัน

3. การปล่อยให้ความคิดเป็นอิสระอยู่ในความฝัน และ

4. ความสามารถในการคิดหรือทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้เกิดประโยชน์

Brandwein (อ้างถึงในกรมวิชาการ, 2532) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการแยกแยะประสบการณ์หรือความรู้เดิมสร้างเป็นความคิดใหม่หรือผลผลิตใหม่ ในรูปแบบและวิธีการที่มีความหมาย

Torrance (อ้างถึงในสมชัย, 2532) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการคิดที่บุคคลสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และสามารถตั้งแนวคิดหรือสมมติฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ และเมื่อทดสอบสมมติฐานนั้นแล้วก็สามารถถ่ายทอดการค้นพบนั้นให้ผู้อื่นทราบได้ กระบวนการคิดนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. กระบวนการรับรู้ว่ามีปัญหายาก มีปัญหา มีช่องว่างของข้อมูล
2. กระบวนการตั้งแนวความคิดหรือการสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้น
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐาน
4. กระบวนการถ่ายทอดผลผลิตที่ได้มาให้ผู้อื่นทราบ

Guilford (อ้างถึงในอารี, 2532) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดแบบแตกแขนง (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วยความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดละออ (Elaboration)

Getxels และ Jackson (อ้างถึงในอารี, 2532) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดที่หาคำตอบหลาย ๆ คำตอบ ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งลักษณะเช่นนี้มักจะเกิดกับบุคคลที่มีอิสระในการตอบสนองจึงจะสามารถตอบได้มาก

Wallach และ Kogan (อ้างถึงในอารี, 2532) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ซึ่งสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความเป็นอิสระของสติปัญญา การตรวจสอบเหตุการณ์และความสำคัญอยู่ที่ผลผลิตของความคิดที่เป็นอิสระ ซึ่งปรากฏออกมาโดยการโยงความสัมพันธ์ (Association) กล่าวคือ เป็นการรวบรวมความรู้ที่มีอยู่ทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วเกิดประโยชน์ทางใดทางหนึ่ง

กรมวิชาการ (2532) สรุปว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป และความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดที่เป็นของตัวเองโดยเฉพาะ หรือ ความคิดริเริ่ม

สมชัย (2532) สรุปว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดอย่างหลากหลายอันอาจเป็นความคิดในแงุ่มุมใหม่ ๆ ที่คนอื่นยังไม่เคยคิด หรือเกิดจากการปรับปรุงความคิดโดยอาศัยแงุ่มุมที่เคยมีผู้คิดไว้ก่อนแล้ว

กัมปนาท (2534) สรุปไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นคุณลักษณะของบุคคลในการคิดสิ่งต่าง ๆ แปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบอย่างที่มีอยู่แล้ว ตลอดจนการแก้ปัญหาเป็นการคิดแบบบูรณาการที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความรู้ต่าง ๆ ในแงุ่มุมใหม่ ๆ เป็นกระบวนการคิดที่เกิดขึ้นหลายทิศทางที่เป็นประโยชน์แก่มนุษย์ และความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

จากแนวความคิด หลากหลายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการคิดแบบอเนกนัยของบุคคลที่ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นพฤติกรรมขั้นสูงของสติปัญญาที่มีความอิสระในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า โดยสามารถโยงประสบการณ์เดิมให้เกิดผลงานรูปแบบใหม่และให้ประโยชน์ต่อสังคม

2.1.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ทัศนีย์ (2517) นฤมล (2522) และสุมาลี (2525) ให้ความหมายสอดคล้องกันว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการแสดงความคิดริเริ่ม ความยืดหยุ่นในการคิด และความคล่องในการคิด ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์จะมีความหมายคล้ายคลึงกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ต่างกันเพียงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เน้นไปทางด้านที่มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกระบวนการคิด เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ฯลฯ

อุดร (2527) สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมาย กฎเกณฑ์ และหลักการในเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Moravesik (อ้างถึงในวินัย, 2528) ได้ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ตามจุดมุ่งหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ

1. เพื่อพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยี
2. เพื่อสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ซึ่งพยายามที่จะรู้และอธิบาย

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัว

3. เพื่อผลกระทบต่อธรรมชาติและหน้าที่ของคนที่มิต่อโลก

มาร์ศรี (2530) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถของบุคคลที่คิดได้หลายแนวทางเป็นความคิดที่ก่อให้เกิดผลผลิตแปลก ๆ ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์หรือการปรับปรุงดัดแปลง เพื่อพัฒนาผลผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และมีคุณค่า สามารถรวบรวมความคิดมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยการคิดนั้นต้องอาศัยความรู้ หลักการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ความสามารถในการคิดดังกล่าวประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความยืดหยุ่นในการคิดและความคล่องในการคิด

ประจิต (2530) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลองมาใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะหลายแนวทาง ต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหา การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การทดลองที่แปลกใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วเผยแพร่ให้คนอื่นรู้ตลอดจนปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ ผลผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่า และมีประสิทธิภาพกว่าเดิมมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

Piltz และ Sund (อ้างถึงในสมชัย, 2532) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นแนวทางการคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะเน้นความคิดริเริ่มในด้านความคิดแล้ว ยังเน้นถึงการริเริ่มพัฒนาความคิดซึ่งให้ได้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เน้นความใหม่ และความมีศิลปะทั้งสองประการพร้อมกัน นอกจากนี้ความสามารถที่จำเป็นของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ความสามารถในการจดจำปัญหา
2. ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่
3. ความสามารถในการจัดระเบียบความคิด
4. ความสามารถในการประเมินผล

สมชัย (2532) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่เน้นถึงการรวบรวมข้อมูล การจัดระเบียบทางความคิด ความละเอียดในการคิด เพื่อที่จะแสดงความคิดที่จะมุ่งหาแนวทางใหม่ที่มีประโยชน์มีคุณค่า หรือเป็นความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้แนวทางการคิดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประสพการณ์พื้นฐานความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

กัมปนาท (2534) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิด และการกระทำเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ หรือสร้างผลผลิตแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยการคิดดังกล่าวประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความยืดหยุ่นในการคิด และความคล่องในการคิด ที่ต้องอาศัยความรู้ หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จะต้องเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ด้วย

ชูเกียรติ (2534) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำแนวคิดการกระทำหรือผลจากการเรียนรู้ ตลอดจนหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลองมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีลักษณะเป็นความคิดหลายแนวทาง เป็นความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร หรือได้ผลผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพกว่าเดิม ความสามารถในการคิดดังกล่าวประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดของบุคคลซึ่งประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิด ที่มุ่งสร้างผลงานใหม่ ๆ เพื่อจุดมุ่งหมายในสาระทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัย หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

2.2.1 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford (อ้างถึงในอารี, 2532)

การศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์มีแนวคิดพื้นฐานมาจาก Guilford นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน Guilford และคณะ ได้ศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ของสติปัญญาอยู่เป็นเวลานานประมาณ 20 ปี โดยเน้นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผลและการแก้ปัญหา ในที่สุดก็ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองขึ้น หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model ที่เรียกว่า SI) ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ

ความสำคัญของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ Guilford ได้พัฒนาวิธีการคิดขึ้น 2 ประเภท ได้แก่

1. ความคิดรวมหรือความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง การคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องตามสภาพข้อมูลที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว
2. ความคิดกระจายหรือความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง

ความคิดหลายทิศทางที่สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนการนำไปสู่ผลผลิตของความคิดหรือคำตอบได้หลายอย่างด้วย และ Guilford อธิบายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ก็คือ ความคิดนอกเนกนัยนั่นเอง

Guilford ได้อธิบายโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองในลักษณะ 3 มิติดังภาพที่ 1

มิติที่ 2 วิธีการคิด (OPERATIONS)

การประเมิน (Evaluation)

การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking)

การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking)

การจำ (Memory)

การรู้จัก-ความเข้าใจ (Cognition)

มิติที่ 3 ผลของการคิด (PRODUCTS)

หน่วย (Units)

จำพวก (Classes)

ความสัมพันธ์ (Relations)

ระบบ (Systems)

การแปลงรูป (Transformations)

การประยุกต์ (Implications)

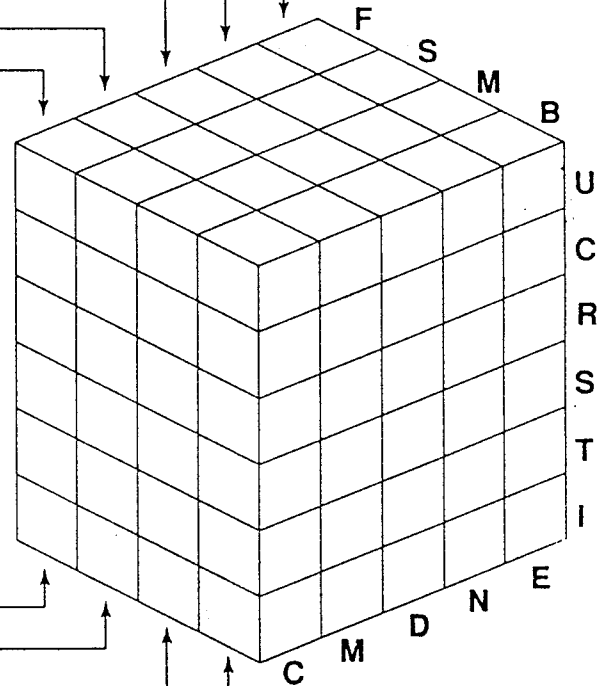
มิติที่ 1 เนื้อหา (CONTENT)

รูปภาพ (Figural)

สัญลักษณ์ (Symbolic)

ภาษา (Semantic)

พฤติกรรม (Behavioral)



ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของ Guilford

จากโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา Guilford ได้แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) หมายถึง มิติแทนเนื้อหาข้อมูลหรือ สิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิดที่สมองรับเข้าไปคิดแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1. ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม หรือรูปที่แน่นอน ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้ และทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้ เช่น ภาพ เป็นต้น

2. สัญลักษณ์ (Symbolic เขียนย่อว่า S) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

3. ภาษา (Semantic เขียนย่อว่า M) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปของถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กัน สามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้ เช่น พ่อ แม่ เพื่อน ชอบ โกรธ เสียใจ เป็นต้น

4. พฤติกรรม (Behavior เขียนย่อว่า B) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก กิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตเห็น รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การคิด เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การล้อเล่น การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น

มิติที่ 2 วิธีการคิด หมายถึง มิติที่แสดงลักษณะกระบวนการปฏิบัติงาน หรือกระบวนการคิดของสมองแบ่งออกตามลำดับได้ 5 ลักษณะดังนี้

1. การรู้การเข้าใจ (Cognitive เขียนย่อว่า C) หมายถึง ความสามารถในการตีความหมายของสมองเมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกไว้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นของเด็กเล่นรูปร่างกลม ทำด้วยยางผิวเรียบ ก็บอกได้ว่าเป็นลูกบอล เป็นต้น

2. การจำ (Memory เขียนย่อว่า M) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้ และข้อมูลต่าง ๆ ไว้ได้ และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ เช่น การจำสูตรคูณ การจำหมายเลขประจำตัว การซื้อตั๋วคนร้ายได้ เป็นต้น

3. ความคิดแบบเอนกนัยหรือความคิดกระจาย (Divergent Thinking เขียนย่อว่า D) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่ หลายมุม แตกต่างกันไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง ให้บอกมาให้ได้มากที่สุด ผู้ที่คิดได้มากแปลก มีเหตุผล คือ ผู้ที่มีความคิดเอนกนัย และ Guilford ได้อธิบายว่าความคิดเอนกนัยคือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

4. การคิดแบบเอกนัยหรือความคิดรวม (Convergent Thinking เขียนย่อว่า N) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เรากำหนด และคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

5. การประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E) หมายถึง ความสามารถในการตีราคา ลงค่าสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 3 ผลของการคิดหมายถึง มิติที่แสดงผล (Product) ที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือกระบวนการคิดของสมอง หลังจากที่ได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าจากมิติที่ 1 และตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้จากมิติที่ 2 แล้ว ผลที่จะได้ออกมาเป็นมิติที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่าผลของความคิดเกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และมิติที่ 2 นั้นเอง ซึ่งผลของการคิดแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ ดังนี้

1. หน่วย (Unit เขียนย่อว่า U) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน แมว สุนัข กระดานดำ บ้าน เป็นต้น

2. จำพวก (Classes เขียนย่อว่า C) หมายถึงประเภทหรือจำนวนกลุ่มของหน่วยที่มีสมบัติหรือลักษณะที่มีร่วมกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ คน สุนัข หรือประเภทผลไม้ ได้แก่ เงาะ ฝรั่ง ลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relations เขียนย่อว่า R) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับสิ่งของประเภทเดียว หรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์นี้อาจจะอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนคู่กับบ้าน นกคู่กับรัง ปลาคู่กับน้ำ เสือคู่กับป่า เป็นต้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

4. ระบบ (System เขียนย่อว่า S) หมายถึง การเชื่อมโยงกลุ่มของสิ่งของ สิ่งเร้า โดยอาศัยเกณฑ์หรือระเบียบแบบแผนบางอย่างเช่น 1,3,5,7,9 เป็นระบบเลขคี่ เป็นต้น

5. การแปลงรูป (Transformation เขียนย่อว่า T) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ดัดแปลง ตีความ ขยายความ ให้นิยามใหม่ ๆ หรือการจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้าหรือข้อมูลออกมาในรูปใหม่ เช่น การเปลี่ยนรูปสี่เหลี่ยม เป็นเส้นตรง 4 เส้น เป็นต้น

6. การประยุกต์ (Implications เขียนย่อว่า I) หมายถึง การสรุปพาดพิงหรือทำนาย ซึ่งอาจจะได้มาจากความรู้ปัจจุบัน แล้วนำไปใช้ในการติดต่อไป

จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford แบ่งออกเป็น 120 เซล หรือ 120 องค์ประกอบ โดยในแต่ละองค์ประกอบจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของสามมิติเรียงจาก เนื้อหา - วิธีการคิด - ผลของการคิด

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง หรือเรียกว่าความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งองค์ประกอบจำแนกได้ 4 ลักษณะคือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดแบบแปลกใหม่แตกต่าง จากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงแล้ว ประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น ซึ่งเกี่ยวกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

2. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้ จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์ และระบบ

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง การคิดได้หลายแบบ ได้หลาย ประเภทอย่างเป็นอิสระและกว้างขวาง มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความยืดหยุ่นในการคิด จะคิดได้ไม่ซ้ำกัน ดังนั้นจะเห็นว่าความยืดหยุ่นในการคิดเป็นตัวเสริมให้ความคล่องในการคิด มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเกี่ยวกับผลของการคิดเรื่องจำพวกและ การแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดรายละเอียด เพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดละออเป็นคุณ ลักษณะที่จำเป็น ซึ่งในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

2.2.2 ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ

ทฤษฎีนี้กำลังได้รับความสนใจโดยทั่วไป เพราะเป็นความรู้ใหม่เกี่ยวกับการทำงานของ สมองมนุษย์ มีการเริ่มต้นศึกษาและทดลองโดยกลุ่มนักจิตวิทยาคลินิก ซึ่งมีพื้นฐานแนวความคิด เบื้องต้นว่า เฝ้านท์ของมนุษย์ปัจจุบันอยู่รอดสืบเชื้อสายมาถึงเราได้ก็เพราะมีสมองอันเชี่ยวชาญ ถ้ามนุษย์มีสมองแบบพอใช้ได้คงสูญพันธุ์ไปหมดแล้ว ความเชี่ยวชาญของมนุษย์เกิดขึ้นเพราะมนุษย์ มีสมองที่แบ่งหน้าที่กันเป็นสองส่วน หรือมีสองสมองนั่นเอง (ประมาญ, 2527)

การคิดของคนเราโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือการคิดสร้างสรรค์ และ การคิด ตามเหตุผล แนวคิดดังกล่าวนี้มาจากการศึกษาเรื่องการทำงานของสมองที่ชี้ให้เห็นว่าสมองแบ่ง ออกเป็น 2 ซีก คือ สมองซีกซ้ายและสมองซีกขวา สมองซีกซ้ายจะเป็นแหล่งความคิดด้านเหตุผล การวิเคราะห์ การคำนวณ ส่วนสมองซีกขวาจะเป็นแหล่งความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ การสร้างสรรค์ให้พัฒนาเกิดความเป็นจริงขึ้นมา ทั้ง ๆ ที่ความคิดทั้งสองลักษณะนี้มีความสำคัญด้วยกัน ทั้งคู่ ดังเปรียบเทียบให้เห็นตามตารางที่ 1 (ศิริวรรณ, 2527) นอกจากนี้ ประมาญ (2527) ได้อธิบายถึงการทำงานและลักษณะของสมองทั้งสองซีก สมองมนุษย์ไม่เหมือนกันทั้งสองซีก หากแต่มีซีกหนึ่งมีอิทธิพลควบคุมอีกซีกหนึ่งสุดแต่คนนั้นจะใช้ซีกขวา หรือซีกซ้ายมากกว่ากัน

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะความคิดสร้างสรรค์และความคิดด้านใช้เหตุผล
(ศิริวรรณ, 2527)

ความคิดสร้างสรรค์	ความคิดด้านใช้เหตุผล
1. กระตุ้นและสำรวจความคิด	1. คัดเลือกความคิด
2. ให้มีการเปลี่ยนแปลงหาความแตกต่าง	2. ทดสอบความถูกต้อง
3. ไม่คำนึงถึงความถูกผิด	3. พิสูจน์และพิจารณาตัดสินใจ
4. หาวิธีการที่ดีกว่าเดิม	4. วางระบบ
5. ใช้ข้อมูลเพื่อหาวิธีการใหม่ ๆ	5. แปลความหมายของข้อมูลที่ได้รับ
6. คิดกว้าง ๆ ไม่เป็นขั้นตอน	6. คิดเป็นขั้นตอนตามลำดับ
7. รับความคิดในทุกรูปแบบ	7. สนใจเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้อง
8. ให้ความสำคัญกับเรื่องที่ไม่ชัดเจนและ ไม่น่าเป็นไปได้	8. ให้ความสำคัญกับสิ่งที่เห็นได้ชัดเจน

จากการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า การคิดทั้ง 2 แบบ มีความสำคัญเท่า ๆ กัน แต่จะใช้ตามวาระและโอกาสที่แตกต่างกัน เช่น เมื่อต้องการกระตุ้นความคิดหรือหาวิธีการใหม่ ๆ หาแนวทางในการพัฒนา ก็จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นหลัก ในขณะที่เมื่อต้องการตัดสินใจ ต้องการพิสูจน์ ต้องการแปลความหมายหรือหาคำตอบจากข้อมูล ก็ต้องใช้การคิดด้านเหตุผลเป็นแนวทาง

ทฤษฎีความคิดสองลักษณะนี้จึงเป็นอีกทฤษฎีหนึ่งที่เป็นพื้นฐานแนวความคิดในการพัฒนาและวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาของบุคคล

เกียรศิริวรรณ (2529) ได้กล่าวถึงสมองซีกซ้ายและซีกขวากับการพัฒนาความคิดไว้ ดังนี้
สมองของคนเรานั้นมี 2 ซีก รูปร่างคล้ายกัน สมองซีกซ้ายจะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกขวา และสมองซีกขวาก็จะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกซ้าย สมองทั้งสองซีกจะถูกเชื่อมด้วยใยประสาทที่รวมตัวกันเป็นจำนวนมาก เพื่อให้สมองทั้งสองส่วนรับรู้การทำงานซึ่งกันและกัน สมองแต่ละซีกจะมีหน้าที่การทำงาน ตามวิถีทางที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยสมองซีกซ้าย เป็นส่วนที่คิดและมีการทำงานที่ออกมาเป็นรูปธรรม เช่น การนับจำนวน การบอกเวลา การสรรหาถ้อยคำ การยกหาเหตุผล กฎเกณฑ์ การวิเคราะห์ การวางแผน ฯลฯ ส่วนสมอง

ชิกขวาทำหน้าที่จินตนาการ ใฝ่ฝัน สร้างสรรค์ความคิดแบบแปลก ๆ ใหม่ ๆ (การใช้ความคิดเชิงเทียบเคียง) หรือการชิมชาในดนตรีและศิลปะ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ ของคนเรา เกิดจากการทำงานของสมองชิกขวา และแสดงให้เห็นทราบได้ด้วยการทำงานของสมองชิกซ้าย การทำงานของสมองแต่ละซีก พอแยกแยะออกได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของสมองชิกซ้ายและสมองชิกขวา
(เกียรติวรรณ, 2529)

สมองชิกซ้าย	สมองชิกขวา
1. สรรหาถ้อยคำ	1. ไม่มีถ้อยคำ
2. วิเคราะห์	2. สังเคราะห์
3. ใช้เหตุใช้ผล	3. หยั่งรู้เอง
4. เชิงตรรกวิทยา	4. ความคิดสร้างสรรค์
5. ความแบ่งแยก	5. ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน
6. มีกาลเวลา	6. ไม่มีกาลเวลา
7. โน้มเอียงเข้าหากฎเกณฑ์ทาง คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์	7. โน้มเอียงหากฎเกณฑ์ของศิลปะ และดนตรี

สมองแต่ละซีกรับรู้ความเป็นไปของโลกภายนอกผ่านทางอวัยวะรับรู้ทางประสาทชุดเดียวกัน แต่สมองทั้งสองส่วนทำงานต่างกันอย่างมาก ขณะที่สมองชิกซ้ายทำหน้าที่พูดคุยใช้เหตุผล วางกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวต่าง ๆ สมองชิกขวากำลังชิมชาอยู่ในโลกของความคิดและจินตนาการที่ไม่อยู่ในขอบเขตของกาลเวลา

ยุพา (2530) ได้กล่าวถึง สมองชิกซ้ายและชิกขวากับการพัฒนาความคิด พอสรุปได้ว่าการวิจัยเกี่ยวกับการทำงานของสมองในชิกซ้ายและชิกขวาของคนเรามีมานานนับกว่า 100 ปี มาแล้ว และพบว่าสมองทั้งสองซีกทำงานต่างกัน ศูนย์กลางการทำงานเกี่ยวกับการพูดของคนเรานั้นอยู่ในบริเวณ Contex ส่วนหน้าชิกซ้าย นักประสาทวิทยาได้ศึกษาต่อไปยังบริเวณอื่นของสมอง โดยทั่วไปทั้งหมดว่า มีการทำงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์อย่างไร พบว่า สมองของมนุษย์นั้น แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ซีกซ้ายและซีกขวาซึ่งทำงานแตกต่างกัน สมองซีกซ้ายการทำงาน

ส่วนใหญ่เกี่ยวกับการใช้วาจาแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน การคิดคำนวณและการใช้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ และการติดต่อเนื่องกันเป็นแนวลื่น ส่วนการทำงานของสมองซีกขวานั้น เกี่ยวข้องกับการสร้างจินตนาการ การคิดแบบนามธรรม ศิลปดนตรี และการใช้จิตสำนึกอย่างลึกซึ้งทำให้มีการคิดลึกซึ้งในแง่เป็นคน และมีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ อย่างราบรื่นต่อเนื่อง และมักมีอาภักกับการเคลื่อนไหวไปตามทำนอง

จากการศึกษาในเรื่องการทำงานของสมองดังกล่าว ทำให้สรุปได้ว่าความคิดทั่ว ๆ ไป มี 2 ลักษณะคือ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะอยู่ในสมองซีกขวา ส่วนการคิดตามเหตุผลจะอยู่ในสมองซีกซ้าย สมองทั้ง 2 ซีก จะทำหน้าที่ในการคิดแตกต่างกัน ถ้าหากรวมพลังสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาเข้าด้วยกัน ย่อมทำให้เกิดผลสำเร็จดีกว่าเกิดจากพลังสมองเพียงด้านเดียว

2.2.3 กระบวนการ Synectics

Synectics เป็นคำในภาษากรีก มีความหมายว่าการรวมสิ่งที่แตกต่างกันเข้าด้วยกันและการเกิดของสิ่งที่ไม่สัมพันธ์กัน (Gordon อ้างถึงในชัยรัตน์, 2530)

William J.J. Gordon และคณะ ได้เสนอรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เรียกว่า Synectics (Joyce and Well อ้างถึงในสุภาสินี, 2537) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.3.1 Assumption ของ Synectics มี 4 ประการ ซึ่งท้าทายแนวคิด (ความเชื่อ) เดิม เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ มีความสำคัญมากในกิจกรรมทั้งหลายในชีวิตประจำวันของคนเรา เมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ คนส่วนใหญ่มักเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์กับการสร้างงานด้านศิลปะหรือดนตรีอันยิ่งใหญ่หรืองานประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ แต่ Gordon ยืนยันว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งของงานในชีวิตประจำวันและการใช้ชีวิตส่วนตัวของเราทุกคน รูปแบบการสอนของเขาจึงใช้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแก้ปัญหา ช่วยให้เราสามารถแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ เข้าใจผู้อื่นมากขึ้น ส่งผลให้ความสัมพันธ์ในสังคมดีขึ้นด้วย

2. กระบวนการคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่สิ่งลึกลับ เราสามารถอธิบายได้และเราสามารถฝึกฝนให้บุคคลมีระดับความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งแต่เดิมนั้นเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องลึกลับ ต้องมีมาแต่กำเนิดเป็นความสามารถเฉพาะตัวของบุคคลและอาจถูกทำลายได้ ถ้ากระบวนการนี้ถูกเก็บกดไว้ลึกเกินไป Gordon กลับเชื่อว่าถ้าบุคคลเข้าใจพื้นฐานของกระบวนการคิดสร้างสรรค์เขาก็สามารถเรียนรู้และนำความเข้าใจนั้นไปเพิ่มพูนระดับความคิดสร้างสรรค์

ของเขา สำหรับใช้ในการดำเนินชีวิตและการงาน ไม่ว่าจะใช้เป็นส่วนตัวหรือเป็นกลุ่ม Gordon ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถเพิ่มพูนได้โดยการวิเคราะห์ด้วยจิตสำนึก (Conscious Analysis) ซึ่งจะช่วยให้บุคคลเข้าใจ และสร้างกระบวนการฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์ของเขาขึ้นมาใช้ได้ไม่ว่าจะในโรงเรียนหรือที่ต่าง ๆ

3. ความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นในทุกสาขาวิชาจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะ เป็นศิลปะ วิทยาศาสตร์ หรือวิศวกรรมศาสตร์ เพราะจะใช้กระบวนการทางสติปัญญา (Intellectual Process) เข้ามาเกี่ยวข้องในการคิดสร้างสรรค์เหมือนกัน ซึ่งแนวคิดนี้จะตรงข้ามกับแนวคิดทั่วไป กล่าวคือหลาย ๆ คนยังคิดว่าความคิดสร้างสรรค์ยังจำกัดอยู่เฉพาะ ด้านศิลปะเท่านั้น ส่วนงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์นั้น โดยทั่วไปมักเรียกว่า งานประดิษฐ์ (Invention)

4. การคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล หรือการคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มบุคคลจะมี ลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ซึ่งต่างจากแนวคิดเดิมที่ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เฉพาะตัวแบ่งปัน กันไม่ได้

2.2.3.2 สภาวะของความคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการ Synectics (The Creative State and The Synectics Process)

กระบวนการเฉพาะของ Synectics พัฒนามาจาก Assumption ของจิตวิทยา ความคิดสร้างสรรค์ (Psychology of Creativity) 3 ประการ ดังนี้

1. โดยการฝึกฝนกระบวนการที่จะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์อย่างแจ่มชัด จน กระบวนการดังกล่าวอยู่ในจิตสำนึก (สามารถดึงออกมาใช้ได้อย่างอัตโนมัติ) แล้ว เราสามารถ เพิ่มศักยภาพของความคิดสร้างสรรค์ทั้งรายบุคคลและกลุ่มได้โดยตรง

2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ สำคัญกว่าองค์ประกอบด้านสติปัญญา การรู้เหตุผล สำคัญกว่าการมีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์เป็นการพัฒนาแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นในสมอง (New Mental Pattern) ความรู้เหตุผลอาจเปิดช่องไปสู่สภาวะของสมองที่เอื้อต่อการเกิดความคิด ใหม่ ๆ สภาวะรู้เหตุผลเป็นสิ่งแวดล้อมทางสมองที่ดีที่สุดสำหรับการแสวงหาและขยายความคิด แต่ไม่ใช้ใช้ในสภาวะตัดสินใจ Gordon ไม่ได้ลดคุณค่าของสติปัญญา เขาถือว่าความเป็นเหตุ เป็นผลนั้นใช้ในการตัดสินใจ และความสามารถในการตัดสินใจก็จำเป็นต่อการสร้างความคิดใน หลาย ๆ ด้าน เขาเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องใช้กระบวนการทางอารมณ์ ซึ่งต้องอาศัย องค์ประกอบของการรู้เหตุผลนั้นจะช่วยส่งเสริมกระบวนการทางปัญญา นั่นคือช่วยเพิ่มโอกาส ที่จะผลิตแนวคิดใหม่ ๆ นั้นเอง

3. ความเข้าใจในบทบาทขององค์ประกอบทางอารมณ์ และความรู้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเพิ่มโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์กระบวนการรู้เหตุผลและกระบวนการทางอารมณ์ สามารถช่วยเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ให้กับบุคคลหรือกลุ่มได้นั้นหมายความว่าเราเข้าใจการใช้ประโยชน์ของสถานะการรู้เหตุผลและความคมได้โดยใช้ การเปรียบเทียบ และอุปมาอุปไมย (Metaphor และ Analogy)

2.2.3.3 ยุทธศาสตร์การคิด

ยุทธศาสตร์การคิดของรูปแบบการสอน Synectics อาศัยกิจกรรมการเปรียบเทียบ (Metaphoric Activity) มาให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการของการคิดสร้างสรรค์จนกระบวนการดังกล่าวกลายเป็นกระบวนการที่อยู่ในจิตสำนึก (Conscious Process) ของผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้โดยอัตโนมัติ กิจกรรม Metaphore จะช่วยให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์โดยใช้ความเหมือนหรือใช้ความคล้ายคลึงบางประการระหว่างสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือแนวคิดใดแนวคิดหนึ่งกับสิ่งอื่นหรือแนวคิดอื่น ๆ ในการเปรียบเทียบดังกล่าว ผู้เรียนจะต้องพิจารณาสิ่งที่เปรียบเทียบอย่างละเอียด หลายแง่หลายมุมเกิด Conceptual Distance (คิดกว้างไกลกว่าที่เคยคิด) จะเห็นว่ากิจกรรม Metaphore จะช่วยให้ผู้เรียนจินตนาการได้อย่างอิสระไร้ขอบเขตและได้ผ่อนคลาย (Relax) ทำให้สนุกที่จะทำการเปรียบเทียบ เพราะขณะเปรียบเทียบผู้เรียนไม่ต้องคำนึงถึงเหตุผล ในลักษณะเช่นนี้ผู้เรียนจะได้คิดถึงสิ่งที่คุ้นเคยในแนวทางหรือมุมมองแปลก ๆ ใหม่ ๆ ทำให้สามารถสร้างสรรค์งานใหม่ ๆ ออกมาได้ หรือผู้เรียนอาจพิจารณาสิ่งใหม่ (เนื้อหาใหม่ ๆ) โดยพยายามเชื่อมโยงกับสิ่งที่คุ้นเคย ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งใหม่นั้นได้ดีขึ้นเช่นกัน กิจกรรม Metaphore ที่ Synectic นำมาใช้อาศัยการเปรียบเทียบ (Analogy) 3 แบบ คือ

1. การเปรียบเทียบโดยตรง (Direct Analogy) เป็นการเปรียบเทียบอย่างง่าย ๆ ระหว่างสิ่งของ (Object) 2 สิ่งหรือแนวคิด (Idea) สองแนวคิด ความคล้ายคลึงที่ทำการเปรียบเทียบอาจใช้ได้ตั้งแต่หนึ่งประเด็นขึ้นไป ไม่จำเป็นต้องคล้ายกันทั้งหมด การเปรียบเทียบก็เพื่อเปลี่ยนเงื่อนไขของสถานการณ์ หรือปัญหาเดิมไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ เพื่อให้ผู้เปรียบเทียบเกิดแนวคิดหรือมุมมองแปลกไปจากเดิม สิ่งที่น่ามาเปรียบเทียบอาจเป็นคน สัตว์ พืช หรือสิ่งไม่มีชีวิตอื่น ๆ Gordon ได้ยกตัวอย่างการใช้ Direct Analogy สร้างสรรค์งาน เช่น งานสร้างอุโมงค์ลอดใต้น้ำของเซอร์ March Isumbard Brunel ก็ได้แนวคิดมาจากการเฝ้าสังเกตตัวด้วงกัดกินเนื้อไม้สร้างโพรงเพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของมัน หรือการออกแบบภาชนะที่มีฝาปิดเปิดได้ก็เชื่อมโยงมาจากลักษณะของเมล็ดถั่วที่ปิดเปิดได้ เป็นต้น



ห้ามยืมออก

2. การเปรียบเทียบโดยสมมติตนเป็นสิ่งอื่น (Personal Analogy) เป็นการสมมติให้ผู้เปรียบเทียบเป็นคนอื่นหรือสิ่งอื่นที่ไม่ใช่ตัวเอง ว่าจะมีความรู้สึกนึกคิดอย่างไร ถ้าเป็นเช่นนั้น ๆ ซึ่งจะสมมติเป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตก็ได้ ตัวอย่าง เช่น สมมติให้นักเรียนเป็นเครื่องยนต์ (ของรถยนต์) แล้วถามนักเรียนว่า "มีความรู้สึกอย่างไรเมื่อเป็นเครื่องยนต์" ให้บรรยายความรู้สึกเมื่อถูกสตาร์ทตอนเช้า ๆ เมื่อเบตเตอร์เลีย หรือเมื่อถูกขับมาหยุดที่สัญญาณไฟจราจร

จุดเน้นของ Personal Analogy ก็คือการทำให้ผู้เปรียบเทียบตระหนักถึงความรู้สึกของสิ่งที่ตนสมมติอยู่อย่างแท้จริง ต้องการให้ผู้เปรียบเทียบลืมนำตัวไปชั่วขณะ ต้องรู้สึกว่า เขาเป็นส่วนหนึ่ง หรือองค์ประกอบหนึ่งของสิ่งที่สมมตินั้นจริง ๆ ถ้าการลืมนำตัวไปชั่วขณะ ทำให้สามารถคิดกว้างไกลกว่าที่คุ้นเคยมากเท่าไร สิ่งที่ได้จากการเปรียบเทียบก็จะแปลกใหม่เพิ่มขึ้นเท่านั้น

Gordon ได้จำแนกระดับการมีความรู้สึกในสิ่งที่สมมติมากน้อยแค่ไหนเป็น 4 ระดับ คือ

1. ระดับบรรยายข้อเท็จจริง (ที่ทุกคนทราบแล้ว) ในขั้นนี้ผู้เปรียบเทียบบอกความรู้สึกของสิ่งที่ตนสมมติเป็นเพียงข้อเท็จจริงที่รู้อยู่แล้ว (โดยไม่ต้องเปรียบเทียบ) ซึ่งแสดงว่าไม่ได้มีความรู้สึกจากการเป็นเช่นนั้นจริง ๆ เช่น ในการเป็นเครื่องยนต์อาจบอกว่า "รู้สึกเหนอะหนะหรือร้อน"

2. ระดับระบุนามของสิ่งที่สมมติ ระดับนี้ผู้เปรียบเทียบจะสามารถบอกความรู้สึกทั่ว ๆ ไปอย่างลึกซึ้งขึ้น (New Insight) เช่น อาจบอกว่า "รู้สึกมีพลังกำลัง" (เมื่อเป็นเครื่องยนต์)

3. ระดับระบุนามความรู้สึกของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง

4. ระดับระบุนาม ความรู้สึกของสิ่งไม่มีชีวิตอื่น ๆ ได้ ระดับนี้ผู้เปรียบเทียบจะต้องเห็นตัวเองเป็นสิ่งไม่มีชีวิตจริง ๆ และเกิดอารมณ์ความรู้สึกโดยใช้มุมมองของสิ่งไม่มีชีวิต เช่น อาจบอกว่า "รู้สึกแย่ ต่ำต้อย เพราะไม่ว่าจะออกกรหรือหยุดรถคนอื่นตัดสินใจแทนหมด"

การทราบระดับของ Personal Analogy จะช่วยชี้แนะว่าผู้เปรียบเทียบสามารถสร้างความคิดได้กว้างไกล (เกิด Conceptual Distance) จากเดิมได้มากน้อยแค่ไหน

3. การเปรียบเทียบโดยใช้คู่คำขัดแย้ง (Compressed Conflict) การเปรียบเทียบนี้เป็นการนำคำซึ่งมีความหมายขัดแย้งหรือตรงกันข้ามสองคำมาจับคู่กันเป็นคำใหม่ซึ่งมีความหมายเดียว เช่น น้ำผึ้งขม ไฟเย็น ความทุกข์ที่หวานชื่น หน้าเนื้อใจเลิ่ล หน้าขึ้นอกตรม

เป็นต้น

การสร้างคำขัดแย้งของผู้เรียนจะสะท้อนให้เห็นความสามารถ ในการอธิบาย สิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้สองแนวคิดร่วมกัน (Two Frames of Reference) ช่วยให้เข้าใจสิ่งที่ อธิบายดีขึ้น

2.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

2.3.1 หลักการสำคัญของ Piaget (อ้างถึงในกึ่งฟ้า, 2526)

Piaget กล่าวสรุปไว้ดังนี้

การพัฒนาทางสติปัญญาของเด็กเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ 4 ขั้น ใหญ่ ๆ แต่ละขั้น ของการพัฒนาการเหล่านี้มีช่วงคาบเกี่ยวซึ่งกันและกัน และเป็นรากฐานสำหรับการพัฒนาขั้นถัดไป การพัฒนาจะอยู่ในระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ Piaget กล่าวอ้างไว้ว่าลำดับของการพัฒนาทางสติปัญญา นั้นต่อเนื่องกันอย่างคงที่ แม้ว่าอายุเฉลี่ยโดยประมาณของแต่ละขั้นจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งมีความสามารถทางสติปัญญาของตนเอง โดยเฉพาะแตกต่างกัน รวมทั้งสภาพสังคม และสิ่งแวดล้อมของแต่ละบุคคลด้วย ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะสรุปว่า แต่ละคนเริ่มมีพัฒนาการและสิ้นสุดพัฒนาการเมื่ออายุเท่าใดอย่างแน่นอน ยกเว้นแต่การสรุปโดยรวม ซึ่งเป็นลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensori-Motor Stage) อายุโดยประมาณ แรกเกิด-18 เดือน หรือ 2 ปี
2. ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) อายุโดยประมาณ 18 เดือน หรือ 2 ปี - 7 ปี
3. ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อายุโดยประมาณ 7-11 ปี หรือ 12 ปี
4. ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage) อายุโดยประมาณ 11 หรือ 12 ปี - 14 ปีขึ้นไป

2.3.2 พัฒนาการทางสติปัญญาทั้ง 4 ขั้น ของ Piaget

การรับรู้เข้าใจแตกต่างกันตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่ง Piaget ได้ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลไว้นำมาสรุปได้ ดังนี้ (กึ่งฟ้า, 2526)

ตารางที่ 3 แสดงความสามารถในการรับรู้เข้าใจและลักษณะเฉพาะของผู้เรียน ในชั้นทั้ง 4
ของ Piaget

ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ช่วงอายุ)	ลักษณะเฉพาะของการพัฒนาการและความสามารถในการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensori-Motor Stage) (แรกเกิด-18 เดือน หรือ 2 ปี)	- รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า มีปฏิกิริยาสะท้อนและแสดงความสามารถในการเคลื่อนไหว เพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะหน้าระยะสั้น ๆ - พัฒนาเรื่องการใช้อวัยวะต่าง ๆ สัมผัสกับสิ่งของและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม - เริ่มเข้าใจการคงอยู่ของวัตถุ เป็นการเริ่มต้นของการเรียนรู้เรื่องพื้นที่หรือมิติกับเวลาอย่างง่าย ๆ - เริ่มใช้ภาษาสื่อสารได้ - พัฒนาการเล่นจากเล่นคนเดียวเป็นการเล่นตามแบบเด็กอื่น ๆ และมีการเล่นเป็นกลุ่มได้บางครั้ง

เป็นขั้นที่สำคัญและเป็นรากฐานของการพัฒนาในขั้นถัดไป

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนการปฏิบัติการ (Preoperational Stage) 18 เดือนหรือ 2 ปี - 7 ปี)	- ใช้จินตนาการและภาษาของตนเองเป็นเครื่องมือสื่อสารและแสดงออกถึงความรู้สึกนึกคิดอย่างง่าย ๆ - มีความคิดเป็นแบบทางเดียวแปรกลับไปมาไม่ได้ - มีเหตุผลที่ขึ้นอยู่กับความต้องการและความพอใจของตนเองผู้เดียวไม่สามารถเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น - แก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก
---	--

ตารางที่ 3 แสดงความสามารถในการรับรู้เข้าใจและลักษณะเฉพาะของผู้เรียน ในชั้นทั้ง 4
ของ Piaget (ต่อ)

ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ช่วงอายุ)	ลักษณะเฉพาะของการพัฒนาการและความสามารถ ในการเรียนรู้
ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) (7-11 หรือ 12 ปี)	- ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเดียวด้วยกัน - ไม่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน - เข้าใจเรื่องของปัจจุบันกาลได้ดี เรื่องอดีตกาลได้บ้าง และเชื่อมโยงกันได้บ้างแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปถึงอนาคตกาลได้ - สามารถรับรู้เข้าใจเหตุการณ์ สิ่งที่มีตัวตนสัมผัสจับต้องได้ หรือมีตัวอย่างแสดงประกอบ - ทำกิจกรรมเกี่ยวข้องกับตัวแปร 2 ตัวได้ - เป็นขั้นเริ่มต้นของการรับรู้เข้าใจที่ Piaget เรียกว่า "โอเปอเรชัน" (Operation) ได้แก่ การนับ การจำแนก การเรียงลำดับ - ความสามารถในการอนุรักษ์ (Conservation) เรื่องมวล ความยาว น้ำหนัก พื้นที่และมีความสามารถในการอนุรักษ์เรื่องปริมาตรได้บ้าง - มีความคิดเชิงเหตุผลที่ต้องอาศัยสิ่งของที่มีตัวตน จับต้องได้ และมีตัวอย่างแสดงประกอบ - คำนึงถึงเหตุผลของผู้อื่น - ยังไม่สามารถจำแนกหรือวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบหรือเป็นขั้นตอน - ในตอนปลายของขั้นนี้เริ่มเข้าใจเรื่องการแทนที่หรือการทดแทนและเรื่องการจำแนกที่ซับซ้อนได้

ตารางที่ 3 แสดงความสามารถในการรับรู้เข้าใจและลักษณะเฉพาะของผู้เรียนในชั้นทั้ง 4 ของ Piaget (ต่อ)

ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ช่วงอายุ)	ลักษณะเฉพาะของการพัฒนาการและความสามารถ ในการเรียนรู้
ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage)(11 หรือ 12 ปี ขึ้นไป)	- สามารถแสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรมเกี่ยวกับข้อคิด ปัญหา และเรื่องราวได้โดยไม่ต้องอาศัยของจริงหรือสิ่งของประกอบ - จำแนกและวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ - จัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวเกี่ยวข้องได้โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว - คิดย้อนกลับไปยังเรื่องราวในอดีตได้ นำมาสรุป รวบรวม หรือวิเคราะห์ข้อคิดโดยการเปรียบเทียบและวิพากษ์วิจารณ์ได้ - สามารถรับรู้เข้าใจแบบ Operations ได้ดี ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลองพิสูจน์ แปรผลข้อมูล ลงข้อสรุปอนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ - มีความสามารถในการอนุรักษ์เรื่องปริมาตรได้

แม้ว่าผู้เรียนทุกคนจะมีพัฒนาการเป็นไปอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้นทั้ง 4 ในเรื่องดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้เรียนแต่ละคนก็มีความแตกต่างกันในการใช้ความคิดและการแสดงออก ดังนั้นบางครั้งผู้เรียนอยู่ในช่วงอายุที่ควรจะมีพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการนามธรรมได้แล้ว แต่ก็ยังไม่สามารถเข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรมได้ ทั้งนี้ Piaget กล่าวว่า iva มีปัจจัย 4 ประการ ที่จะทำให้พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นไปได้ช้าหรือเร็วแตกต่างกัน (กิ่งฟ้า, 2526)

ปัจจัยทั้ง 4 ประการคือ

1. ภาวะของสมอง
2. ประสบการณ์ทางด้านกายภาพและทางสมอง
3. ประสบการณ์ทางสังคมหรือการสืบทอดทางสังคม
4. สภาวะสมดุล

2.3.2.1 ภาวะของสมอง (Maturity of the Nervous System)

ภาวะโดยความหมายทั่วไปคือ องค์ประกอบเบื้องต้นของการทั้งด้านร่างกาย และจิตใจ ซึ่งแสดงให้เห็นปรากฏในรูปของความพร้อมที่จะเรียนรู้และการปฏิบัติตนได้เหมาะสมกับวัย แต่สำหรับ Piaget ได้กล่าวถึงภาวะไว้ว่า เป็นภาวะของระบบประสาทซึ่งบ่งชี้ความพร้อม หรือความไม่พร้อม ที่จะเรียนรู้ได้ตามลักษณะของขั้นพัฒนาการต่าง ๆ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางสังคม วัฒนธรรมและการศึกษาที่ช่วยเร่งหรือถ่วงให้ภูมิกษณนั้นแตกต่างกัน พัฒนาการจึงอาจเป็นไปได้ช้าเร็วไม่เท่ากัน

2.3.2.2 ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง (Physical Mathematical and Logical Experiences)

หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์ด้วย จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการพัฒนาทางสติปัญญา เพราะขณะที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งของและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้นจะช่วยให้เขาเกิดการเรียนรู้เนื่องจาก Piaget เชื่อว่า การเรียนรู้คือการที่บุคคลคนหนึ่งสามารถจัดกระทำกับสิ่งของหรือวัตถุและปรากฏการณ์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ เด็กแรกเกิดถึง 2 ปี หรือขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวจะเล่นกับสิ่งของหรือวัตถุต่าง ๆ โดยกระทำที่ซ้ำ ๆ กันจนได้รับรู้เข้าใจว่าวัตถุนั้นคงอยู่ไม่หายไป แม้จะไม่อยู่ในสายตา ส่วนขั้นถัดไป คือ ขั้นก่อนปฏิบัติการเด็กก็จะเล่นกับสิ่งของหรือวัตถุโดยการให้ภาษา และจินตนาการของตนเองเพื่อเลียนแบบ และบทบาทสมมติต่าง ๆ จนเกิดการเรียนรู้ เมื่อเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการรูปธรรมเด็กก็จะมีโอกาสได้เรียนรู้โดยการได้สัมผัสกับของจริง ลงมือทดลองปฏิบัติการด้วยตนเองจนได้เรียนรู้มโนคติต่าง ๆ และในขั้นปฏิบัติการนามธรรม เด็กจะเรียนรู้มโนคติต่าง ๆ ได้ด้วยความคิดที่เป็นนามธรรมที่ควบคู่ไปกับปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม โดยตั้งสมมุติฐานทำการทดลอง สรุปผลการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานแล้วนำผลนั้นไปใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงได้ด้วย

ประสบการณ์ที่จัดให้เด็กทุกขั้นพัฒนาการควรมีจำนวนมาก นิ่งพร้อมและเหมาะสมกับความสามารถเพื่อให้เด็กได้มีโอกาสเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้เขามีพัฒนาการอย่างสมบูรณ์สอดคล้องกับภาวะและสติปัญญาออกมา

2.3.2.3 ประสบการณ์ทางสังคม (Social Experience) เป็นประสบการณ์ที่

เด็กได้รับเมื่อได้เข้าสังคมและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นที่อยู่ในสังคม ประสบการณ์ทางสังคมนี้รวมทั้ง

มรดกทางวัฒนธรรม และการศึกษาที่เด็กได้รับด้วย ขณะที่เด็กเริ่มเข้าสังคมในวัยเด็กโดยการใช้ภาษาและสัญลักษณ์กับการเล่นเป็นสื่อ นั้น เขาเริ่มพัฒนาจากความสามารถในการนึกคิดและแสดงออกโดยคิดถึงเฉพาะตนเองเพียงผู้เดียว ไม่คำนึงถึงความคิดและเหตุผลของผู้อื่น มีการสื่อสารที่ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้คือใช้ภาษาสังคมได้

นอกจากนั้นเด็กในทุกชั้นพัฒนาการยังได้รับการถ่ายทอดมรดกทางวัฒนธรรมอื่น ๆ ที่เขาต้องปฏิบัติตาม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันซึ่ง ได้แก่ การอบรมเลี้ยงดู ลักษณะและวิธีการจัดการศึกษา วิธีการสื่อสาร พฤติกรรมทางสังคม ค่านิยม และความเชื่อถือในเรื่องต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เด็กแต่ละคนได้รับประสบการณ์ทางสังคมที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อพัฒนาการทางสติปัญญาด้วย

ข้อ 2.3.2.2 และข้อ 2.3.2.3 ข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับทั้งด้านกายภาพและด้านสังคมอาจมีน้อยมากและแตกต่างกัน ถ้าสิ่งแวดล้อมต่างกันสิ่งแวดล้อมซึ่งหมายรวมถึงบุคคลและสิ่งของ จะเป็นตัวกำหนดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ช้า หรือเร็วต่างกัน ทั้งนี้เพราะกิจกรรมทางด้านกายภาพและสังคมจะช่วยเสริมส่งพัฒนาการทางสติปัญญาดังตัวอย่าง

เด็กอายุ 3 ขวบ เท่ากัน 2 คน คนหนึ่งมาจากครอบครัวที่พยายามจัดหาของเล่นและสภาพแวดล้อมที่พร้อมพร้อม กับอีกคนหนึ่งครอบครัวขาดแคลนและพ่อแม่ไม่สนใจที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ของลูกเลย คนแรกจะเรียนรู้ได้เร็วกว่า ถ้าพบกับสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับที่เคยได้รับ ส่วนคนที่สองจะเรียนรู้ได้ช้ากว่า เนื่องจากประสบการณ์ที่ได้รับจะเป็นประสบการณ์ใหม่ที่ต้องใช้เวลาในการปรับตัว เพื่อการเรียนรู้มากกว่าคนแรก

2.3.2.4 สภาวะสมดุล (Equilibration) Piaget เสนอข้อคิดที่เกี่ยวกับองค์ประกอบนี้ไว้ว่า สิ่งที่มีชีวิตหน่วยหนึ่ง ๆ มีกลไกอัตโนมัติภายในที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดสภาวะสมดุลได้ สภาวะนี้เป็นสภาพของกิจกรรมทางสมอง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย ๆ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดกลืนและกระบวนการปรับปรุงให้เหมาะสม (Assimilation and Accommodation)

สภาวะสมดุลแปลมาจากคำว่า Equilibrium หรือ Equilibration ซึ่งมีคำจำกัดความดังนี้ "กระบวนการปรับตัวโดยใช้กระบวนการย่อย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดกลืน และกระบวนการปรับให้เหมาะสม โดยการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาแบบอัตโนมัติ"

กระบวนการดูดกลืน แปลมาจากคำว่า Assimilation ซึ่งมีคำจำกัดความดังนี้ "การรับสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมให้เข้าไปอยู่ในโครงสร้างของความรู้ที่มีอยู่"

กระบวนการปรับให้เหมาะสม แปลมาจากคำว่า Accommodation ซึ่งมีคำจำกัด

ความดังนี้"ปรับโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ หรือสร้างโครงสร้างของความรู้ขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เข้ากับสิ่งเรา"

พัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้น เมื่อบุคคลมีกิจกรรมทางสมองขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและพยายามปรับตัวเพื่อให้เกิดภาวะสมดุลโดยมีกระบวนการดูกลืนและกระบวนการปรับให้เหมาะสมเกิดขึ้นพร้อมกันหรือสลับกัน

2.4 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้เสนอการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

2.4.1 แนวทางปฏิบัติและวิธีการสอน

Sund และ Trowbridge (1973) ได้เสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อส่งเสริมการพัฒนาคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนไว้ดังนี้

1. ให้การยอมรับผลงานที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. สนับสนุนแนวความคิดใหม่
3. สนับสนุนให้นักเรียนได้ชมการสาธิต และได้ทำการทดลองด้วยตัวเอง
4. กำหนดให้นักเรียนทำงานในลักษณะที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์
5. สนับสนุนงานโครงการ หรืองานวิจัยที่มีลักษณะที่เป็นความคิดสร้างสรรค์
6. จัดการเรียนการสอนที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้
7. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดจากภาพปริศนาทางวิทยาศาสตร์
8. ผู้สอนจะต้องคิดสร้างสรรค์วิธีการสอนด้วยตนเอง
9. เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มและรับผิดชอบในการพิจารณาหัวข้อการเรียนที่

นักเรียนสนใจและปรารถนาที่จะเรียน

10. ไม่เน้นงานที่เป็นทึ่มมากเกินไป
11. สนับสนุนการผลิตหรือการปรับปรุงเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
12. แสดงผลงานที่มีลักษณะสร้างสรรค์ ซึ่งผลิตโดยนักเรียนอื่นให้นักเรียนในชั้น

ได้ทราบ

13. ส่งเสริมการแสดงผลงานถึงความคิดสร้างสรรค์หลาย ๆ รูปแบบ เช่น การทดลอง ศิลปะ และการประพันธ์ เป็นต้น
14. ส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ การคิดค้น และการประดิษฐ์สิ่งใหม่
15. ปรับปรุงช่วงเวลาในการอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ในชั้นเรียนให้เหมาะสม

Ankney Sayre (1975) ได้เสนอแนะจุดเริ่มต้นในการปฏิบัติของครูที่จะช่วยให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. สร้างความมั่นใจ ให้แก่นักเรียนในวันแรกของการเข้าชั้นเรียนโดยครูให้การยอมรับในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. ประเมินและให้รางวัล ในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
3. ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตอบสนอง กระตุ้นให้นักเรียนได้ซักถามและอภิปรายอย่างอิสระ ซึ่งอาจจะใช้เกมส์ต่าง ๆ เข้าช่วย
4. จัดเงื่อนไขสิ่งแวดล้อม เช่น ลักษณะการจัดโต๊ะเรียนที่ต้องจัดให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยตายตัว อยู่ในห้องเรียนนักเรียนต้องไม่ส่งเสียงพูดคุย เป็นต้น
5. เน้นกระบวนการทางความคิด ความจริงและมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และสิ่งสำคัญ คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ และการตั้งสมมติฐาน
6. จัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมให้นักเรียน
7. ให้ความสนใจต่อทุกคำถามของนักเรียน แม้คำถามเหล่านั้นจะนอกเรื่องไปบ้างก็ควรอนุญาตให้นักเรียนได้ใช้ความคิด
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง
9. พยายามส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง
10. แนะนำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน
11. ให้นักเรียนรายงานถึงตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์ที่เคยอ่าน หรือมีประสบการณ์มา

12. จัดการเรียนการสอนโดยวิธีใหม่ ๆ ซึ่งแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ของครู และพยายามจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดแบบอเนกนัย

13. พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู

Carin และ Sund (อ้างถึงในสุมิล, 2522) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนของครูเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. วางแผนการสอนระยะยาว พร้อมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์ให้แน่ชัดว่าจะสอนให้นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นก็คิดวิธีสอน สรรหากิจกรรมที่จะส่งเสริมสิ่งดังกล่าว

2. มีการเสริมกำลังใจแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนได้สร้างสรรค์ผลงานขึ้น ไม่แสดงอาการเยาะเย้ย หรือดูถูกแนวความคิดหรือข้อสรุปของนักเรียน

3. ยอมรับสนับสนุน และให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดแตกต่างไปจากเพื่อน ๆ
ในชั้นเรียน

4. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้เขาได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา
5. สร้างทัศนคติที่ว่า "พยายามแล้วเกิดผิดพลาดดีกว่าไม่มีความพยายามเสียเลย"
6. พยายามให้ทุกคนตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนในชั้น
7. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
8. ให้นักเรียนได้เลือกว่าจะเรียนรู้ในเรื่องใด ทำไม่ต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้น

และให้ออกแบบการทดลองที่เหมาะสม

9. พยายามที่จะเข้าใจคำพูดของนักเรียน โดยไม่คิดว่าลองภูมิครู
10. ไม่เน้นการทำงานเป็นทีมมากเกินไป ให้นักเรียนทำงานตามลำพังบ้าง
11. กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งสมมติฐาน
12. แสดงผลงานที่เกิดจากการคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนักเรียนคนอื่นจะได้

พยายามบ้าง

13. ให้นักเรียนได้ค้นพบตัวเองแทนที่ครูจะบอกทุกสิ่งทุกอย่างให้นักเรียนท่องจำ

Moravesik (อ้างถึงในชูจิต, 2527) เสนอวิธีการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ยกเลิกการเรียนวิทยาศาสตร์แบบใช้ความจำ แต่สอนให้นักเรียนเข้าใจด้วย
วิธีการแก้ปัญหา ปัญหาที่ถามนักเรียนควรเป็นปัญหาแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นปัญหาที่ยังไม่มีใครทราบ
คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

2. การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทดลอง เพราะจะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์
ตรงจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3. การสอนทักษะในการแก้ปัญหาให้แก่ นักเรียน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากวิธี
สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

Anderson (อ้างถึงในตรองพจน์, 2527) ได้เสนอแนะวิธีการสอนเพื่อให้ครูใช้เป็นแนว
ทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้แสดงความคิดริเริ่ม รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการทดลอง และการ
ตัดสินใจด้วยตนเอง ครูควรให้คำชมเชยเมื่อเด็กมีความคิดริเริ่ม

2. ใช้วิธีการสอนแบบระดมพลังสมอง (Brain Storming)

3. ใช้วิธีสร้างสถานการณ์ขึ้นอย่างหนึ่ง แล้วชักชวนให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อ

ให้ได้คำตอบ

4. ให้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และให้ความช่วยเหลือตามสมควรในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และภายหลังการศึกษาค้นคว้ามาแล้วควรให้เด็กได้เสนอผลงานของเขาด้วย

5. ส่งเสริมให้เด็กสนใจและแสดงออกทางศิลปะดนตรี การอ่านภูมิศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการสร้างสรรคโดยทั่ว ๆ ไป และมีผลทำให้เกิดความคิดสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ได้

6. ความคิดสร้างสรรคที่สมบูรณ์มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหลาย ๆ อย่าง ดังนั้น ครูควรใช้วิธีเตรียมประสบการณ์หลาย ๆ อย่างเท่าที่จะทำได้ หรือให้โอกาสเด็กได้สร้างประสบการณ์และสร้างความคิดใหม่ ๆ หลาย ๆ อย่างด้วยตนเอง

Raouf (อ้างถึงในพรพนา, 2527) ได้ชี้ให้เห็นเทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ว่า ควรประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. คำถามหลายแง่หลายมุม
2. การสืบเสาะหาความรู้
3. การคิดประดิษฐ์เครื่องมือทดลองจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม
4. ให้เล่นเกมวิทยาศาสตร์
5. ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ

Davis (อ้างถึงในกรมวิชาการ, 2532) ได้รวบรวมแนวความคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่กล่าวถึงเทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรคที่เป็นมาตรฐาน ดังนี้

1. Brainstorming คือการให้โอกาสคิดอย่างอิสระที่สุด โดยเลื่อนการประเมินความคิดออกไป ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ในระหว่างที่มีการคิด ซึ่ง Alex Osborn ได้คิดขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ตัดการวิจารณ์ออกไปช่วยทำให้เกิดการรับรู้ โดยมีสถานการณ์ที่สร้างสรรคซึ่งจำเป็นต่อการเกิดจินตนาการ

ขั้นที่ 2 ให้อิสระ ยิ่งมีความคิดที่กว้างไกลมากเท่าใดก็ยิ่งดี

ขั้นที่ 3 ต้องการปริมาณ ขั้นนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงจุดหมายของการระดมพลังสมอง ความคิดยิ่งมากยิ่งคิดย่อมมีโอกาสนี้จะพบความคิดดี ๆ ได้มากขึ้น

ขั้นที่ 4 การผสมผสานและปรับปรุงความคิด คือการขยายความคิดให้กว้างออกไป

2. Attribute Listing ผู้สร้างเทคนิคนี้คือ Robert Crawford เป็นการสร้างแนวคิดใหม่โดยอาศัยแนวคิดเดิม วิธีการที่ใช้แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

2.1 Attribute Modifying คือ การปรับเปลี่ยนลักษณะบางประการของแนวคิดหรือผลงานเดิม

2.2 Attribute Transferring คือ การคิดถ่ายโยงลักษณะบางประการจากสถานการณ์หนึ่งมาใช้ในสถานการณ์หนึ่ง

3. Morphological Synthesis เป็นเทคนิคที่ใช้ในการสร้างความคิดใหม่ ๆ โดยใช้วิธีการแยกแยะองค์ประกอบความคิดหรือปัญหาให้องค์ประกอบหนึ่งอยู่บนแกนตั้งของตารางซึ่งเรียกว่าตาราง Matrix และอีกองค์ประกอบหนึ่งอยู่บนแกนนอน เมื่อเกิดองค์ประกอบแกนตั้งมาสัมพันธ์กับองค์ประกอบบนแกนนอนในช่วงของตาราง ก็จะเกิดความคิดใหม่ขึ้น

4. Idea Checklist เป็นการค้นหาความคิด หรือแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยอาศัยรายการตรวจสอบที่มีผู้ทำไว้แล้ว เช่น การใช้สมุดโทรศัพท์หน้าเหลือง เป็นรายการตรวจสอบความคิดในการค้นหาอาชีพต่าง ๆ เป็นต้น

5. Synectics Methods ผู้สร้างเทคนิคนี้คือ William J.J.Gordon โดยสร้างความคุ้นเคยที่แปลกใหม่ (Strange Familiar) และความแปลกใหม่ที่เห็นคุ้นเคย (Familiar Strange) จากนั้นจึงสรุปเป็นแนวคิดใหม่ กระบวนการของการคิดของ Gordon นี้ มี 4 ประการ คือ

5.1 การสร้างจินตนาการขึ้นในใจของเรา หรือการพิจารณาความคิดใหม่

5.2 การประยุกต์เอาความรู้ในสาขาวิชา หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้น

5.3 การประยุกต์ใช้การเปรียบเทียบ หรืออุปมาในการแก้ปัญหา

5.4 การประยุกต์เอาความคิดใด ๆ ก็ตามที่เกิดจากจินตนาการมาใช้แก้ปัญหา

2.4.2 การจัดห้องเรียนและสภาพแวดล้อม

สุวิมล (2522) ได้เสนอแนะการจัดห้องเรียนเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. จัดห้องเรียนให้อื้ออำนวยและกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมในทางสร้างสรรค์

2. จัดแฟ้มเอกสาร มีหนังสือตำราให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติม มีอุปกรณ์ให้เพียงพอสำหรับการทดลองของนักเรียน โดยที่อุปกรณ์นั้นไม่จำเป็นต้องให้ความละเอียด หรือใช้วัสดุแพงเกินไป

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกเวลาที่ต้องการ

สมศักดิ์ (2536) กล่าวว่าบรรยากาศชั้นเรียนมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างสรรค์ (Creative Behavior) ของนักเรียน โดยทั่วไปจะพบว่าโรงเรียนที่เข้มงวดกวดขันและเน้นขั้นตอนการปฏิบัติต่าง ๆ อย่างตายตัว ไม่ยืดหยุ่นหรือเน้นการแข่งขันอย่างมาก บรรยากาศในโรงเรียนดังกล่าว เป็นบรรยากาศที่ไม่ช่วยพัฒนาหรือส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนในทางตรงข้าม โรงเรียนที่มีบรรยากาศเต็มไปด้วยความอบอุ่น ยืดหยุ่นและมีมิตรภาพต่อกัน จะเป็นบรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี บรรยากาศที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นอาจแบ่งออกได้เป็น 1) บรรยากาศด้านกายภาพ 2) บรรยากาศด้านสมอง 3) บรรยากาศด้านอารมณ์ บรรยากาศด้านกายภาพเป็นบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมกายภาพ เช่น การจัดที่นั่งเรียน การจัดมุมเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ การจัดป้ายนิเทศ การจัดแสดงผลงานของนักเรียน และการจัดตกแต่งสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน การจัดสิ่งดังกล่าวควรต้องมีความแปลกใหม่ มีคุณค่า และท้าทายให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมแสดงออกอย่างกว้างขวาง

บรรยากาศด้านสมองเป็นบรรยากาศที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่ คิดจินตนาการกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้อาจนำการใช้การทายปัญหาพาสกเข้ามาใช้ในชั้นเรียนได้ เช่น ปัญหาพาสกเกี่ยวกับตัวเลข ภาษา หรือรูปภาพและสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้สมองในการคิดอย่างสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี

บรรยากาศด้านอารมณ์ เป็นบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับการช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า มีพลัง รู้สึกว่าตัวเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม เคารพตนเองและผู้อื่น การทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกดังกล่าว ครูต้องมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน ใจกว้างรับฟังปัญหา ให้ความรู้สึกอบอุ่นและเป็นกันเองกับนักเรียน จึงจะทำให้นักเรียนกล้าคิด และกล้าแสดงออกอย่างกว้างขวาง หากครูได้นำแนวคิดเหล่านี้มาพิจารณาอย่างรอบคอบ และหลีกเลี่ยงการแสดงพฤติกรรมที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ นับได้ว่าครูได้ทำหน้าที่ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน

2.4.3 การพัฒนาหลักสูตร เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

Piltz และ Sund (อ้างถึงในตรองพจน์, 2527) ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่ในตัวเด็กทุกคน แต่มีการแสดงออกที่แตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสให้แสดงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตอบสนองในทางสร้างสรรค์

2. ควรจัดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยจินตนาการการริเริ่ม การตั้งสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตรควรมีลักษณะในทางสร้างสรรค์มาก ๆ เพราะจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น ครูควรเตรียมอุปกรณ์การสอนเพื่อกระตุ้นในการเรียนรู้ปัญหา และจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ควรมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมใหม่ ๆ ที่ต้องใช้ใช้อุปกรณ์การสอนช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมนี้ จะช่วยให้เด็กเกิดความสนใจและประสบผลสำเร็จในการศึกษา

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้ดัดแปลง และออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ ครูควรรู้จักดัดแปลง และปรับปรุงหลักสูตร โดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์ควรสนใจปรับปรุงหลักสูตรให้เป็นไปในทางสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

5. เราสามารถนำการสอนแบบทีม (Team Teaching) มาใช้ในการทดสอบ การประเมินผลและการออกแบบอุปกรณ์การสอน การสอนวิธีนี้มีประโยชน์เพราะครูแต่ละคนจะช่วยกันผลิตอุปกรณ์การสอน ช่วยควบคุมการทดสอบและการประเมินผลการเรียนซึ่งทำให้ได้ผลแน่นอน

สมศักดิ์ (2536) กล่าวว่า การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กระทำได้อย่างน้อย 2 แนวทางคือ แนวที่ 1 พัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมาโดยตรง อาจเป็นหลักสูตรที่มุ่งส่งเสริมความคิดอเนกนัย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม หรือเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นการส่งเสริมจินตนาการ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ หรือการเขียนเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น แนวทางที่ 2 ของการพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ คือ ยึดหลักสูตรที่ใช้อยู่ในโรงเรียนเป็นหลัก แล้วเพิ่มเติมเนื้อหาโดยให้สัมพันธ์กับหลักสูตรเดิม หรือใช้เทคนิคการสอนเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ แนวทางนี้เป็นการพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านเนื้อหาวิชาที่มีอยู่ในหลักสูตร โดยไม่ต้องพัฒนาหลักสูตรขึ้นมาใหม่

2.5 เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

อารี (2528) กล่าวว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งใน

การวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์สร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบมีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อ และใช้ภาพเป็นสื่อเพื่อให้เด็กแสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบที่นิยมใช้กันมาก และเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Guilford แบบทดสอบของ Torrance (อารี, 2527) แต่ Anatsi (อ้างถึงในประชุมสุข และคณะ, 2519) มีความเห็นว่า แม้ว่าแบบทดสอบของ Guilford และแบบทดสอบของ Torrance จะสามารถวัดองค์ประกอบที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปก็ตาม แต่ไม่ต้องสงสัยเลยว่าความสามารถในทางสร้างสรรค์ด้านอื่น ๆ อีกที่จำเป็นต้องวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางวิทยาศาสตร์ เพราะสัมฤทธิ์ผลเชิงสร้างสรรค์มีแบบฉบับ หรือกระสวนความถนัดตลอดจนบุคลิกภาพแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมในแต่ละสาขาวิชา

เหตุผลดังกล่าวจึงมีการสร้างแบบทดสอบ เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยเฉพาะ ประดิษฐ์ (2527) อ้างข้อคิดของ Torrance ว่า การแสดงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุดคือ การตั้งทฤษฎีใหม่ หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้งนอกเหนือไปจากลำดับการคิดอย่างปกติธรรมดา สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมสมัยที่สำคัญ 3 ด้าน คือ ความสามารถ (Ability) ทักษะ (Skills) และแรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 5 ขั้นต่อไปนี้

1. แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
2. งานที่เป็นผลผลิตอาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
4. ปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์คิดค้นให้ดียิ่งขึ้น
5. แสดงผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ ที่เป็นนามธรรมระดับสูง หรือการค้นพบ

หลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงมุ่งพิจารณาจากผลผลิตของการคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้คำถามที่เปิดกว้าง ผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบจากคำถามเดียว จากการสำรวจเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใน

ประเทศไทย พบว่า มีการสร้างแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาขึ้นใช้แล้วอย่างน้อย 7 ฉบับ คือ

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างโดย ทศนีย์ พงกษชลธาร (2517) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance แนววัดประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ 1) "สมมติ" เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้ แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น เนื่องจากสถานการณ์นั้นบ้าง โดยตั้งคำถามนั้นว่า "สมมติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมาก จนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง 2) "ทิ้งไข่" เป็นการกำหนดปัญหาให้ แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยตั้งคำถามว่า "ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟอง ลงจากตึก 3 ชั้น โดยที่เมื่อไข่ตกถึงพื้นดินไข่ยังไม่แตก (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้) 3) "ปลาทอง" กำหนดอุปกรณ์ให้แล้ว ให้นักเรียนคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองด้วยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาบาดเจ็บถึงกับพิการหรือตาย"

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ของสาขาวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (อ้างถึงในวินัย, 2528) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดในการสร้างได้จากการดัดแปลงแบบทดสอบของ Torrance ประกอบด้วยคำถามที่เป็นลักษณะกิจกรรม 5 กิจกรรม

3. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี สร้างโดย สุมาลี กาญจนชาติ (2525) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานชั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และผลการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ข้อสอบมี 3 ข้อ คือ 1) "การใช้ประโยชน์" กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติให้บอกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้ 2) "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้ขึ้นมาประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ 3) "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา

4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สร้างโดย ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ คือ 1) "นักนิยมนไฟร" ตั้งคำถามว่า "ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายพักแรมในป่าเกิดหลงป่าอยู่เป็นเวลานานรู้สึกกระหายน้ำ นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะได้นำน้ำดื่มแก้กระหาย" 2) "นักพยากรณ์" ตั้งคำถามว่า "ถ้าปริมาณก๊าซออกซิเจนบนพื้น

ผิวโลกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง หรือมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตบนโลกอย่างไรบ้าง" 3) "นักเทคโนโลยี" ตั้งคำถามว่า "มนุษย์ได้ใช้พลังงานจากน้ำมันมาเป็นเวลานาน ประกอบกับประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้น ทำให้เราประสบปัญหาเรื่องพลังงานเป็นอันมาก นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการดัดแปลงหรือใช้สิ่งอื่นสิ่งใดได้อีกบ้างเพื่อแก้ปัญหาด้านพลังงานนี้" 4) "นักทดลอง" ตั้งคำถามว่า "ถ้านักเรียนได้รับวัตถุชิ้นหนึ่ง โดยไม่ทราบว่าเป็นอะไร นักเรียนคิดว่าจะนำวัตถุชิ้นนี้มาศึกษาหรือทดลองอย่างไรบ้าง"

5. แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างโดย ชูจิต ตันอรรถนาวิณ (2527) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทศนีย์ พฤษชลธาร ประกอบด้วย คำถาม 4 ข้อ คือ 1) "ให้นักเรียนบอกสิ่งที่เหมือนกันระหว่างเกลือกกับน้ำตาลทรายมาให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนจะคิดได้" 2) "ในเวลากลางคืน ถ้าคนบนโลกไม่เห็นดวงจันทร์อีกเลย นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์นี้จะเกิดจากสาเหตุใดบ้าง" 3) "ถ้านักเรียนจับแมลงวันได้ตัวหนึ่ง นักเรียนจะนำแมลงวันตัวนี้ไปทำการทดลองในเรื่องใดบ้าง อธิบายวิธีการทดลองมาด้วย" 4) "นักเรียนคิดว่าในอีก 100 ปีข้างหน้า มนุษย์จะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปคิดประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้อะไรอีกบ้าง จงบอกรายละเอียดของเครื่องมือชิ้นที่จะทำได้"

6. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สร้างโดย อุดร จันทรสร้าง (2527) โดยอาศัยแนวการสร้างจาก Torrance Test of Creative Thinking ของ Torrance แบบทดสอบประกอบด้วย 3 ข้อคือ 1) "สมมติว่า" เป็นการสมมติเหตุการณ์อย่างหนึ่งขึ้น ให้นักเรียนคาดคะเนว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอย่างไรบ้าง โดยตั้งคำถามว่า "ตามปกติแต่ละภาคของประเทศไทยในฤดูต่าง ๆ มีอุณหภูมิแตกต่างกัน แต่โดยเฉลี่ยแล้วอุณหภูมิในประเทศไทยเฉลี่ย มีค่าประมาณ 17-30 องศาเซลเซียส สมมติว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทยลดลงเหลือ 2 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอย่างไรบ้าง" 2) "การใช้ประโยชน์" กำหนดสถานการณ์ให้แล้ว ให้นักเรียนคิดหาประโยชน์จากสถานการณ์ มีดังนี้ "ในฐานะที่นักเรียนอาศัยอยู่ในจังหวัดที่มียางพาราอยู่มาก นักเรียนคิดว่าเราจะใช้ประโยชน์จากต้นยางพาราได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่าง ๆ จากต้นยางพาราหรือประโยชน์อย่างอื่น ๆ จากต้นยางพารา" 3) "ดัดแปลงเพิ่มเติม" เป็นการกำหนดอุปกรณ์ให้แล้ว ให้นักเรียนคิดดัดแปลงลักษณะ หรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างใดก็ได้ให้เรือนั้นวิ่งได้เร็ว มีลักษณะแปลกใหม่และสวยงาม มีอุปกรณ์ประกอบเรือที่ทันสมัย"

7. แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ตอนปลาย สร้างโดย ประจิต นามโคตร (2530) ซึ่งศึกษาการสร้างแบบทดสอบตามแนวความคิดของ Torrance (ฉบับทดสอบด้วยภาษาไทย) ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ 1) "ปลาทอง" โดยตั้งคำถามว่า "เด็กชายประชาเลี้ยงปลาทองไว้ในตู้ 5 ตัว ต่อมาประชาพบว่าปลาทองในตู้ตาย 1 ตัว โดยไม่ทราบว่ายปลาทองตัวนั้นตายเพราะเหตุใด ให้นักเรียนคิดหาสาเหตุที่ทำให้ปลาทองตาย" 2) "จะทำอย่างไรดี" โดยตั้งคำถามว่า "ถ้าเสื้อของนักเรียนเปียกและนักเรียนต้องการทำให้เสื้อตัวนั้นแห้งโดยเร็วโดยที่เมื่อเสื้อแห้งแล้วอยู่ในสภาพที่ใส่ได้ นักเรียนจะทำอย่างไร" 3) "สมมติว่า" โดยตั้งคำถามว่า "สมมติว่านับตั้งแต่วันนี้เป็นต้นไป พืชทุกชนิดไม่ออกดอกอีกเลย นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นบ้าง"

เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ฉบับ ที่กล่าวมาแล้วสรุปลักษณะได้ดังนี้ (ชูกิจยรติ, 2534)

1. สร้างตามแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance
2. สร้างสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและนักเรียนอายุระหว่าง 11-15 ปี
3. ลักษณะของเครื่องมือเป็นการสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาในลักษณะหลายแนวทางในเวลาจำกัด
4. เน้นการใช้ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลองในการแก้ปัญหา
5. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อของแบบทดสอบทุกชุด ยกเว้นของ ชูจิต ตันอรรถนาวัน (2527) หาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม ส่วนชูจิต (2527) เน้นการตรวจให้คะแนนความคิดละเอียดลออ อีกด้านหนึ่ง

เมื่อพิจารณาลักษณะของคำถามจากแบบทดสอบในแต่ละชุดจะเห็นว่า ส่วนใหญ่มักจะใช้ธรรมชาติแวดล้อมที่นักเรียนรู้จักดี เป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนใช้ความรู้ ทักษะและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตอบคำถามให้ได้มากที่สุด และมีความแปลกใหม่ในเวลาจำกัด

จากเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 7 ฉบับนี้ จะเห็นได้ว่าแบบสอบของสุมาลี (2525) มีกรอบแนวคิดพื้นฐานเช่นเดียวกับการวิจัยครั้งนี้ จึงสมควรเลือกใช้แบบสอบดังกล่าว เพื่อศึกษาและสร้างเกณฑ์ปกติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 12 - 14 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด

2.6 เกณฑ์ปกติ (Norm)

2.6.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ

นักการศึกษา และนักวัดผลได้ให้ความหมายของเกณฑ์ปกติไว้ ดังนี้

อนันต์ (2520) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยหรือจุดกลางของคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่เรียกว่ากลุ่มอ้างอิง (Norm Group or Reference Group) ที่ทำการสุ่มเลือกมา และมีตารางคะแนน (Norm Table) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบ (Raw Score) กับคะแนนแปลงรูป (Derived Score)

สมบุรณ์ และสำเริง (2524) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติเป็นตัวเลขวัดไว้ เพื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถของบุคคล เกณฑ์ปกติมีหลายชนิด แต่ที่นิยมกันมากที่สุดคือ เกณฑ์ปกติที่เป็นคะแนนมาตรฐาน (คะแนน T ปกติ) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ ไม่ว่าจะเป็นเกณฑ์ปกติชนิดใดก็ตามคะแนนที่นำมาสร้างเกณฑ์นั้น ต้องเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบที่เชื่อถือได้และเที่ยงตรง ทั้งต้องสอบกับบุคคลเป็นจำนวนมาก และกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของมวลประชากรอย่างแท้จริง หรือเป็นตัวเลขที่แทนระดับความสามารถของบุคคลได้อย่างทั่วถึง

Drevers (อ้างถึงในสุคนี, 2528) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึงค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

วุฒิกิติ (2533) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์ปกติว่า การสอบวัดใด ๆ คะแนนดิบจะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เทียบกับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งแล้วรู้ว่า คะแนนของคนหนึ่งจะอยู่ ณ ตำแหน่งใดของกลุ่มนั้น ถ้าเป็นข้อสอบมาตรฐาน ก็จะมีกลุ่มมาตรฐาน สำหรับเทียบเพื่อให้ทราบได้ว่า ความสามารถของบุคคลนั้นอยู่ ณ ตำแหน่งใดของกลุ่มมาตรฐาน และการที่จะเปรียบเทียบกับกลุ่มมาตรฐานได้ก็จะต้องทราบการแจกแจงคะแนนของกลุ่มมาตรฐานนั้น การแจกแจงคะแนนของกลุ่มมาตรฐานนี้เองที่เรียกว่า "เกณฑ์ปกติ" (Norm) ของแบบทดสอบฉบับนั้น

จากความหมายของเกณฑ์ปกติที่ได้กล่าวมานั้น สามารถสรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึงคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่สามารถบอกความสามารถของบุคคลได้

2.6.2 ระดับของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติที่ใช้โดยทั่วไปมีอยู่ 4 ระดับ ดังนี้ (อนันต์, 2525)

2.6.2.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) เกณฑ์ปกติที่ใช้กันมากที่สุดได้แก่ เกณฑ์ปกติระดับชาติ เกณฑ์ปกติชนิดนี้จะรายงานคะแนนโดยการแยกอายุ ระดับการศึกษา สำหรับแต่ละแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งรายงานโดยการแยกเพศด้วย เกณฑ์ปกติ

ระดับชาติสามารถนำไปใช้ได้กับแบบทดสอบทุกชนิด และเหมาะสมกับแบบทดสอบประเภทการวัดความถนัดทั่วไป (General Scholastic Aptitude) และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test)

สิ่งที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งก็คือ เกณฑ์ปกติระดับชาติส่วนมากมักจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนอยู่ในโรงเรียนทั้งหมด แต่เนื่องจากประชากร 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่ได้อยู่ในโรงเรียนทั้งหมด ด้วยเหตุนี้จึงไม่ได้กลุ่มตัวอย่างระดับชาติที่แท้จริง นักเรียนที่เรียนในระดับสูงจะมีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่มีอายุในระดับนั้นกำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนต่ำ จึงจะทำให้เกิดการลำเอียงในการสุ่มตัวอย่าง เรื่องนี้เป็นคล้ายกันแทบทุกประเทศ ซึ่งเป็นสิ่งหนึ่งที่ควรระวังว่าสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่เรียนสูงย่อมต่ำกว่าจำนวนนักเรียนที่เรียนต่ำกว่า

เนื่องจากการใช้เกณฑ์ปกติระดับชาติ มีขอบเขตและข้อจำกัดอื่น ๆ อีกหลายประการ บางครั้งก็ไม่สามารถจะนำไปใช้เปรียบเทียบกับสิ่งที่เราต้องการจะศึกษาได้ อาทิเช่น ถ้านักเรียนต้องการที่จะศึกษาต่อในโรงเรียนช่างกลเยอรมันก็ควรแนะนำเขา ถ้าเราทราบเกี่ยวกับความถนัดในเรื่องช่างกล โดยเปรียบเทียบกับนักเรียนของโรงเรียนช่างกลเยอรมันในขณะนั้น เป็นต้น

2.6.2.2 เกณฑ์ปกติระดับพิเศษ (Special Group Norms) สำหรับความมุ่งหมายในการตัดสินใจเฉพาะเรื่องต่าง ๆ จำเป็นต้องการเกณฑ์ปกติที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะ โรงเรียนเทศบาลและโรงเรียนเอกชนอาจนำมาเปรียบเทียบกับสิ่งที่เราสนใจ บางครั้งต้องการกลุ่มของนักเรียนพิเศษสำหรับเกณฑ์ปกติ เกี่ยวกับการทดสอบความถนัดในการเรียนภาษาอังกฤษ การเรียนคณิตศาสตร์ การเรียนวิทยาศาสตร์ หรือการเรียนดนตรี เกณฑ์ปกติระดับพิเศษเหล่านี้ยังมีประโยชน์ในการสร้างแบบทดสอบ สำหรับนักเรียน ที่มีความพิการทางด้านกายภาพและจิตภาพอีกด้วย แบบทดสอบขาว ที่สร้างสำหรับใช้วัดนักเรียนที่ตาบอดหรือหูหนวก ก็จำเป็นต้องการเกณฑ์ปกติระดับพิเศษ มาช่วยในการตีความหมายของคะแนนด้วยเหมือนกัน

2.6.2.3 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) ถ้าปรารถนาที่จะเปรียบเทียบคะแนนผลการทดสอบ ระหว่างโรงเรียนหรือระหว่างจังหวัดหรือระหว่างภาค มักจะใช้เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น ไม่มีใครนำเกณฑ์ปกติระดับชาติมาใช้ในการเปรียบเทียบ เพราะผู้ให้อาจพบปัญหายุ่งยากในการเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งหลักสูตรวิธีการสอนการเรียนตลอดจนเนื้อหาในแบบเรียนแตกต่างกัน ดังนั้นเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นจึงช่วยในการตีความหมายของคะแนนผลการสอบแก่ครู ผู้ปกครองนักเรียนในแต่ละชุมชนได้ถูกต้องและเป็นประโยชน์มากกว่า เกณฑ์ปกติระดับชาติ

2.6.2.4 เกณฑ์ปกติระดับโรงเรียน (School Mean Norms) ถ้าต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ผลการสอนของชั้นเรียนหรือทั้งโรงเรียนกับโรงเรียนอื่น ๆ จำเป็นต้องใช้เกณฑ์ปกติระดับโรงเรียน ไม่ควรตีความหมายของคะแนนโดยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการสอบทั้งห้องหรือทั้งโรงเรียนไปใช้กับเกณฑ์ปกติที่สร้างมาจากคะแนนของนักเรียนแต่ละคน โดยทั่วไปเกณฑ์ปกติระดับโรงเรียนมักจะแตกต่างกับ Individual Norms เพราะ Individual Norms มักจะ Underestimates สำหรับนักเรียนที่มาจาก Above - Average Schools และ Overestimates สำหรับนักเรียนที่มาจาก Below-Average Schools ดังนั้นศูนย์กลางการทดสอบส่วนมากจะสร้างเกณฑ์ปกติระดับโรงเรียนขึ้นไว้ สำหรับผู้ที่ต้องการจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการสอนระหว่างโรงเรียนต่าง ๆ

2.6.3 การสร้างเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติมีหลายชนิดแต่ที่นิยมสร้างกันมากที่สุดคือ เกณฑ์ปกติที่เป็นคะแนน T ปกติ และเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งจะจัดสร้างในรูปใดนั้นขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการนำไปใช้สำหรับคะแนนที่นำมาสร้างเกณฑ์นั้นต้องเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบที่เชื่อถือได้ และเที่ยงตรง ต้องสอบกับคนจำนวนมาก และกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของมวลประชากรอย่างแท้จริง หรือเป็นตัวเลขที่แทนระดับความสามารถของบุคคลได้อย่างทั่วถึง

เนื่องจากคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) เป็นคะแนนจากแบบทดสอบที่มีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal Distribution) โดยมีรายละเอียดซึ่งเป็นตำแหน่งที่เป็นหลักในการเปรียบเทียบตรงที่ T 50 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10 เท่ากันหมดในการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ยึดเอาพื้นที่เป็นหลักเรียกว่า Area Transformation และเป็นเรื่องของอันดับไม่ใช่ตัวคะแนนมาแปลง จึงคงทำให้คะแนน T ปกตินี้สามารถจะเปรียบเทียบได้ว่าใครมีความสามารถเด่น - ด้อยกว่ากัน ที่สำคัญคือ คะแนน T ปกติของวิชาต่าง ๆ นั้นเราสามารถนำมารวมกันได้อย่างมีความหมายและถูกต้องตามหลักวิชาการด้วย (สมบุรณ์และสำเร็จ , 2524)

ส่วนคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์นั้น มีอุปสรรคที่สำคัญ คือ เกิดจากหน่วยที่ไม่เท่ากัน โดยเฉพาะทางด้านปลายสุดทั้งสองข้างของการแจกแจง ถ้าการแจกแจงของคะแนนดิบโดยประมาณเป็นโค้งปกติ ซึ่งเป็นจริงสำหรับคะแนนสอบส่วนมากแล้ว ความแตกต่างของคะแนนดิบที่อยู่ตรงใกล้ ๆ กับค่ามัธยฐานหรือจุดกลางของการแจกแจง ก็จะมีค่าใหญ่เกินความจริงในการแปลงเป็นคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ ในขณะที่ความแตกต่างของคะแนนดิบที่อยู่ใกล้ปลายสายทั้งสองข้างของการแจกแจงก็จะหดสั้นมามาก (Anastasi อ้างถึงในองอาจ, 2534)

จะเห็นได้ว่า ในการสร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้คะแนน T ปกติ นั้น มีข้อจำกัดน้อยกว่าคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงได้กำหนดรูปแบบการสร้างเกณฑ์ปกติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 12 - 14 ปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้เป็นคะแนน T ปกติ ซึ่งการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ มีวิธีทำเป็นขั้น ๆ ดังนี้ (สมบูรณ์และสำเร็จ, 2524)

1. เรียงคะแนนตามลำดับ จากคะแนนสูงสุดไปหาคะแนนต่ำสุดที่ลบบรรทัดจากข้างบนลงมาข้างล่าง อย่างเช่นถ้าคะแนนเต็ม 30 แต้ม ก็ต้องเขียนเลขจาก 30-0 รวมเป็น 31 บรรทัด

2. แจกคะแนนดูว่าแต่ละคะแนนนั้นมีคนทำได้กี่คน แล้วให้ใส่ค่านี้ลงในความถี่ (Frequency)

3. หาความถี่สะสมโดยให้เสมือนหนึ่งว่า มีเลข 0 อยู่ข้างล่างของคะแนนต่ำสุด จากนั้นก็ให้รวมกันไปเรื่อย ๆ โดยค่าของความถี่สะสมแต่ละตัว จะเท่ากับผลรวมของความถี่อยู่ในบรรทัดเดียวกันและต่ำกว่ารวมกัน ความถี่สะสม (Cumulative Frequency) นี้จะมีตัวสูงสุดเท่ากับจำนวนคนทั้งหมด

4. หาค่าความถี่สะสม + ครึ่งของความถี่ ($CF + 1/2 f$) ในการทำนั้นความถี่สะสมต้องเป็นความถี่สะสมที่อยู่บรรทัดที่ต่ำกว่า รวมเข้ากับครึ่งหนึ่งของความถี่ที่อยู่ในบรรทัดที่ต้องการ จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้นี้จะเท่ากับการเอาความถี่สะสมที่อยู่ในบรรทัดเดียวกัน แล้วลบออกเสียด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่ในบรรทัดนั้น

5. หาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) ซึ่งหาได้โดยการที่เอาค่า

$$\frac{100}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}} \quad \text{หรือ} \quad \frac{100}{N} \quad \text{ไปคูณกับ} (CF + 1/2 f)$$

$$\text{หรือ} \quad \frac{100}{N} \times (CF + 1/2 f)$$

ค่าของเปอร์เซ็นต์ไทล์นี้ เป็นตำแหน่งร้อยละที่จะบอกให้ทราบว่า ในจำนวนผู้เข้าสอบทั้ง 100 คนนั้น ผู้ที่ทำคะแนนได้เท่านั้นจะมีความสามารถเหนือกว่าหรือต่ำกว่าผู้อื่นกี่คน เช่น ผู้สอบได้คะแนนดิบ 25 ตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ 79 ก็หมายความว่าจำนวนผู้เข้าสอบ 100 คน เขามีความสามารถสูงกว่าคนอื่น 79 คน และขณะเดียวกันก็มีคนที่เก่งกว่าเขาอีก 21 คน

6. หาค่าคะแนน T โดยใช้ตารางพื้นที่ภายใต้โค้งปกติ หรือโดยเปิดจาก ตารางสำเร็จรูป Normalized T-Score

2.6.4 การแปลความหมายและการประเมินคะแนน T ปกติ (ซวาล, ส่องแสง และ บุญผล, 2513)

2.6.4.1 การแปลความหมายของคะแนน T ปกติ

คะแนนชนิดนี้นิยม แปลความหมายเป็นในรูปของ เปอร์เซนต์ที่เหนือผู้อื่น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 เปอร์เซนต์ที่อยู่เหนือนี้มีความหมายว่า นักเรียนผู้นั้นเก่งกว่าเด็กอื่น ๆ อยู่กี่คน ในจำนวนเด็กทั้งหมด 100 คน ดังเช่นนักเรียนที่สอบได้คะแนน T 27 ซึ่งตรงกับเปอร์เซนต์ที่เหนือกว่าคนอื่น ๆ อยู่ 1.07% คือใน 100 คน เขาจะมีความรู้สูงกว่าเด็กอื่นอยู่ 1 คน ซึ่งก็เท่ากับเขาเป็นคนที่สองท้ายนั่นเอง

ถ้าจะเทียบให้เห็นง่ายขึ้นอีกก็อาจสมมติได้ว่า ถ้าเอาความรู้ของเด็ก 100 คน มาเรียงกันเป็นแถวแนวนั้นบันไดความรู้ ตั้งแต่พื้นจนถึงยอด 100 ขั้นแล้ว นักเรียนคนที่สอบได้ คะแนน T 27 ก็จะยืนอยู่บนขั้นบันไดที่สูงกว่าคนอื่น 1 คน หรือก็คือเขายืนอยู่บนขั้นบันไดขั้นแรกนั่นเอง ซึ่ง ณ ตรงนั้น จะมีเด็กเป็นรองอยู่ใต้เขา 1 คน (พร้อม ๆ กับอีก 99 คนสูงกว่าเขา) โดยทำนองเดียวกัน ผู้ที่สอบได้คะแนน T 50 ก็อ่านจากบัญชีว่า ตรงกับเปอร์เซนต์ที่เหนือผู้อื่น 50.00 พอดี ฉะนั้นก็แปลว่า เด็กนั้นมีความรู้ระดับปานกลางพอดี คือ เขายืนอยู่ตรงกึ่งกลางของบันไดความรู้ มีผู้อื่นอยู่ใต้เขา 50 คน และอยู่เหนือเขาอีก 50 คนเท่า ๆ กัน

ถ้าใครสอบได้คะแนน T 70 ซึ่งตรงกับเปอร์เซนต์ที่เหนือกว่าผู้อื่นอยู่ 97.72% หรือ 98% แล้ว ก็แปลว่าเขายืนอยู่บนขั้นบันไดขั้นที่ 98 อยู่สูงกว่าคนอื่น 98 คนใน 100 คน หรือใน 100 คน จะมีเด็กอื่น ๆ อยู่ใต้เขาอีก 98 คน และยังมีอยู่อีก 2 คนเท่านั้นที่มีความรู้สูงกว่าเขา เป็นต้น

ตารางที่ 4 บัญชีสำหรับแปลคะแนน T ปกติให้เป็นจำนวนร้อยละที่อยู่เหนือกว่าผู้อื่น

(จาก Henry E. Garrett ในหนังสือ Statistics in Psychology and Education อ้างถึงในชาวล, ส่องแสง และบุญผล, 2513)

คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น	คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น
10	.0032	30	2.28
11	.0048	31	2.87
12	.007	32	3.59
13	.011	33	4.46
14	.016	34	5.48
15	.023	35	6.68
16	.034	36	8.08
17	.048	37	9.68
18	.069	38	11.51
19	.097	39	13.57
20	.13	40	15.87
21	.19	41	18.41
22	.26	42	21.19
23	.35	43	24.20
24	.47	44	27.43
25	.62	45	30.85
26	.82	46	34.46
27	1.07	47	38.21
28	1.39	48	42.07
29	1.79	49	46.02

ตารางที่ 4 บัญชีสำหรับแปลคะแนน T ปกติให้เป็นจำนวนร้อยละที่อยู่เหนือกว่าผู้อื่น (ต่อ)

(จาก Henry E. Garrett ในหนังสือ Statistics in Psychology and Education อ้างถึงในชวาล, ส่องแสง และบุญผล, 2513)

คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น	คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น
50	50.00	70	97.72
51	53.98	71	98.21
52	57.93	72	98.61
53	61.79	73	98.93
54	65.54	74	99.18
55	69.15	75	99.38
56	72.57	76	99.53
57	75.80	77	99.65
58	78.81	78	99.74
59	81.59	79	99.81
60	84.13	80	99.865
61	86.43	81	99.903
62	88.49	82	99.931
63	90.32	83	99.952
64	91.92	84	99.966
65	93.32	85	99.977
66	94.52	86	99.984
67	95.54	87	99.9890
68	96.41	88	99.9928
69	97.13	89	99.9952
		90	99.9968

2.6.4.2 การประเมินคะแนน T ปกติ

เมื่อทราบว่านักเรียนคนใดได้คะแนน T เท่าใด และเหมือนกับเขายืนอยู่บนบันได ความรู้ขั้นที่เท่าใดแล้ว ต่อไปเป็นการตีค่าของคะแนนเหล่านั้นว่ามีคุณภาพ สูง-ต่ำ หรือ ดี-ด้อย ปานใด อันเป็นการประเมินค่าโดยสรุปให้กับนักเรียนผู้นั้น เรื่องนี้ก็คือการลงความเห็นตัดสินชี้ขาดว่า ควรจะยกย่องเขาเป็นผู้มีความสามารถเทียบเท่ากับระดับใด ซึ่งตามหลักสากลนิยมแบ่งออกเป็น 5 ระดับ เรียงตั้งแต่สูงไปหาต่ำ ดังนี้

ตั้งแต่ T 65 และสูงกว่า	แปลว่า ดีมาก
ตั้งแต่ T 55 - 65	แปลว่า ดี
ตั้งแต่ T 45 - 55	แปลว่า พอใช้
เฉพาะตรง T 50	แปลว่า มีความสามารถปานกลาง
ตั้งแต่ T 35 - 45	แปลว่า ยังไม่พอใช้
ตั้งแต่ T 35 และต่ำกว่า	แปลว่า อ่อน

จะสังเกตเห็นว่า การแบ่งระดับดังข้างต้นนี้จะมีคะแนน T บางตัวซ้ำกันที่ตรงหัว และท้ายของช่วงคะแนน ดังเช่นที่ T 55 เป็นต้น การที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะตรง T 55 นั้นเป็นจุดแบ่งเขตระหว่างกลุ่มพอใช้ ฉะนั้น ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนน T ตรงจุดแบ่งเขตเหล่านั้นพอใช้ คือที่ T 35, 45, 55 และ 65 แล้ว วิธีแก้ไขเรื่องนี้ก็ให้ถือเป็นหลักไว้ว่าให้เลื่อนนักเรียนที่คาบเส้นผู้นั้นขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงที่ถัดไปเสมอ

โดยวิธีนี้ในการสอบทั่ว ๆ ไป จะมีนักเรียนระดับดีมากอยู่ประมาณ 7 เปอร์เซนต์ ของนักเรียนทั้งหมด และจะมีอยู่ประมาณ 24 เปอร์เซนต์ ที่อยู่ในเกณฑ์ดี ประมาณ 38 เปอร์เซนต์ที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้หรือปานกลาง กับอีก 24 เปอร์เซนต์ยังไม่พอใช้ และที่เหลือสุดท้ายอีก 7 เปอร์เซนต์เป็นเด็กกลุ่มอ่อน

2.6.5 หลักการใช้เกณฑ์ปกติ

การใช้เกณฑ์ปกติ ในการเปรียบเทียบเพื่อแปลความหมายคะแนน จะต้องคำนึงถึงคะแนนที่จะนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกตินี้ว่า ได้มาจากสมาชิกของประชากรของแบบทดสอบนั้นหรือไม่ กล่าวคือ มีลักษณะตรงกัน สอดคล้องกัน กับลักษณะประชากรหรือไม่นั่นเอง เกณฑ์ในการพิจารณาที่สำคัญ คือ (วุฒิกัตี, 2533)

2.6.5.1 ต้องเกี่ยวข้องโดยตรง (Relevant) เนื่องจากเกณฑ์ปกติสร้างมาจากการแจกแจงคะแนนของประชากรต้องพิจารณาว่ากลุ่มที่จะใช้เกณฑ์ปกตินั้น มีลักษณะสอดคล้องกับ

กลุ่มประชากรหรือไม่ เพื่อจะได้แปลความหมายคะแนนได้สมเหตุสมผลและมีประสิทธิภาพสูง เช่น เกณฑ์ปกติระดับชาติ เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น ย่อมมีธรรมชาติของประชากรที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวัดด้วยว่าจะใช้ผลของการวัดไปใช้ทำอะไร เช่น ความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude) ประสบการณ์ทางการศึกษา (Educational Experience) ความสามารถในการอ่านเข้าใจ ฯลฯ ซึ่งเป็นลักษณะโดยทั่วไป ก็เหมาะที่จะใช้กับเกณฑ์ปกติระดับชาติ แต่ถ้าต้องการวัดเพื่อจัดตำแหน่ง (Placement) เพื่อพยากรณ์ (Predict) เฉพาะสาขาเพื่อจัดการอบรมเฉพาะทาง ก็ควรใช้เกณฑ์ปกติเฉพาะ (Specific Norms) ซึ่งสร้างมาจากกลุ่มประชากรเฉพาะ (Specific Population) เช่น เกณฑ์ปกติของผู้เรียนวิศวกรรม ผู้เรียนทางศึกษาศาสตร์ เป็นต้น

2.6.5.2 ต้องเป็นเกณฑ์ปกติที่สร้างจากกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร (Representative) การสร้างเกณฑ์ปกติจากมวลประชากรทำได้ยาก สิ้นเปลืองมากทั้งเงิน เวลาและแรงงาน จึงนิยมสร้างจากกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ทั้งสิ้น การสร้างจากกลุ่มตัวอย่างนี้เองเกิดปัญหาความเป็นตัวแทนประชากรได้ดีมากน้อยต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างและวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง เช่น กลุ่มตัวอย่างใหญ่ก็มีโอกาสเป็นตัวแทนที่ดีกว่า หรือเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sample) ก็มีโอกาสดึงกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงประชากรมากกว่า ดังนั้นการใช้เกณฑ์ปกติใด จึงควรพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ด้วย

2.6.5.3 เกณฑ์ปกติควรทันสมัยอยู่เสมอ (Up to Date) เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบใดๆ เป็นความจริง (Fact) ของประชากร และต้องเป็นประชากรปัจจุบัน กล่าวคืออ้างสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลว่าเป็นประชากรปัจจุบัน เช่น เกณฑ์ปกติคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระดับชาติที่สร้างเมื่อ พ.ศ. 2522 กินความถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีที่ต่อ ๆ มาด้วย จึงถือว่าประชากรที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกตินั้นเป็นปัจจุบัน แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรไปมาก ปรับปรุงวิธีสอน วิธีวัดผลไปมาก กลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีที่ต่อ ๆ มา ก็จะเบี่ยงเบนไปจากประชากรเดิมมากขึ้นทุกที และจะเบี่ยงเบนมากขึ้นถ้าตัวแปรที่วัดเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ถ้าเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก เช่น ความถนัด ลักษณะถาวรทางจิตวิทยา (Traits) เกณฑ์ปกติจะมีความคงตัวอยู่ได้ในช่วงเวลาาน ดังนั้นแบบทดสอบมาตรฐานจึงมีการปรับปรุงเกณฑ์ปกติกันอยู่เสมอ การจะใช้เกณฑ์ปกติจึงต้องพิจารณาว่าเกณฑ์ปกตินั้นทันสมัยหรือไม่ สร้างมานานเท่าไรแล้ว และเป็นตัวแปรที่เปลี่ยน

แปรไปได้ง่ายหรือยาก

2.6.5.4 เกณฑ์ปกติที่จะใช้ควรเปรียบเทียบกันได้ (Comparable) การสอบวัดตัวแปรหลายตัว ควรใช้เกณฑ์ปกติที่ใช้ประชากรร่วมกัน ใช้ประชากรเดียวกันหลาย ๆ เกณฑ์ปกติ เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรเหล่านั้นได้อ่อน - เก่งในด้านใด เช่น แบบทดสอบความถนัดทางด้านเหตุผล ทางภาษา ทางมิติสัมพันธ์ ที่สร้างเกณฑ์ปกติจากประชากรเดียวกัน ย่อมเปิดโอกาสให้เราเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรย่อยทั้งสามได้ว่า เด่นด้อยกว่ากันในด้านไหนเพียงไร

2.6.5.5 เกณฑ์ปกติ ควรให้รายละเอียด หรือให้การอธิบายที่เพียงพอ (Adequately Described) หมายถึง มีข้อมูลประกอบเกณฑ์ปกตินั้นเพียงพอเพื่อช่วยให้แปลความหมายคะแนนได้ดีขึ้น เช่น วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ขนาดกลุ่มตัวอย่าง การแจกแจงคะแนน ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างบางอย่าง เช่น เพศ อายุ เชื้อชาติ ความถนัดทางการเรียน สถานภาพทางเศรษฐกิจ ที่อยู่อาศัย ลักษณะโรงเรียน และอื่น ๆ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

2.7.1.1 งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์

ผลการศึกษาของ Minnesota Study (อ้างถึงในอารี, 2526) โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของชั้นอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษาว่า พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะสูงขึ้นจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และจะเริ่มลดลงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 แล้วจะเริ่มพัฒนาการต่อไปในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ประถมศึกษาปีที่ 7 เดิม) จะกลับน้อยลงและจะเริ่มเพิ่มขึ้นอีกครั้งเรื่อย ๆ จนปลายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งในการวิจัยค้นคว้าครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบซึ่งเรียกว่า Ask and Guess Test

Yamamoto (อ้างถึงในอารี, 2526) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบของมหาวิทยาลัย Minesota พบว่า ความคิดสร้างสรรค์จะลดลงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อจากนั้นก็ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นและจะค่อยๆ ลดต่ำลงเล็กน้อย ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6

อารีและคณะ (อ้างถึงในอารี, 2532) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ระดับชั้นอนุบาล ประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3, และ 4 เพื่อสำรวจและเปรียบเทียบคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการของความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยอาศัยรูปภาพ แบบ ก. ของ Torrance กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ กลุ่มนักเรียนจากภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก และกรุงเทพมหานคร จำนวน 3,123 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออสูงสุด กลุ่มที่มีความคล่องในการคิดต่ำสุด คือ กลุ่มนักเรียนชั้นอนุบาล ส่วนนักเรียนชั้นประถมมีความคิดละเอียดลออต่ำสุด จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ความคล่องในการคิด เมื่อนักเรียนศึกษาในชั้นสูงขึ้น ความคล่องตัวจะมีแนวโน้มในการพัฒนาค่อนข้างจะสูงขึ้น

2. ความคิดริเริ่ม ในชั้นอนุบาลจะมีความคิดริเริ่มสูงจะลดลงเมื่ออยู่ ประถมศึกษาปีที่ 1 และจะเริ่มสูงขึ้นอีกในชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4

3. ความคิดละเอียดลออ จะพัฒนาดีขึ้นเรื่อย ๆ แต่เป็นไปอย่างเชื่องช้า

อารีและคณะ (อ้างถึงในอารี, 2532) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทุกภาค จำนวน 2,918 คน พบว่า กลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความคล่องในการคิดสูงสุด กลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดริเริ่มสูงสุดและกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความคิดละเอียดลออสูงสุด จากการวิจัยนี้สรุปได้ว่า

1. การพัฒนาความคล่องในการคิดจะมีลักษณะคงที่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึง 6 จะสูงสุดในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ลดลงต่ำสุดในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และจะสูงขึ้นอีกในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ความคิดริเริ่มจะเริ่มสูงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 และจะสูงมากในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตกต่ำสุดในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และจะเริ่มสูงสุดในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ความคิดละเอียดลออค่อนข้างจะคงที่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จะสูงขึ้นในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลับต่ำสุดในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และจะเริ่มสูงขึ้นอีกในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3

จากงานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวสรุปได้ว่า

ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละด้านจะเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นช่วง ๆ (Minnesota Studies อ้างถึงในอารี, 2532); (Yamamoto อ้างถึงในอารี, 2532); (อารี

และคณะ อ้างถึงในอารี, 2532)

2.7.1.2 งานวิจัยเกี่ยวกับระดับสติปัญญากับความคิดสร้างสรรค์

มีคำถามหรือข้อถกเถียงกันอยู่เสมอก็คือ สติปัญญามีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า บุคคลที่มีเชาวน์ปัญญาสูงจะต้องมีความคิดสร้างสรรค์สูงด้วยหรือไม่ อย่างไรก็ตามผลการวิจัยก็ยังไม่ยืนยันชัดเจนได้ว่า เชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์เสมอไป ดังผลการวิจัยต่อไปนี้

จากผลการวิจัยเมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา พบว่าโดยทั่วไปโรงเรียนเน้นพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาแต่ไม่ได้เน้นความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ทั้งนี้เพราะความเข้าใจที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์กับเชาวน์ปัญญาเป็นลักษณะเดียวกัน ดังเช่น Meier และ Stein (อ้างถึงในอารี, 2532) พบว่านักเรียนที่ได้คะแนนจากการทดสอบไอคิวสูงมากไม่ใช่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงหรือเด็กที่ผลิตงานสร้างสรรค์ได้ดีเสมอไป เพราะจากการศึกษาของเขาจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เรียนเก่งคณิตศาสตร์ มีเชาวน์ปัญญาสูง มีคะแนนสอบสูงในวิชาคณิตศาสตร์มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีมากขึ้นเรียน มีความสนใจวิชาคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ มีการทำงานดี มีนิสัยรักการเรียนคณิตศาสตร์ และผ่านการทดสอบในการแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างผลข้อสอบไอคิวและข้อสอบความคิดสร้างสรรค์

Nuttal (อ้างถึงในชัชวาลย์, 2525) ได้ทำการศึกษานักเรียนเกรด 6 จำนวน 189 คน โดยให้ครูจัดลำดับนักเรียนตามลำดับความคิดสร้างสรรค์ แล้ววัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบ MTCT พบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ครูได้จัดอันดับไว้มีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสติปัญญาด้วย

Wallach และ Kogan (อ้างถึงในอารี, 2526) ได้ศึกษานักเรียนเกรด 5 จำนวน 151 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดเด็กที่มีเชาวน์ปัญญาสูงและต่ำ พบว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงอาจเป็นเด็กที่มีเชาวน์ปัญญาสูงหรือต่ำก็ได้และในทางเดียวกันเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ อาจมีเชาวน์ปัญญาสูงหรือต่ำก็ได้

Torrance (อ้างถึงในมารศรี, 2530) ได้ทำการศึกษาพบว่า คะแนนจากข้อทดสอบความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนเชาวน์ปัญญา และเมื่อศึกษาต่อมาพบว่าเด็กที่มีเชาวน์ปัญญาสูงจะเป็นเด็กที่ครูชอบ และยอมรับมากกว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง

Stapp (อ้างถึงในอารี, 2532) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และสติปัญญา (IQ) ของนักศึกษาที่เรียนศิลปะและไม่เรียนศิลปะพบว่า ความคิดสร้างสรรค์และสติปัญญาไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนที่เรียนศิลปะได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูง

กว่าพวกที่ไม่เรียนศิลปะ

Getgels และ Jackson (อ้างถึงในอารี, 2532) ได้ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นที่มีอายุตั้งแต่ 13-19 ปี เพื่อจะศึกษาว่าความคิดสร้างสรรค์กับเชาว์ปัญญาเป็นสิ่งที่แยกกันอย่างไร อีสระ กลุ่มตัวอย่างเขามีไอคิวเฉลี่ยสูงกว่า 130 ใช้ข้อสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford และ Cattell วัด แล้วแบ่งเด็กเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูง กลุ่มที่สองได้ความคิดสร้างสรรค์ต่ำ แล้วได้เปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม ในด้านอื่น ๆ เช่น การเอาใจใส่การเรียน ความสัมพันธ์กับครู ความประพฤติทางบ้าน ความพยายามในการทำงานเพื่อให้สำเร็จ ระดับความพอใจในการรับการอบรม ความมีอารมณ์ขันและสิ่งอื่น ๆ พบว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง มีอารมณ์ขันมากกว่า มีระดับความพอใจในการรับการอบรมน้อยกว่า ชอบทำงานเกินกำหนด โดยไม่ละทิ้งผลงาน และผลงานการทดลองยังไม่อาจบ่งชี้ว่าความคิดสร้างสรรค์และสติปัญญาแยกกันอย่างไร อีสระ และ Mackinnon (อ้างถึงในอารี, 2532) แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ได้ศึกษาบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีชื่อเสียงเด่นในสังคม ผลปรากฏว่าในขณะที่บุคคลเหล่านี้ เป็นเด็กนักเรียนนั้นไม่ใช่เป็นนักเรียนประเภทเรียนดีหรือมีความสำเร็จในการเรียนสูง ส่วนใหญ่จะได้เกรด C และเกรด B มากกว่าเกรด A จึงสรุปได้ว่าโรงเรียนไม่ได้ประเมินผลความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก

อารี (2532) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับเชาว์ปัญญาไว้ ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์สูง - เชาว์ปัญญาสูง ในชั้นเรียนเด็กกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มที่ได้รับความสนใจสูง เป็นกลุ่มที่ทำงานในโรงเรียนที่เกี่ยวกับวิชาการ พวกเขาจะคบกับคนง่าย ชอบสังคมกับเพื่อน ๆ เป็นเพื่อนกับทุกคน ๆ คน และเพื่อนก็ชอบจะเป็นเพื่อนกับพวกเขาด้วย

ความคิดสร้างสรรค์ต่ำ - เชาว์ปัญญาสูง เด็กกลุ่มนี้ไม่มีปัญหาในชั้นเรียน ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นและไม่ชอบให้มีการเปลี่ยนแปลง พวกเขามักเป็นคนเฉยเมยหรือไว้ตัวไม่ชอบเข้าสังคมกับเพื่อน ๆ

ความคิดสร้างสรรค์สูง - เชาว์ปัญญาต่ำ เด็กกลุ่มนี้มีพฤติกรรมที่เป็นปัญหาชอบทำลายขาดสมาธิในการเรียน ขาดความตั้งใจในการเรียน มีความมั่นใจในตัวเองต่ำที่สุด และมักจะถูกตัดสินว่าเป็นเด็กไม่ดี ไม่มีเพื่อน ๆ ชอบคบด้วย ซึ่งความจริงแล้วพวกเขาไม่ได้หลีกเลี่ยงการเข้ากลุ่มกับเพื่อน แต่เขามักถูกรังเกียจจากกลุ่มเพื่อน

ความคิดสร้างสรรค์ต่ำ - เชาว์ปัญญาต่ำ เด็กกลุ่มนี้จะไม่มีความพิการหรือความบกพร่องแต่ก็สามารถเข้ากับสังคมได้ดี พวกเขาจะมีความลึกลับน้อยและมีความมั่นใจในตัวเองมากกว่าเด็กที่มีเชาว์ปัญญาต่ำแต่มีความคิดสร้างสรรค์สูง

จากการศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ พบว่าส่วนมากสติปัญญา
 กับความคิดสร้างสรรค์ ไม่สามารถยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันเพราะเด็กที่มี
 ความคิดสร้างสรรค์สูงอาจเป็นเด็กที่มีเชาวน์ปัญญาสูงหรือต่ำก็ได้ หรือเด็กที่มีเชาวน์ปัญญาสูงอาจเป็น
 เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงหรือต่ำก็ได้ (Meier และ Stein อ้างถึงในอารี, 2532);
 (Getgels และ Jackson อ้างถึงในอารี, 2532); (Torrance อ้างถึงในอารี, 2532);
 (Wallach และ Hogen อ้างถึงในอารี, 2532); (Mackinno อ้างถึงในอารี, 2532);
 (Stapp อ้างถึงในอารี, 2532)

2.7.1.3 งานวิจัยเกี่ยวกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมกับความคิดสร้างสรรค์

สุนัตรา (2523) ได้ศึกษาเรื่องผลความแตกต่างระหว่างการให้รางวัล และการไม่ได้
 รางวัลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนประถมศึกษา ที่มีสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่าง
 กัน โดยศึกษาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ปีการศึกษา
 2522 จำนวน 180 คน จากโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามความคิด
 สร้างสรรค์ของ Minnesota Tests of Creative Thinking แบบสอบถามสภาพทาง
 เศรษฐกิจและสังคม และแบบสอบถามการเลือกรางวัล ผลการศึกษาพบว่าเด็กที่มีสภาพทาง
 เศรษฐกิจและสังคมสูง มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มสูงกว่า
 เด็กที่มีสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

Nuttal (อ้างถึงในชีवालย์, 2525) ได้ทำการศึกษานักเรียนเกรด 6 จำนวน 189
 คน โดยขอร้องให้ครูจัดลำดับนักเรียนตามลำดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแล้ววัดความคิด
 สร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบ Minnesota Tests of Creative Thinking อีกครั้งหนึ่ง
 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ที่วัดจาก MTCT และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ครูได้จัดอันดับมีความ
 สัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสติปัญญาด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าสภาพทาง
 เศรษฐกิจมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ที่ครูจัดอันดับไว้

Ahmed (อ้างถึงในเศศิธร, 2529) ได้ศึกษาถึงผลของความด้อยทางสังคมวัฒนธรรมต่อ
 ความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มาจากครอบครัวที่ได้เปรียบทางสังคม -
 วัฒนธรรม และจากครอบครัวที่ด้อยทางสังคมวัฒนธรรม จำนวน 50 คน เป็นนักเรียนระดับ 7,
 9 และ 11 จากโรงเรียน 5 ระดับ คือ โรงเรียนระดับดีมาก ระดับดี ระดับปานกลาง และ
 ระดับค่อนข้างต่ำ และระดับต่ำ โดยมีนักเรียนทั้งจากภูมิหลังทางครอบครัว ประเภทของ
 โรงเรียน และระดับชั้นในจำนวนที่เท่า ๆ กัน และใช้ความพึงพอใจของอาคารเรียน ห้องสมุด
 อุปกรณ์ อัตราส่วนของครูต่อนักเรียน อุปกรณ์กีฬา และอื่น ๆ เป็นเกณฑ์ในการจัดระดับโรงเรียน

และใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Bager Mehdi ทั้งชุดที่ใช้ภาษาพูด และไม่ใช้ภาษาพูด ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า ภูมิหลังทางครอบครัว ระดับชั้น และประเภทของโรงเรียนมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

Vijalakashmi (อ้างถึงในศศิธร, 2529) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมในฐานะที่เป็นตัวพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในระดับ 3 อายุระหว่าง 13-15 ปี จำนวน 425 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตเมือง 3 โรงเรียน และในเขตชนบท 3 โรงเรียน ของ Trivandrum Educational District of Kerala โดยใช้ The Kerala University Test of Creative Thinking ในการจำแนกกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำ และใช้ Socio - Economic Scale Data Sheet ในการจำแนกสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม และใช้คะแนนที่นักเรียนได้รับในการสอบปลายภาคต้น และภาคปลาย ในการตัดสินผลสัมฤทธิ์พบว่า นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำมีความแตกต่างทางสถานภาพทางเศรษฐกิจ - สังคมอย่างมีนัยสำคัญ

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า เด็กที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเด็กที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำ (สุนัตรา, 2523); (Nuttal อ้างถึงในชัชวาลย์, 2525); (Ahmed อ้างถึงในศศิธร, 2529); (Vijalakashmi อ้างถึงในศศิธร, 2529)

2.7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.7.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สุมาลี (2525) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา และมัธยมศึกษา จำนวน 1,220 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 11-15 ปี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่มีระดับอายุต่างกัน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี และจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้นโดยลำดับ

2. นักเรียนชายมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จะเห็นว่านักเรียนที่มีระดับอายุต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2.7.2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับสติปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถานที่ตั้งโรงเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สุปรียา (2522) ได้ศึกษาสัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า 1) ระดับสติปัญญาของนักเรียนทั้งหมด และแยกเพศชายหญิง มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ 2) ระดับสติปัญญาของนักเรียนทั้งหมดและแยกเพศชาย หญิง มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3) ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมดแยกเพศชายหญิง มีความสัมพันธ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

Ruth Novik (อ้างถึงในตรองพจน์, 2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญากับความคิดสร้างสรรค์ ที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 7-11 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสติปัญญามีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์

ธงชัย (2535) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับสถานที่ตั้งโรงเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 9 มีจำนวนนักเรียน 648 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัยคือ แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของประจิต นามโคตร พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล เขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาลสูงกว่านักเรียนในเขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาล และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตสุขาภิบาลสูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชูเกียรติ(2534) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับสถานที่ตั้งโรงเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10 มีจำนวนนักเรียน 576 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัยคือ แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของประจิต นามโคตร พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล

เขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาลสูงกว่านักเรียนในเขตสุขาภิบาลและนอกเขตสุขาภิบาล และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตสุขาภิบาลสูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ.05

กัมปนาท(2534) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับสถานที่ตั้งโรงเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 11 จำนวนนักเรียน 936 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัย คือ แบบสอบถามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของประจิต นามโคตร พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล เขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล และสุขาภิบาลสูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล แต่คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในเขตเทศบาลและสุขาภิบาลไม่แตกต่างกัน

จากผลการวิจัยข้างต้น พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับระดับสติปัญญา (สุปรียา, 2522) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สุปรียา, 2522); (Ruth Novik อ้างถึงในตรองพจน์, 2527); (ธงชัย, 2535); (ชูเกียรติ, 2534); (กัมปนาท, 2534) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล สุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล และสุขาภิบาลจะสูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล (ธงชัย, 2535); (ชูเกียรติ, 2534); (กัมปนาท, 2534)

2.7.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเกณฑ์ปกติ

สกลยา (2527) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความก้าวร้าวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างจำนวน 735 คน เลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอนและสร้างเกณฑ์ปกติ แบบ T-Score โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนน T ปกติ

วินัย (2527) ได้สร้างแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพด้านความเชื่อมั่นในตนเองสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 740 คน เลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน และสร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้คะแนน T ปกติ

สุคานี (2528) ศึกษาเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาของแบบทดสอบโปรเกรสซีฟแมทริชส์ ฉบับสี่ของ Raven สำหรับนักเรียนอายุ 5-11 ปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,799 คน โดยวิธีการเลือกตัวอย่างสองขั้นที่ให้ความน่าจะเป็นของการเลือกไม่เท่ากัน และสร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ จำแนกตามระดับอายุ

J.C Raven (อ้างถึงในสุคานี, 2528) ได้สร้างเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาสำหรับเด็กชาวคัมพูชา อายุ 5 1/2 - 11 ปี จำนวน 608 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบโปรเกรสซีฟแมทริชส์ ฉบับสี่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเชาว์ปัญญา จากแบบทดสอบโปรเกรสซีฟแมทริชส์ฉบับสี่ เพิ่มขึ้นตามระดับอายุ และเกณฑ์ปกติที่สร้างมีลักษณะเป็นตำแหน่ง เปอร์เซนต์ไทล์ จำแนกตามเชาว์ปัญญาของกลุ่มตัวอย่าง

วุฒิกิติ (2533) ศึกษาเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาของแบบทดสอบวาดภาพกิตอินน์-แอร์ริส สำหรับนักเรียนอายุ 12-14 ปี ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,481 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นและสร้างเกณฑ์ปกติ ในรูปของคะแนนมาตรฐานแบบ IQ เบี่ยงเบน และตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

องอาจ (2534) ได้มีการพัฒนาแบบทดสอบความถนัดทางอาชีพ และการสร้างเกณฑ์ปกติของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2533 สาขานัฏขิช่างไฟฟ้า ช่างยนต์ของสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 872 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ และสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบย่อยทั้ง 10 ฉบับ ในรูปของคะแนน T ปกติ แยกตามสาขาวิชาการนัฏขิช่างไฟฟ้า และช่างยนต์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเกณฑ์ปกติ พบว่า มีการสร้างเกณฑ์ปกติ 2 แบบ คือการสร้างเกณฑ์ปกติโดยเทียบชั้น (สกลยา, 2527); (วินัย, 2527); (องอาจ, 2534) และการสร้างเกณฑ์ปกติโดยเทียบอายุ (สุคานี, 2528); (J.C. Raven อ้างถึงในสุคานี, 2528); (วุฒิกิติ, 2530) ส่วนการแปลงคะแนนดิบในการสร้างเกณฑ์ปกตินี้มีการทำกัน 2 รูปแบบคือ ในรูปคะแนน T ปกติ (สกลยา, 2527); (วินัย, 2527); (องอาจ, 2534) และ เปอร์เซนต์ไทล์ (สุคานี, 2528); (J.C.Raven อ้างถึงในสุคานี, 2528); (วุฒิกิติ, 2533)