บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความคิดสร้างสรรค์และการสร้างเกณฑ์ปกติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 11-13 ปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้วิจัยขอนำเสนอทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อและรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

2.1.1 ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง

2.1.2 ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ

2.1.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

2.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

2.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

2.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.3 การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.5 เกณฑ์ปกติ

2.5.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ

2.5.2 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

2.5.3 การสร้างเกณฑ์ปกติ

2.5.4 หลักการใช้เกณฑ์ปกติ

2.5.5 ตารางเกณฑ์ปกติ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ปกติ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์นั้นมีหลายทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของ Guilford และทฤษฎีความคิดสองลักษณะ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง (อ้างถึงใน อารี, 2532)

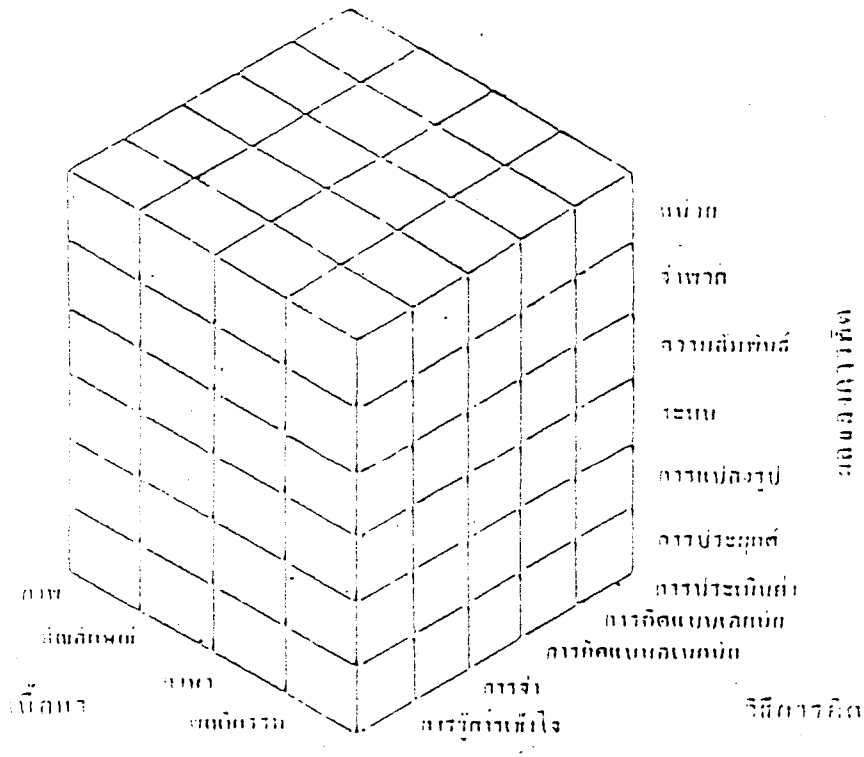
การศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ก็มีแนวคิดพื้นฐานมาจาก Guilford นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน Guilford และคณะ ได้ศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ของสติปัญญาอยู่เป็นเวลาประมาณ 20 ปี โดยเน้นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และการแก้ปัญหาในที่สุดก็ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองขึ้น หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect model ที่เรียกย่อว่า SI) ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ

ความสำคัญของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ Guilford ได้พัฒนาวิธีการคิดขึ้น 2 ประเภทได้แก่

1. ความคิดรวบยอดหรือความคิดเอกนัย (Convergent thinking) หมายถึง การคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องตามสภาพข้อมูลที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว

2. ความคิดกระจายหรือความคิดอเนกนัย (Divergent thinking) หมายถึง ความคิดหลายทิศทาง ที่สามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนการนำไปสู่ผลิตผลของความคิด หรือคำตอบได้หลายอย่าง และ Guilford อธิบายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ก็คือ ความคิดเอกนัยนั่นเอง

Guilford ได้อธิบายโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองในลักษณะ 3 มิติดังภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองของ Guilford

ที่มา : อารี, 2532

จากโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา Guilford ได้แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติดังนี้

มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) หมายถึง มิติแทนเนื้อหาข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิดที่สมองรับเข้าไปคิด แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1. ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม หรือรูปที่แน่นอน ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้ทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้เช่น ภาพ เป็นต้น

2. สัญลักษณ์ (Semantic เขียนย่อว่า S) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน๊ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

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

4. พฤติกรรม (Behavior เขียนย่อว่า B) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออกกิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตเห็น รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การคิด เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การสั่นศีรษะ การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น

มิติที่ 2 วิธีการคิด หมายถึง มิติที่แสดงลักษณะกระบวนการปฏิบัติงาน หรือกระบวนการคิดของสมอง แบ่งออกตามลำดับได้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. การรู้การเข้าใจ (Cognitive เขียนย่อว่า C) หมายถึง ความสามารถในการตีความหมายของสมองเมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้นและบอกได้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นเด็กเล่นของเล่นรูปร่างกลม ทำด้วยผิวเรียบก็บอกได้ว่าเป็นลูกบอล

2. การจำ (Memory เขียนว่า M) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้และข้อมูลต่าง ๆ ไว้ได้ และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ เช่น การจำสูตรคูณ การจำหมายเลขประจำตัว การชี้ตัวคนร้ายได้ เป็นต้น

3. การคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดกระจาย (Divergent thinking เขียนย่อว่า D) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบหลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง ให้บอกมาให้มากที่สุด ผู้ที่คิดได้มาก แปลกมีเหตุผล คือ ผู้มีความคิดอเนกนัย และ Guilford ได้อธิบายว่าความคิดอเนกนัย คือ ความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

4. การคิดแบบเอกนัย หรือความคิดรวม (Convergent thinking เขียนย่อว่า N) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุด จากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบที่ถูกต้องก็เพียงคำตอบเดียว

5. การประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E) หมายถึง ความสามารถในการตีราคาลงสรุป โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 3 ผลของการคิด หมายถึง มิติที่แสดงผล (Product) ที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือกระบวนการคิดทางสมอง หลักจากที่สมองได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าจากมิติที่ 1 และตอบสนองต่อข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่ได้จากมิติที่ 2 แล้วผลที่ได้จะออกมาเป็นมิติที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่า ผลของความคิด เกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และมิติที่ 2 นั่นเอง ซึ่งผลของการคิดแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ ดังนี้

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

2. จำพวก (Classes เขียนย่อว่า C) หมายถึง ประเภท หรือจำพวก กลุ่มของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ คน สุนัข หรือประเภทผลไม้ ได้แก่ เงาะ ลางสาด ลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relations เขียนย่อว่า R) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์นี้อาจจะอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบก็ได้ เช่น คนคู่กับบ้าน นกคู่กับรัง ปลาคู่กับน้ำ เสือคู่กับป่า เป็นต้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

4. ระบบ (Systems เขียนย่อ S) หมายถึง การเชื่อมโยงกลุ่มของสิ่งของ สิ่งเร้า โดยอาศัยหลักเกณฑ์หรือระเบียบแบบแผนบางอย่าง เช่น 1, 3, 5, 7, 9 เป็นระบบเลขคี่ เป็นต้น

5. การแปลงรูป (Transformation เขียนย่อว่า T) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ดัดแปลง ตีความ ให้นิยามใหม่ หรือการจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้า หรือข้อมูลออกมาในรูปใหม่ เช่น การเปลี่ยนรูปสี่เหลี่ยมเป็นเส้นตรงสี่เส้น เป็นต้น

6. การประยุกต์ (Implications เขียนย่อว่า I) หมายถึง การสรุปพาดพิง หรือทำนาย ซึ่งอาจจะได้มาจากความรู้ปัจจุบัน แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในกรณีต่อไป

จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือโครงสร้างทางสติปัญญา Guilford แบ่งออกเป็น 120 เซล หรือ 120 องค์ประกอบ โดยในแต่ละองค์ประกอบจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของสามมิติเรียงจาก เนื้อหา - วิธีการคิด - ผลของการคิด

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford แสดงความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่า ความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดแบบแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือ Wild Idea เป็นการคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม อาจเป็นความคิดที่นำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงแล้วประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น ซึ่งเกี่ยวกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

2. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์ และระบบ

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง การคิดได้หลายแบบ ได้หลายประเภทอย่างเป็นอิสระและกว้างขวาง มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ซ้ำกัน ดังนั้นจะเห็นว่า ความคิดยืดหยุ่นเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องตัว มีความแปลกแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อน หรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่ และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเกี่ยวกับผลของการคิดเรื่องจำพวก และการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดรายละเอียด เพื่อตกแต่ง หรือขยายความคิดริเริ่มให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

2.1.2 ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ

ทฤษฎีนี้กำลังได้รับความสนใจโดยทั่วไป เพราะเป็นความรู้ใหม่เกี่ยวกับการทำงานของสมองมนุษย์ มีการเริ่มต้นศึกษาและทดลองโดยกลุ่มนักจิตวิทยาคลินิค ซึ่งมีพื้นฐานแนวความคิดเบื้องต้นว่า เผ่าพันธุ์ของมนุษย์ปัจจุบันอยู่รอดสืบเชื้อสายมาถึงเราได้ ก็เพราะมีมันสมองอันเชี่ยวชาญ ถ้ามนุษย์มีสมองแบบพอใช้ได้ก็คงจะสูญพันธุ์ไปหมดแล้ว ความเชี่ยวชาญของมนุษย์เกิดขึ้น เพราะมนุษย์มีสมองที่แบ่งหน้าที่กันเป็นสองส่วนหรือมีสองสมองนั่นเอง (ประมวล, 2527)

การคิดของคนเราโดยทั่วไปแบ่งเป็นสองลักษณะคือ การคิดสร้างสรรค์และการคิดตามเหตุผล แนวคิดดังกล่าวนี้มาจากการศึกษาเรื่องการทำงานของสมองที่ชี้ให้เห็นว่า สมองแบ่งออกเป็นสองซีก คือ สมองซีกซ้าย และสมองซีกขวา สมองซีกซ้ายจะเป็นแหล่งความคิดด้านเหตุผล การวิเคราะห์ การคิดคำนวณ และสมองซีกขวาจะเป็นแหล่งความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการการสร้างสรรค์ให้พัฒนาเกิดความเป็นจริงขึ้นมา ทั้ง ๆ ที่ความคิดทั้งสองลักษณะนี้มีความสำคัญด้วยกันทั้งคู่ดังเปรียบเทียบให้เห็นตามตารางที่ 1 (ศิริวรรณ, 2527) นอกจากนี้ประมวล (2527) ได้อธิบายถึงการทำงาน และลักษณะของสมองทั้งสองซีก สมองมนุษย์ไม่เหมือนกันทั้งสองซีก หากแต่มีซีกหนึ่งมีอิทธิพลควบคุมอีกซีกหนึ่ง สุดแต่คนนั้นจะใช้ซีกขวาหรือซีกซ้ายมากกว่ากัน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะความคิดสร้างสรรค์ และความคิดด้านใช้เหตุผล

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. ให้ความสำคัญกับเรื่องที่ไม่ชัดเจนและไม่น่าเป็นไปได้	8. ให้ความสำคัญกับสิ่งที่เห็นได้ชัดเจน

ที่มา : ศิริวรรณ (2527)

จากการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า การคิดทั้งสองแบบมีความสำคัญเท่า ๆ กัน แต่จะใช้ตามวาระและโอกาสที่แตกต่างกัน เช่น เมื่อต้องการกระตุ้นความคิดหรือหาวิธีการใหม่ ๆ จนหาแนวทางในการพัฒนา ก็จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นหลัก ในขณะที่เมื่อต้องการตัดสินใจต้องการพิสูจน์ ต้องการแปลความหมายหรือหาคำตอบจากข้อมูล ก็ต้องใช้การคิดด้านเหตุผลเป็นแนวทาง

ทฤษฎีความคิดสองลักษณะนี้ จึงเป็นอีกทฤษฎีหนึ่งที่เป็นพื้นฐานแนวความคิดในการพัฒนา และวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาของบุคคล

เกียรติวรรณ (2529) ได้กล่าวถึงสมองซีกซ้าย และซีกขวากับการพัฒนาความคิดไว้ดังนี้

สมองของคนเรานั้นมีสองซีก รูปร่างคล้ายกัน สมองซีกซ้ายจะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกขวา และสมองซีกขวาจะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกซ้าย สมองทั้งสองส่วนรับรู้การทำงานซึ่งกันและกัน

สมองแต่ละซีกจะมีหน้าที่การทำงานตามวิถีทางแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยสมองซีกซ้ายเป็นส่วนที่คิดและมีการทำงานที่ออกมาเป็นรูปธรรม เช่น การนับจำนวน การบอกเวลา การสรรหาถ้อยคำ การยกหาเหตุผล กฎเกณฑ์ การวิเคราะห์ การวางแผน ส่วนสมองซีกขวาทำหน้าที่จินตนาการ ใฝ่ฝัน สร้างสรรค์ความคิดแบบแปลก ๆ ใหม่ ๆ (การให้ความคิดเชิงเทียบเคียง) หรือการซึมซาบในดนตรีและศิลปะ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ ของคนเราเกิดจากการ

ทำงานของสมองซีกขวานี้เอง เช่น การค้นพบของ Archimedes ก็เกิดจากการทำงานของสมองซีกขวา และแสดงให้คนอื่นทราบได้ด้วยการทำงานของสมองซีกซ้าย การทำงานของสมองแต่ละซีกพอจะแยกแยะออกได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการทำงานของสมองซีกซ้าย และสมองซีกขวา

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
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. โน้มเอียงเข้าหากฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์	7. โน้มเอียงหากฎเกณฑ์ของศิลปะและดนตรี

ที่มา : เกียรติวรรณ (2529)

สมองแต่ละซีกรับรู้ความเป็นไปของโลกภายนอก ผ่านทางอวัยวะรับรู้ทางประสาทชุดเดียวกัน แต่สมองทั้งสองส่วนทำงานต่างกันอย่างมาก ขณะที่สมองซีกซ้ายทำหน้าที่พูดคุย ใช้เหตุผล วางกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวต่าง ๆ สมองซีกขวากำลังชื่มชาบอยู่ในโลกของความคิด และจินตนาการที่ไม่อยู่ในขอบเขตของกาลเวลา

ยุพา (2530) ได้กล่าวถึง สมองซีกซ้ายและซีกขวากับการพัฒนาความคิดพอสรุปได้ว่า การวิจัยเกี่ยวกับการทำงานของสมองในซีกซ้ายและซีกขวาของคนเรามีมานานนับกว่า 100 ปีมาแล้ว และพบว่า สมองทั้งสองซีกทำงานต่างกัน ศูนย์กลางการทำงานเกี่ยวกับการพูดของคนเรานั้นอยู่ในบริเวณ Contex ส่วนหน้าซีกซ้าย นักประสาทวิทยาได้ศึกษาต่อไปยังบริเวณอื่นของสมอง โดยทั่วไปทั้งหมดว่า มีการทำงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์อย่างไร พบว่า สมองของมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ซีกซ้ายและซีกขวา ซึ่งทำงานแตกต่างกัน สมองซีกซ้ายการทำงานส่วนใหญ่เกี่ยวกับการใช้วาจาแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน การคิดคำนวณ และการใช้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ และการคิดต่อเนื่องกันเป็นแนวเส้น ส่วนการทำงานของสมองซีกขวานั้นเกี่ยวข้องกับการสร้างจินตนาการ การคิดแบบนามธรรม ศิลปดนตรีและการใช้จิตสำนึกอย่าง

ลึกซึ้ง ทำให้มีการคิดลึกซึ้งในแง่ความเป็นคน และมีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ อย่างราบรื่น ต่อเนื่อง และมักมีอากัปกิริยาการเคลื่อนไหวไปตามทำนอง

จากการศึกษาในเรื่องการทำงานของสมองดังกล่าว ทำให้สรุปได้ว่า ความคิดทั่ว ๆ ไป มีสองลักษณะ คือ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะอยู่ในสมองซีกขวา ส่วนการคิดตามเหตุผลจะอยู่ในสมองซีกซ้าย สมองทั้งสองซีก จะทำหน้าที่ในการคิดแตกต่างกัน ถ้าหากรวมพลังสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาเข้าด้วยกัน ย่อมทำให้เกิดผลสำเร็จดีกว่าเกิดจากพลังสมองเพียงด้านเดียว

2.1.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสถิติปัญญาของ Guilford ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่า ลักษณะการคิดอเนกนัย หรือการคิดแบบกระจาย (Divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย (อารี, 2532)

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลง และประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ๆ ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ ก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น

ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะของความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิม กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตนเอง บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ คิดเรื่อง และคิดฝันจากจินตนาการ หรือที่เรียกว่า เป็นความคิดจินตนาการประยุกต์ คือ ไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน

พฤติกรรมด้านความคิดริเริ่ม ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดริเริ่มมักจะไม่ชอบความจำเจซ้ำซาก แต่จะชอบปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงให้งานของเขามีชีวิตชีวา และมีความแปลกใหม่ขึ้นกว่าเดิม เขาจะเป็นบุคคลที่มีความศรัทธาที่จะทำงานที่ค่อนข้างยากซับซ้อน อาศัยความสามารถสูงให้สำเร็จ และเขาจะเป็นบุคคลที่มุ่งมั่นและมีสมาธิแน่วแน่ในการงานของตน โดยไม่เห็นแก่สินจ้าง และรางวัล แต่เป็นการทำงานที่เกิดจากแรงจูงใจภายใน หรือความศรัทธาและพอใจที่จะทำงานนั้น ๆ

ดังนั้น พฤติกรรมของบุคคลที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงมักเป็นบุคคลที่กล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าทดลอง กล้าเสี่ยง และเล่นกับความคิดของตนเอง เขาจึงเป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตนเอง และมีความเชื่อมั่นในตนเอง จะไม่ขลาดกลัวต่อสิ่งที่ลึกลับ ประหลาด หรือคลุมเครือ แต่กลับยั่วยุและท้าทายให้อยากลองและรู้สึกพอใจ และตื่นเต้นที่จะเผชิญหน้ากับสิ่งเหล่านั้น จัดว่าเป็นบุคคลที่มีสุขภาพจิตดีทีเดียว

จากการศึกษาวิจัยของ Weisberg และ Springer พบว่า ลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความคิดริเริ่มสูงจะมีความรู้สึกดีเกี่ยวกับตนเอง มักเป็นเด็กที่ระลึกถึงสิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย เป็นคนมีอารมณ์ขัน มีความเป็นอิสระ มีความรู้สึกไว ช่างสังเกต มีความคิดแปลกใหม่ ชอบการผจญภัยเสี่ยง มีนิสัยอยากรู้อยากเห็น ไม่ยอมคล้อยตามความคิดเห็นของคนอื่น ๆ อย่างง่าย ๆ (Nonconfirmist)

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ จากการวิจัยพบว่า บุคคลที่มีความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออกสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์สูง

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถหาสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้ ซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที เป็นต้น

ความคล่องแคล่วในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ความคิดคล่องแคล่วนับว่าเป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด ก่อนอื่นจึงจำเป็นต้องคิดออกมาให้ได้มากหลายอย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกันว่า ความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด และให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ใช้ เวลา การลงทุน ความยากง่าย บุคลากร เป็นต้น

ความคิดคล่องตัว นอกจากจะช่วยให้เด็กได้เลือกคำตอบที่ดี และเหมาะสมที่สุดแล้ว ยังช่วยจัดหาทางเลือกอื่น ๆ ที่อาจจะเป็นไปได้ให้อีกด้วย

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิดแบ่งออกได้ดังนี้

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นได้ทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ เช่น คนที่มีความยืดหยุ่นในด้านนี้ จะคิดได้ว่าประโยชน์

ของก้อนหินมีอะไรบ้างหลายอย่าง ในขณะที่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดได้เพียงด้านเดียวหรือสองอย่างเท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการคิดดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน ตัวอย่างเช่นในข้อ 1 ในเวลา 5 นาที ท่านลองคิดว่าท่านสามารถจะใช้หวายทำอะไรได้บ้าง คำตอบ กระบุง กระจาด ตะกร้า ชะลอม กรอบรูป กี๊บเสียบผม ด้ามไม้เทนนิส ไม้แบดมินตัน เป็นต้น หรือหากนำเอาคำตอบดังกล่าวมาจัดเป็นประเภทก็จะจัดได้ 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 เฟอร์นิเจอร์ ตู้ เตียงนอน โต๊ะ เก้าอี้ โซฟา

ประเภทที่ 2 เครื่องใช้ กระบุง กระจาด ตะกร้า กระออม

ประเภทที่ 3 เครื่องกีฬา ตะกร้อ ด้ามไม้เทนนิส ด้ามไม้แบดมินตัน

ประเภทที่ 4 เครื่องประดับ กี๊บเสียบผม

ประเภทที่ 5 เครื่องเขียน กล่องใส่ดินสอ

เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่า ความคิดยืดหยุ่นจะเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่วมีความแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อน หรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้น ด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น นับได้ว่าความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น เป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ คือ ได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ตลอดจนสามารถเตรียมทางเลือกไว้หลาย ๆ ทาง ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดส่งเสริมคุณภาพให้ดี

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) แม้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะประกอบด้วยลักษณะความคิดหลายลักษณะ เช่น ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่องตัว แต่ลักษณะความคิดละเอียดลออก็จะขาดเสียไม่ได้ หากปราศจากความคิดละเอียดลออแล้ว ก็ไม่อาจทำให้เกิดผลงาน หรือผลิตผลสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ และตรงจุดนี้ที่เป็นจุดสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่เรามุ่งเน้นผลผลิตสร้างสรรค์เป็นสำคัญด้วย

Kneller (อ้างถึงใน อารี, 2532) กล่าวว่า ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จและยังขยายความอีกว่า ความคิดสร้างสรรค์จึงไม่เพียงแต่ประกอบด้วยสิ่งแปลกใหม่แต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ในความแปลกใหม่ความใหม่และความพิเศษนั้น จะต้องตระหนักถึงความสำเร็จอย่างสร้างสรรค์ด้วย ดังนั้นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นบุคคลที่มีความคิดใหม่ พยายามคิดและประสานความคิดติดตามให้ตลอดหรือให้เกิดความสำเร็จด้วย ตัวอย่างเช่น บุคคลที่มีท่าทีว่าจะเป็นกวีนั้น เขาไม่เพียงแต่ชอบและคิดในเรื่องของความงดงามของบทกลอนเท่านั้น แต่เขาจะต้องพยายามสร้างผลงานบทกวีขึ้นมาด้วย หรือหากบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ในทางทักษะการประดิษฐ์ต่าง ๆ แทนที่เขาจะเล่นเฉย ๆ กับลวด เขาก็จะคิดสร้างมันให้เป็นวิทยุขึ้นมาได้

2.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

2.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเพิ่มขึ้นเท่านั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายทัศนะ ผู้วิจัยจึงขอเสนอความหมายของความคิดสร้างสรรค์ โดยอ้างอิงจากแนวคิดของนักการศึกษา และนักจิตวิทยาดังนี้

Taylor (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดย้อนกลับโดยนำสิ่งของหรือความรู้ต่าง ๆ ซึ่งดูเหมือนว่าไม่มีความสัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ และเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดจากภายใน และร่วมกันใช้ความคิดเหล่านั้นเพื่อให้เกิดความคล่องตัว และความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นเป็นการพิจารณาปัญหาได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่

สุวิมล (2522) สรุปความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถระดับสูงทางสมองของคนที่สามารถคิดแบบอเนกนัย มีความคิดริเริ่ม มีแนวโน้มที่จะค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และความสามารถด้านนี้มีในตัวของคนทุกคน แต่อยู่ในระดับที่แตกต่างกัน ตลอดจนสามารถส่งเสริม และพัฒนาสมรรถภาพด้านนี้ด้วย

กรมการฝึกหัดครู (2523) ได้ให้คำจำกัดความว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะของความคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดหลายทิศทางที่นำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิด และการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จในด้านการคิดค้นพบทฤษฎีต่าง ๆ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

ทัศนีย์ (2526) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดหลายแนวทาง มีลักษณะพิเศษ 3 อย่าง คือ

ความคล่องในการคิด หมายถึง การคิดหาคำตอบของปัญหาได้มากในเวลาจำกัด

ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถคิดคำตอบแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร

Brandwein (อ้างถึงใน อุดร, 2527) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นการแยกประสบการณ์ความรู้เดิมสร้างเป็นความรู้ใหม่ หรือผลผลิตใหม่ในรูปแบบ และวิธีการที่มีความหมาย

อารีย์ (2532) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งรวมทั้งสิ่งประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้มิใช่แต่เพียงคิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้นหากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้

Torrance (อ้างถึงใน นงลักษณ์, 2529) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหา หรือสิ่งที่บกพร่องที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน และการทำการทดสอบสมมติฐานแล้ว เผยแพร่ผลที่ได้ให้แก่ผู้อื่นได้รับรู้ เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลิตผลใหม่ หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ โดยสรุปว่าจะต้องประกอบด้วยกระบวนการของการคิด มี 4 ขั้น คือ

1. ความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. การคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้
3. การทดสอบสมมติฐานนั้น
4. การที่ได้ผลลัพธ์ออกมา

Guilford (อ้างถึงใน มารศรี, 2530) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไปในทางที่เกี่ยวข้องกับความคิดแบบอเนกนัย (ความคิดหลายแนวทาง) คือ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองเป็นความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบของปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัด ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง และความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาสิ่งที่แปลกใหม่ ซึ่งจะได้คำตอบที่ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่ม

McCandless (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) มองความคิดสร้างสรรค์ในแง่ของกระบวนการและผลผลิตว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการ และผลิตผลในแง่ของการสร้างสรรค์ สามารถพิจารณาในรูปของการคิดอย่างซับซ้อนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน ทักษะในการสื่อความคิดของตนต่อคนอื่น แกนของคำจำกัดความในแง่กระบวนการประกอบด้วยความคล่องในการโยงความสัมพันธ์ และความเป็นเอกลักษณ์ ซึ่งเป็นตัวประกอบของความคิดอเนกนัย หรืออาจพิจารณาการสร้างสรรค์ในรูปของผลิตผลที่แปลกใหม่ หรือมีความคิดริเริ่มเป็นที่ยอมรับ มีประโยชน์ มีความหมาย และมีคุณค่าต่อผู้สร้างต่อวัฒนธรรมข้อตกลงเบื้องต้นของเขามีดังนี้

1. การสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมทางสติปัญญา สามารถแสดงออกได้หลายทางในระดับต่างกัน

2. ทุกคนมีความสามารถทางสร้างสรรค์ จะต่างกันที่ความสามารถนั้นมีมากหรือน้อยต่าง กันเท่านั้น

3. ความสามารถในทางสร้างสรรค์ สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ภายใต้เงื่อนไขบางประการ

4. ความสามารถในทางสร้างสรรค์ เป็นส่วนที่มีคุณค่าต่อพัฒนาการของมนุษย์ควรได้รับ การสนับสนุนและกระตุ้นให้เกิดขึ้นในโรงเรียน

5. ความสามารถทางสร้างสรรค์จะมีลักษณะเด่น คือ ความคิดอเนกนัย (Divergent thinking) ซึ่งต่างจากความคิดเอกนัย (Convergent thinking)

กรมวิชาการ (2532) สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการมองความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งที่เร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป และความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคล่องในการคิดความยืดหยุ่นและความคิดที่เป็นตัวเองโดยเฉพาะหรือความคิดริเริ่ม

กัมปนาท, 2534 สรุปได้ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่รู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น การคาดคะเน หรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานั้นการทดสอบสมมติฐาน และการได้ผลลัพย์ออกมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์นั้น เป็นการคิดหาคำตอบหลายแง่หลายมุม ในบางครั้งอาจจะใช้จินตนาการเข้าช่วย เพื่อจะได้ค้นพบวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร และจะต้องเป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ หรือความคิดอเนกนัย ที่ประกอบด้วย ความคล่อง

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดหลายแนวทางมีลักษณะพิเศษคือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่มอันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการดัดแปลง ปรุงแต่ง จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งสิ่งประดิษฐ์ คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

2.2.2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ น่าจะพิจารณาจากคำว่า "ความคิดสร้างสรรค์" กับ "วิทยาศาสตร์" คำว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความหมายกว้าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนวิทยาศาสตร์แต่เดิมนั้น หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมนุษย์สามารถที่จะพบความจริงในธรรมชาติได้ (สุวัฒน์, 2517) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงได้จากการค้นคว้าหาสาเหตุและผลในแง่มุมต่าง ๆ จนเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบความจริงแล้ว ต่อมาความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

เป็นไปอย่างรวดเร็ว เป็นการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ อย่างกว้างขวางจึงทำให้ มองความหมายของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไป ดังที่ Carin (อ้างถึงใน สุวัฒน์, 2517) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไหม่ว่า "วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ผ่านการทดสอบยืนยันมาแล้ว และสะสมไว้อย่างมีระบบ รวมทั้งกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าความรู้นั้นด้วย"

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงได้จากการเอาความหมายของความคิดสร้างสรรค์กับวิทยาศาสตร์มารวมกัน นักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

นฤมล (2522) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นกระบวนการ และผลผลิตว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงวิธีการคิดแบบหนึ่ง ซึ่งแสดงความสามารถที่จะเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในจักรวาลได้อย่างลึกซึ้งในแนวใหม่ สามารถที่จะเสนอความคิดต่าง ๆ เพื่อพัฒนาโมเดล (Model) ใหม่ ซึ่งสามารถอธิบายในการแก้ปัญหาโดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

Eisner (อ้างถึงใน นฤมล, 2522) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดริเริ่ม และจินตนาการ ซึ่งต้องเกิดขึ้นพร้อมกันเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดที่เป็นการริเริ่ม และเป็นการพัฒนาผลิตผลใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์

Piltz และ Sund (อ้างถึงใน สุปรียา, 2522) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ แต่แตกต่างตรงข้อปลีกย่อยที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการคิด และการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มแล้ว ยังเน้นความคิดริเริ่มในการพัฒนาเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่ ๆ และความมีคุณค่าอีกด้วย

สุมาลี (2525) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในความคิด ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาโดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

มารศรี (2530) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่คิดได้หลายแนวทาง เป็นความคิดที่ก่อให้เกิดผลผลิตแปลก ๆ ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ หรือการปรับปรุง ดัดแปลง เพื่อพัฒนาผลผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และมีคุณค่าสามารถรวบรวมความคิดมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยการคิดนั้นต้องอาศัยความรู้ หลักการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ความสามารถในการคิดดังกล่าวประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความยืดหยุ่นและความคล่องในการคิด

Moravesik (อ้างถึงใน ประจิต, 2530) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ คุณลักษณะซึ่งเปิดโอกาสให้เกิดความคิด และขั้นตอนที่แปลกใหม่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์และจุดประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำให้เกิดความคิดใหม่ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การตั้งทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การทดลองใหม่เพื่อพิสูจน์กฎธรรมชาติ การพัฒนาความรู้ ความคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประยุกต์ใช้เฉพาะด้านได้อย่างเหมาะสมและน่าสนใจ วิธีที่แปลกใหม่เกี่ยวกับการวางโครงการและแผนงานโดยละเอียด สำหรับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และแนวทางดำเนินการ เพื่อถ่ายทอดทัศนะทางวิทยาศาสตร์ไปสู่สาธารณชน

ประจิต (2530) ได้ให้ความหมายของคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลองมาใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะหลายแนวทางต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหา การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การทดลองที่แปลกใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติแล้วเผยแพร่ให้คนอื่นรู้ ตลอดจนปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ผลผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพกว่าเดิมมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

กัมปนาท (2534) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำแนวคิดการกระทำ หรือผลจากการเรียนรู้ ตลอดทั้งหลักการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลองมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีลักษณะเป็นความคิดหลายแนวทาง เป็นความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร หรือได้ผลผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพกว่าเดิม ความสามารถในการคิดดังกล่าวประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาทั้งหลายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะนำแนวคิดจากการเรียนรู้ตลอดจนหลักการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์และมีความคิดหลายแนวทาง เป็นความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร ความสามารถดังกล่าวประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

2.3 การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

สำหรับงานด้านการสอน ครูมีหน้าที่และความรับผิดชอบโดยตรงในการสอนเด็กให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดี การสอนการคิดสร้างสรรค์เช่นเดียวกัน มุ่งเน้นการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก ทัศนคติ และการพัฒนาตน

เองให้เป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นการสอนให้เด็กรู้จักการคิด การแสดงความรู้สึก และการแสดงออกในวิถีทางของความคิดสร้างสรรค์

Bernard (อ้างถึงใน สุวิมล, 2522) กล่าวว่า ครูจะชักชวนให้นักเรียนเข้าสู่บรรยากาศแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้สำรวจและค้นพบโดยการคิดอ่าน และทดลองด้วยตนเอง ลักษณะของบทเรียนที่สอนก็ควรจะเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ครูและนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

Garin และ Sund (อ้างถึงใน สุวิมล, 2522) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนของครูเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดังนี้

1. วางแผนการสอนระยะยาว พร้อมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์ให้แน่ชัดว่าจะสอนให้นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นก็คิดวิธีสอนสรรหากิจกรรมที่จะส่งเสริมดังกล่าว

2. มีการเสริมกำลังใจแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนได้สร้างสรรค์ผลงานขึ้น ไม่แสดงอาการเยาะเย้ย หรือดูถูกแนวความคิดหรือข้อสรุปของนักเรียน

3. ยอมรับสนับสนุนและให้กำลังใจแก่นักเรียน ที่มีความคิดแตกต่างไปจากเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน

4. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้เขาได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา

5. สร้างทัศนคติที่ว่า "พยายามแล้ว เกิดพลาดดีกว่าไม่มีความพยายามเสียเลย"

6. พยายามให้ทุกคนตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนในชั้น

7. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

8. ให้นักเรียนได้เลือกว่าจะเรียนรู้ในเรื่องใด ทำไมต้องการจะเรียนรู้ในเรื่องนั้น และให้ออกแบบการทดลองที่เหมาะสม

9. พยายามที่จะเข้าใจคำพูดของนักเรียนโดยไม่คิดว่าครูลองภูมิ

10. ไม่เน้นการทำงานเป็นทีมมากเกินไป ให้นักเรียนทำงานตามลำพังบ้าง

11. กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งสมมติฐาน

12. แสดงผลงานที่เกิดจากความคิดอย่างสร้างสรรค์เพื่อนักเรียนคนอื่นจะได้พยายามบ้าง

13. ให้นักเรียนได้ค้นพบตัวเองแทนที่ครูจะบอกทุกสิ่งทุกอย่างให้นักเรียนท่องจำ

Washton, Sund และ Trowbridge, และ Romey (อ้างถึงใน นฤมล, 2522) มีความเห็นตรงกันว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะความ

รู้โดยใช้การทดลอง (Inquiry through laboratory work) โดยเน้นการทดลองแบบไม่กำหนดทิศทาง หรือการทดลองแบบเปิด (Open-ended experiment) ให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาพิสูจน์ด้วยตนเอง

โรงเรียนจะช่วยให้ครูเป็นแม่พิมพ์ใหม่ได้เร็วขึ้น โดยจัดการฝึกอบรม สัมมนา หรือการประชุมเชิงปฏิบัติการในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ การได้รับฟัง ได้เห็นวิธีการที่ถูกต้องและได้ทดลองปฏิบัติย่อมจะทำให้ครูพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเองได้เร็วขึ้น ผลดีก็จะตกอยู่กับนักเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายที่สำคัญที่สุด ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับตัวครูในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์มีดังต่อไปนี้ (สุวิมล, 2522)

1. ควรหาโอกาสที่จะอ่านวารสาร บทความทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะทราบถึงการเปลี่ยนแปลง การค้นพบใหม่ ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีสอน
2. เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับจิตวิทยาการสอนในวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัย
3. หาโอกาสศึกษาต่อหรือเข้าร่วมในการประชุมเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดห้องเรียนเพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรมีสิ่งดังต่อไปนี้

1. จัดห้องเรียนให้เอื้ออำนวยและกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมในทางสร้างสรรค์
2. จัดแฟ้มเอกสาร มีหนังสือตำราให้นักเรียนได้ค้นคว้า มีอุปกรณ์ให้เพียงพอสำหรับการทดลองของบทเรียน โดยมีอุปกรณ์นั้น ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีราคาแพง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกเวลาที่ต้องการ

James (อ้างถึงใน อารี, 2532) สรุปว่า สภาพที่ช่วยให้เกิดความริเริ่มสร้างสรรค์นั้นต้องประกอบด้วย

1. สภาพที่เสริมด้านปัญญา ครูต้องรอบรู้ในวิชาที่สอนและวิชาการศึกษาให้มาก ควรต้องหัดคิดหาทางแก้ปัญหาแปลก ๆ ใหม่ ๆ การตัดสินใจ การค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น วิธีหนึ่งที่ทำได้คือ การตั้งคำถามประเภท ทำไม อย่างไร บ่อย ๆ ต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและหาคำตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
2. สภาพที่จะส่งเสริมทางกาย ครูสามารถหาความรู้และความช่วยเหลือจากห้องสมุดจากฝ่ายโสตทัศนูปกรณ์ของโรงเรียนและจากการสะสมอุปกรณ์การเรียนการสอนของครูเอง ในกรณีนี้ครูจะต้องขยันออกติดต่อกับคนทั้งนอกและในโรงเรียน
3. สภาพที่ส่งเสริมทางสังคมและอารมณ์ ก่อนอื่นครูต้องมั่นใจในการกระทำของตนเองว่าถูกต้องสามารถเข้ากลุ่มกับครูหรือคนที่ชอบทำงานได้ และเป็นคนริเริ่มสร้างสรรค์

ท 64554
หอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จ1
LB
ส76ก

ผู้บริหารโรงเรียนอาจส่งเสริมให้ผู้สอนสอนแบบริเริ่มสร้างสรรค์โดยการแสดงให้เห็นว่า ผู้บริหารมีความสนใจและเชื่อเรื่องความคิดสร้างสรรค์ และสนับสนุนให้ครูทดลองใช้วิธีสอนแบบใหม่

4. สภาพที่จะส่งเสริมด้านการศึกษา ครูต้องพัฒนาคุณสมบัติของผู้เรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ เป็นคนที่มองปัญหาเร็วและอยากแก้ไข เป็นคนมีสมาธิ เป็นคนที่ชอบหาประสบการณ์ให้ตนเอง เป็นคนที่ยอมรับและเผชิญข้อขัดแย้ง และความยุ่งยากมากกว่าที่จะหลบเลี่ยง และจะต้องเป็นคนที่มีกำลังใจ กำลังกายพร้อมที่จะเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงทุกวัน

ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ควรจัดหลักสูตร และกิจกรรมเพื่อให้เด็กเกิดความเข้าใจ รู้จักคิด คิดเป็น และสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จและส่งเสริมให้เด็กได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ ครูควรปรับปรุงวิธีสอนและยืดหยุ่นเนื้อหาวิชาในลักษณะดังต่อไปนี้ (อารี, 2532)

1. ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับให้เด็กทำตามคำสั่งของครูอยู่ตลอดเวลา เช่น การให้ฝึกวาดภาพตามแบบที่ครูกำหนดให้

2. ส่งเสริมให้เด็กเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถามและตอบคำถาม หรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น

3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลก ๆ ใหม่ ๆ ของเด็ก และยอมรับความคิดแปลก ๆ ของเด็ก

4. แสดงให้เห็นความคิดของเด็กมีคุณค่า และเป็นประโยชน์ โดยการให้กำลังใจชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์

5. ส่งเสริมให้เด็กมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลก ๆ ของเด็กแล้วก็ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ความคิดของเด็ก

6. ส่งเสริมให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สำรวจ ค้นคว้า ทดลองด้วยความสนใจของตนเอง มิใช่เพื่อหวังคะแนนที่จะได้รับ

7. กระตุ้นให้เด็กมีบุคลิกภาพสร้างสรรค์ด้านการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

8. ส่งเสริมให้เด็กประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่องและชมเชย

9. ขจัดความกลัวและความก้าวร้าวของเด็ก สร้างความเชื่อมั่น และความมั่นคงปลอดภัยแก่เด็ก

อารี (2532) ได้เสนอวิธีการสอนของครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ควรจะคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. การแสดงออกทางด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก สามารถแสดงออกทางกิจกรรมต่าง ๆ ได้

2. การสร้างบรรยากาศความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระ ไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดเกินไป และควรส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนรู้จักการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. การสอนความคิดสร้างสรรค์ จะต้องสอนต่อเนื่องกันไปเป็นส่วนสำคัญ ในทางตรงได้แก่ การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ในทางอ้อม ได้แก่ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนความเข้าใจเรื่องพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ระดับความสามารถในการแสดงออก

4. สนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดหลาย ๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์

5. เน้นสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความสามารถ อันนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ เช่นส่งเสริมความคิดริเริ่ม เป็นต้น ตลอดจนใจไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียน ให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันตลอด

6. อย่าพยายามหล่อหลอม หรือกำหนดแบบให้นักเรียน คิดและมีบุคลิกภาพเหมือนกันหมดทุกคน แต่ควรสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ตลอดจนความคิดและวิธีการแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วย

7. อย่าเข้มงวดกวดขัน หรือยึดมั่นอยู่กับจารีตประเพณี ซึ่งยอมรับการกระทำหรือผลงานอยู่เพียงสองสามอย่างเท่านั้น สิ่งนอกเหนือไปจากระเบียบเป็นสิ่งที่ผิดหมด

8. อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะผลงานหรือการกระทำที่ได้มีผู้ทดลองทำและเป็นที่ยอมรับกันแล้ว ผลงานแปลก ๆ ใหม่ ๆ ก็น่าจะมีโอกาสได้รับรางวัลหรือคำชมเชยด้วย

9. ครูจำเป็นต้องพัฒนาตนเอง ให้เป็นผู้มีบุคลิกภาพในทางสร้างสรรค์ก่อน มิเช่นนั้นแม้ว่าครูจะมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ และทฤษฎี เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เพียงใด ก็ไม่อาจจะทำให้กระบวนการเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ ตามความมุ่งหมายของการสอนและไม่อาจสอนให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

การจัดบรรยากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ บรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับ และกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปราย นักเรียนจะต้องมีอิสระที่จะสร้างสรรค์ ความสนใจ ดังที่ Roger (อ้างถึงใน อารี, 2532) ใช้คำว่า ความปลอดภัยทางจิต (Psychological safety) และความคิดเป็นอิสระทางจิต (Psycholgical freedom) ซึ่งหมายถึง การยอมรับความเป็นคนของแต่ละคน และความเป็นปกติวิสัยของคนผู้นั้นในทางความคิด

Smith และ hildreth (อ้างถึงใน อารี, 2532) มีความเห็นสอดคล้องกันอย่างยิ่งในเรื่องบรรยากาศว่า บรรยากาศในโรงเรียนและห้องเรียนมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก

มาก ห้องเรียนที่เด็กสามารถแสดงออกซึ่งความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเองโดยเฉพาะได้เต็มที่ และนักเรียนรู้สึกอิสระไม่ถูกควบคุม ด้วยระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป รวมทั้งมีการส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนได้รู้จักแก้ปัญหา ย่อมเป็นห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Maith (อ้างถึงใน อารี, 2532) ก็ได้สนับสนุนว่าสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุดที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็กก็ได้แก่บรรยากาศที่เหิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

Davis (อ้างถึงใน อารี, 2532) ได้กล่าวย้ำถึงการเสริมสร้างหรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็กว่า คือ การช่วยให้เด็กได้ค้นพบความคิดใหม่ ๆ และสามารถพัฒนาศักยภาพนั้นให้เจริญเต็มที่ตามขีดความสามารถ และเขาไม่เห็นด้วยกับการที่โรงเรียนจัดให้นักเรียนเรียนวิชาต่าง ๆ มากมาย ทั้งนี้เพราะองค์ประกอบที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวนักเรียนนั้นอยู่ที่เทคนิคและวิธีการสอนของครู ซึ่งวิธีการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ก็มีเพียงบางวิธีเท่านั้น ดังนั้นขึ้นอยู่กับครูที่จะเลือกใช้เทคนิคและวิธีสอนที่จะกระตุ้นส่งเสริม และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้งอกงามขึ้น

Ankey และ Sayre (อ้างถึงใน อารี, 2532) ได้เสนอแนะจุดเริ่มต้นในการปฏิบัติของครูที่จะช่วยให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. สร้างความมั่นใจให้แก่นักเรียนในวันแรกของการเข้าชั้นเรียน โดยครูให้การยอมรับในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. ประเมินและให้รางวัลในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
3. ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตอบสนองกระตุ้นให้นักเรียนได้ซักถาม และอภิปรายอย่างอิสระ ซึ่งอาจจะใช้เกมต่าง ๆ เข้าช่วย
4. ขจัดเงื่อนไขสิ่งแวดล้อม เช่น ลักษณะการจัดโต๊ะที่ต้องจัดให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยตายตัว อยู่ในห้องเรียนนักเรียนต้องไม่ส่งเสียงพูดคุยกัน เป็นต้น
5. เน้นกระบวนการทางความคิด ความจริง และสังกับทางวิทยาศาสตร์ และสิ่งสำคัญคือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ และการตั้งสมมติฐาน
6. จัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมให้แก่นักเรียน
7. ให้ความสนใจต่อทุกคำถามของนักเรียน แม้คำถามเหล่านั้นจะนอกเรื่องไปบ้าง ก็ควรอนุญาตให้นักเรียนได้ใช้ความคิด
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง
9. พยายามส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในการคิดของตนเอง
10. แนะนำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน

11. ให้นักเรียนรายงานถึงตัวอย่างของความคิดสร้างสรรค์ที่เคยอ่านหรือมีประสบการณ์มา

12. จัดการเรียนการสอนโดยวิธีใหม่ ๆ ซึ่งแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ของครู และพยายามจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดแบบอเนกนัย

13. พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู

ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนครูเป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งบุคลิกภาพของครูจะต้องเอื้ออำนวยต่อการส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วย กรมการฝึกหัดครู (2523) ได้เสนอแนะลักษณะของครูที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. มีทัศนคติที่ดีและยอมรับว่าเด็กทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์คิดละเอียดลออ รวมทั้งจัดประสบการณ์กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก

2. ตระหนักอยู่เสมอว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะและจำเป็นยิ่งและสามารถเกิดขึ้นได้ทุกโอกาส

3. รู้คุณค่าของตนเอง และพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นอยู่เสมอ

4. มีความกระฉับกระเฉง คล่องแคล่วว่องไวในการทำงาน

5. มีความรู้ความสามารถและสติปัญญา พร้อมที่จะค้นคว้าความสำเร็จแปลก ๆ ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

6. มีความอดทนอดกลั้น ไม่ท้อแท้ เมื่อประสบปัญหาที่ยุ่งยากและสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้สำเร็จ

7. มีอิสระในการสร้างบรรยากาศที่จะอำนวยให้เด็กเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ทุกโอกาส

8. มีการปรับปรุงตนเองในด้านการสอน การสมาคมกับผู้อื่นพร้อมทั้งมีความสนใจต่อเหตุการณ์รอบตัวเอง

9. ยอมรับฟังความคิดเห็นแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากคนอื่น ไม่ตำหนิติเตียนหรือหาว่าเป็นความรู้นอกลู่นอกทาง

การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า

1. ในการสอนแต่ละครั้งควรมีการวางแผนล่วงหน้าให้ชัดเจน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ในบางครั้งควรฝึกให้นักเรียนได้ค้นคว้า หรือแก้ปัญหาด้วยตนเองให้แรงเสริม และไม่เข้มงวดเกินไป

2. ควรใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

3. ครูควรศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์อยู่เสมอ

4. หลักสูตรและกิจกรรมที่จัดควรมีลักษณะยืดหยุ่นไม่ตายตัว

5. การสร้างบรรยากาศในโรงเรียนและห้องเรียนที่ดี ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

6. บุคลิกภาพของครูที่มีส่วนส่งเสริมความสร้างสรรค์ คือ ความกระฉับกระเฉง ความอดทน อดกลั้น ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นใหม่ ๆ (กัมปนาท, 2534) หลาย ๆ ทาง คือสิ่งแปลกใหม่ เน้นความสามารถเกี่ยวกับทัศนะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้โอกาสนักเรียนแสดงความคิดเป็นอิสระของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน สร้างบรรยากาศที่มีอิสระไม่เคร่งครัดเกินไป เพื่อให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดเกินไป จัดการเรียนการสอนด้วยวิธีระดมพลังสมอง วิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง หรือวิธีแก้ปัญหา นอกจากนี้ครูเองต้องสามารถสร้างสรรค์ วิธีการที่จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เหมาะสมแก่นักเรียนด้วย

2.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อาจสามารถวัดได้หลายวิธีเช่นเดียวกับความคิดสร้างสรรค์ทางศิลปะหรือดนตรีแต่วิธีการที่ใช้กันมาก คือ การให้เด็กทำแบบทดสอบดังที่ อารี (2527) กล่าวว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งอาจใช้ควบคู่กับแบบสำรวจพฤติกรรม หรือแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ก็จะยิ่งให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงและถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์สร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบที่นิยมใช้กันมากและเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางคือ การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ Guilford และแบบทดสอบของ Torrance (อารี, 2527) แต่ Anatasi (อ้างถึงใน ประชุมสุขและคณะ, 2519) มีความเห็นว่า แม้ว่าแบบทดสอบของ Guilford และแบบทดสอบของ Torrance จะสามารถวัดองค์ประกอบที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปก็ตาม แต่ไม่ต้องสงสัยเลยว่าความสามารถในทางสร้างสรรค์ด้านอื่น ๆ อีกที่จำเป็นต้องวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางวิทยาศาสตร์เพราะสัมฤทธิ์ผลเชิงสร้างสรรค์มีแบบฉบับ หรือกระบวนความถนัดตลอดจนบุคลิกภาพแตกต่างกันไปตาม ความเหมาะสมในแต่ละสาขาวิชา

เหตุผลดังกล่าวจึงมีการสร้างแบบทดสอบ เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยเฉพาะ ประดิษฐ์ (2527) อ้างข้อคิดของ Torrance ว่าการแสดงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือ การตั้งทฤษฎีใหม่หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากลำดับการคิดอย่างปกติธรรมดา สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสานกัน จนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมสมัยที่สำคัญ 3 ด้าน คือ ความสามารถ (Ability) ทักษะ (Skills) และแรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 2 ขั้นต่อไปนี้

1. แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพงาน
2. งานที่เป็นผลผลิตอาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
4. ปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์คิดค้นให้ดียิ่งขึ้น
5. แสดงผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นนามธรรมระดับสูง หรือ การค้นพบหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงมุ่งพิจารณาจากผลผลิตของการคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้คำถามที่เปิดกว้าง ผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบจากคำถามข้อเดียว เท่าที่ผู้วิจัยสำรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาขึ้นใช้แล้วมี 7 ฉบับ

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างโดย ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบ Torrance แนววัดประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ 1) "สมมติว่า" เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากสภาพการณ์นั้นบ้าง โดยตั้งคำถามนั้นว่า "สมมติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมาก จนคนมองเห็นกันแค่ขา เท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างบ้าง" 2) "ทิ้งไข่" เป็นการกำหนดปัญหามาให้แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยตั้งคำถามว่า "ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟอง ลงมาจากตึก 3 ชั้น โดยที่เมื่อไข่ตกถึงพื้นดินไข่ยังไม่แตก" (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้) 3) "ปลาทอง" กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้นักเรียนคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองด้วยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาทองบาดเจ็บถึงกับพิการหรือตาย

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาของสาขาวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2525) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดในการสร้างได้จากการดัดแปลงแบบทดสอบของ Torrance ประกอบคำถามที่เป็นลักษณะกิจกรรม 5 กิจกรรม

3. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี สร้างโดย สุมาลี กาญจนชาตรี (2525) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และผลวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ข้อสอบมี 3 ข้อ 1) "การใช้ประโยชน์" กำหนดสภาพการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติให้บอกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้ 2) "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้นั้นมาประกอบเป็นเครื่องมือ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ 3) "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหานั้น

4. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สร้างโดย ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ คือ 1) "นักนิยมไพร" ตั้งคำถามว่า "ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายพักแรมในป่า เกิดหลงป่าอยู่เป็นเวลานานรู้สึกกระหายน้ำ นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะได้น้ำดื่มแก้กระหาย" 2) "นักพยากรณ์" ตั้งคำถามว่า "ถ้าปริมาณก๊าซออกซิเจนบนพื้นผิวโลกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นบ้าง หรือมีผลต่อสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตบนโลกอย่างไรบ้าง" 3) "นักเทคโนโลยี" ตั้งคำถามว่า "มนุษย์ได้ใช้พลังงานจากน้ำมาเป็นเวลานาน ประกอบกับประชากรของโลกเพิ่มขึ้นมากขึ้นทำให้เราประสบปัญหาเรื่องพลังงานอย่างมาก นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการดัดแปลงหรือใช้สิ่งอื่นใดได้อีกบ้าง เพื่อแก้ปัญหาด้านพลังงานนี้" 4) "นักทดลอง" ตั้งคำถามว่า "ถ้านักเรียนได้รับวัตถุแข็งมาชิ้นหนึ่งโดยไม่ทราบว่าเป็นอะไร นักเรียนคิดว่าจะนำวัตถุชิ้นนี้มาศึกษาหรือทดลองอย่างไรบ้าง"

5. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างโดย ชูจิต ตันอรรถนาวิน (2527) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พฤกษชลธาร ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ คือ 1) "ให้นักเรียนบอกสิ่งที่เหมือนกันระหว่าง เกลือกับน้ำตาลทรายมาให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนจะคิดได้" 2) "ในเวลากลางคืน ถ้าคนบนโลกไม่เห็นดวงจันทร์อีกเลย นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์นี้จะเกิดจากสาเหตุใดบ้าง" 3) "ถ้านักเรียนจับแมลงวันได้ตัวหนึ่งนักเรียนจะนำแมลงวันตัวนี้ไปทำการทดลองในเรื่องใดได้บ้าง อธิบายวิธีการทดลองมาด้วย" 4) "นักเรียนคิดว่าในอีก 100 ปีข้างหน้า

มนุษย์จะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปคิดประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้อะไรบ้าง จงบอกรายละเอียดของเครื่องมือนั้นเท่าที่จะทำได้"

6. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สร้างโดย อุดร จันทร์สร้าง (2527) โดยอาศัยแนวการสร้างจาก Torrance Test of Creative ของ Torranceแบบทดสอบประกอบด้วย 3 ข้อ คือ 1) "สมมติว่า" เป็นการสมมติเหตุการณ์อย่างหนึ่งขึ้นให้นักเรียนคาดคะเนว่า จะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอย่างไรบ้าง โดยตั้งคำถามว่า "ตามปกติแต่ละภาคของประเทศไทยในฤดูต่าง ๆ มีอุณหภูมิแตกต่างกันแต่โดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 17 - 30 องศาเซลเซียส สมมติว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทยลดเหลือ 2 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอย่างไรบ้าง 2) "การใช้ประโยชน์" กำหนดสภาพการณ์ให้แล้วให้นักเรียนคิดหาประโยชน์จากสภาพการณ์ให้ได้มากที่สุดสภาพการณ์มีดังนี้ "ในฐานะที่นักเรียนอาศัยอยู่ในจังหวัดที่มียางพาราอยู่มาก นักเรียนคิดว่าเราจะใช้ประโยชน์จากต้นยางพาราได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่าง ๆ จากต้นยางพาราหรือประโยชน์อย่างอื่น ๆ จากต้นยางพารา" 3) "ดัดแปลง เพิ่มเติม" เป็นการกำหนดอุปกรณ์ให้แล้ว ให้นักเรียนคิดดัดแปลงลักษณะ หรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรก็ได้เพื่อให้เรือนั้นวิ่งได้เร็ว มีลักษณะใหม่และสวยงาม มีอุปกรณ์ประกอบเรือที่ทันสมัย

7. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย สร้างโดย ประจิต นามโคตร (2530) ซึ่งศึกษาการสร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของ Torrance (ฉบับสอบด้วยภาษาเขียน "ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ 1) "ปลาทอง" โดยตั้งคำถามว่า "เด็กชายประชาเลี้ยงปลาทองไว้ในตู้ 5 ตัว ต่อมาประชาพบว่าปลาทองในตู้ตาย 1 ตัว โดยไม่ทราบว่าปลาทองตัวนั้นตายเพราะเหตุใด" 2) "จะทำอย่างไรดี" โดยตั้งคำถามว่า "ถ้าเสื้อของนักเรียนเปียกและนักเรียนต้องการทำให้เสื้อตัวนั้นแห้งโดยเร็วโดยที่เมื่อเสื้อแห้งแล้วอยู่ในสภาพที่ใส่ได้ นักเรียนจะทำอย่างไร" 3) "สมมติว่า" โดยตั้งคำถามว่า "สมมติว่านับตั้งแต่วันนี้เป็นต้นไปพืชทุกชนิดไม่ออกดอกอีกเลย นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในดลกจะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรขึ้นบ้าง

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ฉบับ ที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยสรุปลักษณะได้ดังนี้

1. สร้างตามแนวแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

2. สร้างสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและนักเรียนอายุระหว่าง 11 - 15 ปี

3. ลักษณะของแบบวัดเป็นการสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาในลักษณะหลายแนวทางในเวลาจำกัด

4. เน้นการใช้ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลองในการแก้ปัญหา

5. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ ของแบบทดสอบทุกชุดยกเว้นของชูจิต ตันอรรถนาวิน หาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม ส่วนชูจิต ตันอรรถนาวิน เพิ่มการตรวจให้คะแนนความคิดละเอียดลออีกด้านหนึ่ง

เมื่อพิจารณาลักษณะของคำถามจากแบบวัดในแต่ละชุดจะเห็นว่า ส่วนใหญ่มักจะใช้ธรรมชาติแวดล้อมที่นักเรียนรู้จักดีเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนใช้ความรู้ ทักษะและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตอบคำถามให้ได้มากที่สุด และมีความแปลกใหม่ในเวลาจำกัด

การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะพิจารณาตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน นั่นคือ คำตอบของนักเรียน 1 คำตอบ จะได้คะแนนความคล่องในการคิดความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ของแบบวัดแต่ละชุด เมื่อรวมคะแนนทุกองค์ประกอบของทุกคำตอบก็จะเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

2.5 เกณฑ์ปกติ

2.5.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ การสอบวัดใด ๆ จะมีความหมายก็ต่อเมื่อสามารถแปลความหมายของคะแนนได้ชัดแจ้งว่าคะแนนที่ได้มาตัวนั้นมีความหมายว่ากระไร มีความสามารถเป็นปริมาณเท่าไร เปรียบเทียบกับผู้อื่นในกลุ่มแล้วเป็นอย่างไร การวัดความถนัดหรือการวัดสติปัญญาเป็นการวัดคุณภาพสมองซึ่งมีลักษณะเป็น "ความสามารถ" ที่ไม่สามารถบ่งเนื้อวิชาได้เยี่ยงการวัดผลสัมฤทธิ์ธรรมดาเหตุด้วยความถนัดมิใช่ความรู้ที่จำได้มา คะแนนดิบจึงไม่สู้จะมีความหมายนัก จะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เทียบกับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งแล้วรู้ว่าคะแนนของคนหนึ่งจะอยู่ ณ ตำแหน่งใดของกลุ่มนั้น ถ้าเป็นข้อทดสอบมาตรฐานก็จะมีกลุ่มมาตรฐานสำหรับเทียบเพื่อให้ทราบได้ว่า ความสามารถของบุคคลนั้นอยู่ ณ ตำแหน่งใดของกลุ่มมาตรฐานและการที่จะเปรียบเทียบกับกลุ่มมาตรฐานได้ ก็จะต้องทราบการแจกแจงคะแนนของกลุ่มมาตรฐานนั้น การแจกแจงคะแนนของกลุ่มมาตรฐานนี้เองเรียกว่า "เกณฑ์ปกติ" (Norms) ของแบบทดสอบฉบับนั้น

2.5.2 ชนิดของเกณฑ์ปกติ เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ คณะกรรมการจัดทำข้อทดสอบเชาว์ (2501) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบมีหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของคะแนน ซึ่งในด้านการศึกษานั้น เกณฑ์ปกติที่สำคัญมี 4 แบบ ดังนี้

2.5.2.1 ประเภทที่ถืออายุเป็นเกณฑ์ (Age Norms) สร้างโดยนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงดีแล้วไปสอบนักเรียนต่าง ๆ ให้ทั่วถึงตลอดเขตภูมิศาสตร์ที่กำหนดไว้ แล้วนำผลมาแยกเป็นกลุ่ม ๆ ตามระดับอายุจริง ๆ ของผู้สอบ เช่น กลุ่ม 8, 9, 10 ปีเป็นต้น โดยมิต้อง

คำนึงถึงว่าผู้นั้นจะเรียนอยู่ชั้นใด เพราะฉะนั้นในแต่ละกลุ่มอายุนี้ เช่น กลุ่ม 12 ปี อาจมีนักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมปีที่ 3 ปนกับประถมปีที่ 4จนถึงมัธยม 2 หรือมัธยม 3 ก็ได้ จากนั้นโดยวิธีการสถิติต่าง ๆ ทำให้ทราบได้ว่า แต่ละกลุ่มอายุนั้นสามารถตอบข้อทดสอบได้กลุ่มละกี่ข้อ สมมติว่ากลุ่มอายุ 8 ปี เฉลี่ยแล้วตอบถูก 20 ข้อ หรือได้ 20 คะแนนดิบ กลุ่ม 9 ปี สอบได้ 30 คะแนน และกลุ่ม 10 ปี ได้ 40 คะแนน เป็นต้น ฉะนั้น อาจกล่าวได้ว่าผู้ที่สอบได้ 20 คะแนนดิบ คือ ผู้ที่มีความสามารถทางสมองเท่ากับเด็กอายุ 8 ปีทั่วไป

2.5.2.2 ประเภทถือชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ (Class Norms) วิธีสร้างคล้ายแบบถืออายุเป็นเกณฑ์ ต่างกันตรงนำผลการทดสอบเชาว์มาแยกเป็นกลุ่ม ๆ ตามชั้นเรียนที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่จริงขณะที่สอบ เช่น แบ่งเป็นกลุ่มประถมปีที่ 1, 2, 3, 4 และมัธยม 1, 2, 3 เป็นต้นโดยไม่คำนึงว่านักเรียนนั้น ๆอาจจะมีอายุมากน้อยเพียงใดเหมือนกับระบบการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบัน และโดยวิธีสถิติทำให้ทราบได้ว่า แต่ละชั้นในภาคหรือเดือนที่สอบควรจะตอบข้อทดสอบนั้น โดยเฉลี่ยแล้วได้คะแนนดิบเท่าใด เช่น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ควรตอบได้ 40 คะแนนดิบ มัธยมปีที่ 1 ได้ 50 คะแนนดิบ และมัธยมปีที่ 2 ได้ 60 คะแนนดิบ เป็นต้น ตัวเลขคะแนนดิบ 40, 50, 60 นี้ เป็นเชาว์ปัญญาเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มัธยมปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ฉะนั้น ถ้านักเรียนประถมปีที่ 4 สอบได้ 50 คะแนนดิบ นักเรียนคนนั้นก็จะมีสมรรถภาพทางสมองเท่ากับนักเรียนในชั้นมัธยมปีที่ 1 และโดยถือชั้นเรียนเป็นเกณฑ์นี้ อาจแบ่งสมรรถภาพออกเป็นส่วนย่อย ๆ ของชั้นอีกก็ได้ เช่น เทียบเท่านักเรียนในชั้นมัธยมปีที่ 1 ที่ได้เรียนแล้วครึ่งปีคือ 1.5 หรือ 1.7 ก็ได้

2.5.2.3 ประเภทที่ถือคะแนนมาตรฐานเป็นเกณฑ์ (Standard Score Norms) วัดระดับสมองสูงต่ำ โดยใช้คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งทางวิชาสถิติถือเป็นการวัดเชาว์ที่ดีแบบหนึ่ง

2.5.2.4 ประเภทที่ถือเปอร์เซนต์ไทล์เป็นเกณฑ์ (Percentile Norms) แบบนี้นิยมมากเพราะคำนวณง่าย เข้าใจง่าย ตรงความหมายมากขึ้นและเหมาะสมกับข้อทดสอบไม่ว่าจะวัดความถนัดหรือบุคลิกภาพ วิธีนี้เปลี่ยนคะแนนดิบที่นักเรียนแต่ละคนได้รับเพื่อบอกระดับสูงต่ำของสมรรถภาพของสมอง เช่น สมมติว่ามีผู้ทดสอบเชาว์ได้คะแนนดิบเรียงสม่ำเสมอกันเป็นขั้นบันได จาก 0 ถึง 99 คะแนน และการทดสอบ ก. สอบได้ 80 คะแนนดิบ เพราะฉะนั้นถือเสมือนนาย ก. ยืนอยู่บนบันไดเหนือคนอื่น ๆ 80 คน หรือใน 100 คน มีเด็กคนอื่น ๆ ปัญญาต่ำกว่า ก. 80 คน สำหรับเกณฑ์ปกติที่ถือเปอร์เซนต์ไทล์เป็นเกณฑ์นี้ใช้ได้ดีทั้งในประเภทที่ถืออายุและชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าถืออายุเป็นเกณฑ์และบอกคะแนนเป็นเปอร์เซนต์ไทล์ก็หมายความว่าในกลุ่มนักเรียนที่มีเกณฑ์อายุรุ่นเดียวกันนั้น มีเชาว์ปัญญาสูงกว่าผู้อื่นกี่คนใน

จำนวนร้อยคนหรือแบบที่ใช้ชั้นเรียนเป็นเกณฑ์และบอกคะแนนเป็นเปอร์เซนต์ไทล์ก็เช่นกัน เกณฑ์ปกติประเภทนี้มีข้อบกพร่องน้อยกว่าแบบอื่น ๆ

2.5.3 การสร้างเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติมีหลายชนิดแต่ที่นิยมสร้างกันมากก็คือ เกณฑ์ปกติที่เป็นคะแนน T ปกติ และเปอร์เซนต์ไทล์ ซึ่งจะจัดสร้างในรูปใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการนำไปใช้ สำหรับคะแนนที่นำมาสร้างเกณฑ์นั้นจะต้องเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบที่เชื่อถือได้และเที่ยงตรง ต้องสอบกับคนจำนวนมากและกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของมวลประชากรอย่างแท้จริง หรือเป็นตัวเลขที่แทนระดับความสามารถของบุคคลได้อย่างทั่วถึง

การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ มีวิธีทำเป็นขั้นตอน ดังนี้ (สมบูรณ์และสำเริง,2534)

1. เรียงคะแนนตามลำดับจากคะแนนสูงสุดไปหาคะแนนต่ำที่สุดบรรทัดจากข้างบนลงมาข้างล่าง

2. แจงคะแนนดูว่า แต่ละคะแนนมีคนทำได้กี่คน แล้วให้ใส่ค่านั้นลงในช่องความถี่ (Frequency)

3. หาความถี่สะสมโดยให้เสมอนหนึ่งว่า มีเลข 0 อยู่ข้างล่างของคะแนนต่ำสุด จากนั้นก็ให้รวมกันไปเรื่อย ๆ โดยค่าความถี่สะสมแต่ละตัวจะเท่ากับผลรวมของความถี่อยู่ในบรรทัดเดียวกันและต่ำกว่ารวมกัน ความถี่สะสม (Cumulative Frequency) นี้ จะมีตัวสูงสุดเท่ากับจำนวนคนทั้งหมด

4. หาความถี่สะสม + ครึ่งของความถี่ (Cf + 1/2f) ในการทำนั้นความถี่สะสมต้องเป็นความถี่สะสมที่อยู่บรรทัดที่ต่ำกว่า รวมเข้ากับครึ่งหนึ่งของความถี่ที่อยู่ในบรรทัดเดียวกัน แล้วลบออกครึ่งของความถี่ในบรรทัดนั้น ซึ่งเป็นวิธีการคิดที่สะดวก

5. หาค่าเปอร์เซนไทล์ (Percentile) ซึ่งหาได้โดยการที่เอาค่า $\frac{100}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$ หรือ $\frac{100}{n}$ ไปคูณกับความถี่สะสม + ครึ่งหนึ่งของความถี่หรือ $\frac{(100 \times (cf + 1/2f)}{n}$

ค่าของเปอร์เซนต์ไทล์นี้เป็นตำแหน่งร้อยละที่จะบอกให้ทราบว่า ในจำนวนผู้เข้าสอบทั้ง 100 คนนั้นผู้ที่ทำคะแนนได้เท่านั้น จะมีความสามารถเหนือกว่าหรือต่ำกว่าผู้อื่นกี่คน เช่น ผู้ที่สอบได้คะแนนดิบ 25 ตรงกับตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ 79 หมายถึง จากจำนวนผู้เข้าสอบ 100 คน เขามีความสามารถสูงกว่าคนอื่น 79 คน และขณะเดียวกันก็มีคนที่เก่งกว่าเขาอีก 21 คน

6. หาค่าคะแนน T โดยใช้ตารางพื้นที่ภายให้โค้งปกติ หรือโดยเปิดจากตารางสำเร็จรูป Normallizd T-Score

2.5.3.1 การแปลความหมายและการประเมินคะแนน T ปกติ (ชวาล, ส่องแสง และบุญผล, 2513)

การแปลงความหมายของคะแนน T ปกติ

คะแนนชนิดนี้นิยม แปลความหมายเป็นในรูปของ เปอร์เซ็นต์ที่เหนือผู้อื่น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ที่อยู่เหนือนี้มีความหมายว่า นักเรียนผู้นั้นเก่งกว่าเด็กอื่น ๆ อยู่กี่คน ในจำนวนเด็กทั้งหมด 100 คน ดังเช่นนักเรียนที่สอบได้คะแนน T 27 ซึ่งตรงกับเปอร์เซ็นต์ที่เหนือกว่าคนอื่น ๆ อยู่ 1.07% คือใน 100 คน เขาจะมีความรู้สูงกว่าเด็กอื่นอยู่ 1 คน ซึ่งก็เท่ากับเขาเป็นรองที่สุดท้ายนั่นเอง

ถ้าจะเทียบให้เห็นง่ายขึ้นอีกก็อาจสมมติได้ว่า ถ้าเอาความรู้ของเด็ก 100 คน มายืนเรียงกันเป็นแถวขั้นบันไดความรู้ ตั้งแต่พื้นจนถึงยอด 100 ขั้นแล้ว นักเรียนที่สอบได้คะแนน T 27 ก็จะยืนอยู่ขั้นบันไดที่สูงกว่าคนอื่น 1 คน หรือก็คือเขายืนอยู่บนบันไดขึ้นแรกนั่นเอง ซึ่ง ณ ตรงนั้น จะมีเด็กเป็นรองอยู่ใต้เขา 1 คน (พร้อม ๆ กับอีก 99 คนสูงกว่าเขา) โดยทำนองเดียวกันผู้ที่สอบได้คะแนน T 50 ก็อ่านจากบัญชีว่า ตรงกับเปอร์เซ็นต์เหนือผู้อื่น 50.00 พอดี ฉะนั้นก็แปลว่า เด็กนั้นมีความรู้ระดับปานกลางพอดี คือ เขายืนอยู่ตรงกึ่งกลางของบันไดความรู้ มีผู้อื่นอยู่ใต้เขา 50 คน และอยู่เหนือเขาอีก 50 คนเท่า ๆ กัน

ถ้าใครสอบได้คะแนน T 70 ซึ่งตรงกับเปอร์เซ็นต์ที่เหนือกว่าผู้อื่นอยู่ 97.72% หรือ 98% แล้ว ก็แปลว่าเขายืนอยู่บนบันไดขั้นที่ 98 คนใน 100 คน หรือใน 100 คน จะมีเด็กอื่น ๆ อยู่ใต้เขาอีก 98 คน และยังมีและยังมีอยู่อีก 2 คน เท่านั้นที่มีความรู้สูงกว่าเขา เป็นต้น

ตารางที่ 3 บัญชีสำหรับแปลคะแนน T ปกติให้เป็นจำนวนร้อยละที่อยู่เหนือกว่าผู้อื่น

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

คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น	คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น
10	.0032	36	8.08
11	.0048	37	9.68
12	.007	38	11.51
13	.011	39	13.57
14	.016	40	15.87
15	.023	41	18.41
16	.034	42	21.19
17	.048	43	24.20
18	.069	44	27.43
19	.097	45	30.85
20	.13	46	34.46
21	.19	47	38.21
22	.26	48	42.07
23	.35	49	46.02
24	.47	50	50.00
25	.62	51	53.98
26	.82	52	57.93
27	1.07	53	61.79
28	1.39	54	65.54
29	1.79	55	69.15
30	2.28	56	72.57
31	2.87	57	75.80
32	3.59	58	78.81
33	4.46	59	81.59
34	5.48	60	84.13
35	6.68	61	86.43

ตารางที่ 3 บัญชีสำหรับแปลคะแนน T ปกติให้เป็นจำนวนร้อยละที่อยู่เหนือกว่าผู้อื่น (ต่อ)

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

คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น	คะแนน T	% ที่เหนือผู้อื่น
62	88.49	77	99.65
63	90.32	78	99.74
64	91.92	79	99.81
65	93.32	80	99.865
66	94.52	81	99.903
67	95.54	82	99.931
68	96.41	83	99.952
69	97.13	84	99.966
70	97.72	85	99.977
71	98.21	86	99.984
72	98.61	87	99.9890
73	98.93	88	99.9928
74	99.18	89	99.9952
75	99.38	90	99.9968
76	99.53		

การประเมินผลคะแนน T ปกติ

เมื่อทราบว่านักเรียนคนใดได้คะแนน T เท่าใด และเสมือนกับเขายืนอยู่บนบันไดความรู้ขั้นที่เท่าใดแล้ว ต่อไปเป็นการตีค่าของคะแนนเหล่านั้นว่ามีคุณภาพ สูง-ต่ำ หรือ ดี-ด้อย ปานใด อันเป็นการประเมินค่าโดยสรุปให้กับนักเรียนผู้นั้น เรื่องนี้ก็คือการลงความเห็นการตัดสินชี้ขาดว่า ควรจะยกย่องเขาเป็นผู้มีความสามารถเทียบเท่ากับระดับใด ซึ่งตามหลักสากลนิยมแบ่งออกเป็น 5 ระดับ เรียงตั้งแต่สูงไปหาค่าต่ำ ดังนี้

ตั้งแต่ T 65 และสูงกว่า	แปลว่า	ดีมาก
ตั้งแต่ T 55 - 65	แปลว่า	ดี
ตั้งแต่ T 45 - 55	แปลว่า	พอใช้
ตั้งแต่ T 50	แปลว่า	มีความสามารถปานกลาง

ตั้งแต่ T 35 - 45 แปลว่า ยังไม่พอใช้

ตั้งแต่ T 35 และต่ำกว่า แปลว่า อ่อน

จะสังเกตเห็นว่า การแบ่งระดับดังข้างต้นนี้จะมีคะแนน T บางตัวซ้ำกันที่ตรงหัวและท้ายของช่วงคะแนน ดังเช่นที่ T 55 เป็นต้น การที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะตรง T 55 นั้นเป็นจุดแบ่งเขตระหว่างกลุ่มพอดี ฉะนั้น ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนน T ตรงจุดแบ่งเขตนั้นพอดีคือที่ T 35, 45, 55 และ 65 แล้ว วิธีแก้ไขเรื่องนี้ก็ให้ถือเป็นหลักไว้ว่าให้เลื่อนนักเรียนที่คาบเส้นผู้นั้นขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงที่ถัดไปเสมอ

โดยวิธีนี้ในการสอบทั่ว ๆ ไป จะมีนักเรียนระดับดีมากอยู่ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ของนักเรียนทั้งหมด และจะมีอยู่ประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ ที่อยู่ในเกณฑ์ดี ประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้หรือปานกลาง กับอีก 24 เปอร์เซ็นต์ยังไม่พอใช้ และที่เหลือสุดท้ายอีก 7 เปอร์เซ็นต์ เป็นเด็กกลุ่มอ่อน

2.5.4 หลักการใช้เกณฑ์ปกติ การใช้เกณฑ์ปกติในการเปรียบเทียบเพื่อแปลความหมายคะแนน จะต้องสังวรอย่างยิ่งว่า คะแนนที่จะนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกตินั้นได้มาจากสมาชิกของประชากรของแบบทดสอบนั้นหรือไม่ กล่าวคือ มีลักษณะตรงกัน สอดคล้องกันกับลักษณะประชากรหรือไม่นั่นเอง มีเกณฑ์ในการพิจารณาที่สำคัญ คือ

2.5.4.1 ต้องเกี่ยวข้องโดยตรง (Relevant) เนื่องจากเกณฑ์ปกติสร้างมาจากแจกแจงคะแนนของประชากร ต้องพิจารณาว่ากลุ่มที่จะใช้เกณฑ์ปกตินั้นมีลักษณะสอดคล้องกับกลุ่มประชากรหรือไม่ เพื่อจะได้แปลความหมายคะแนนได้สมเหตุสมผลและมีประสิทธิภาพสูง เช่น เกณฑ์ปกติระดับชาติ เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น ย่อมมีธรรมชาติของประชากรแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวัดด้วยว่าจะใช้ผลของการวัดไปใช้ทำอะไร เช่น ความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude) ประสบการณ์ทางการศึกษา (Educational Experience) ความสามารถในการอ่านเข้าใจ ฯลฯ ซึ่งเป็นลักษณะทั่ว ๆ ไป ก็เหมาะที่จะใช้กับเกณฑ์ปกติเฉพาะ (Specific Norms) ซึ่งสร้างมาจากกลุ่มประชากรเฉพาะ (Specific Population) เช่น เกณฑ์ปกติของผู้เรียนวิศวกรรม ผู้เรียนทางศึกษาศาสตร์ เป็นต้น

2.5.4.2 ต้องเป็นเกณฑ์ปกติที่สร้างจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร (Representative) การสร้างเกณฑ์ปกติจากมวลประชากรทำได้ยาก สิ้นเปลืองมากทั้งเงินเวลาและแรงงาน จึงนิยมสร้างจากกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ทั้งสิ้น การสร้างจากกลุ่มตัวอย่างนี้เอง เกิดปัญหาความเป็นตัวแทนประชากรได้ดีมากน้อยต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างและวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง เช่น กลุ่มตัวอย่างใหญ่ ก็มีโอกาสเป็นตัวแทนดีกว่า หรือเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Straitified Random Sample) ก็มีโอกาสได้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะ

คล้ายคลึงของกลุ่มประชากรมากกว่า ดังนั้น การจะใช้เกณฑ์ปกติใดจึงควรพิจารณากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ด้วย

2.5.4.3 เกณฑ์ปกติควรทันสมัยอยู่เสมอ (Up to Date) เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบใดเป็นความจริง (Fact) ของประชากรและต้องเป็นประชากรปัจจุบัน กล่างคืออ้างสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลว่าเป็นประชากรปัจจุบัน เช่น เกณฑ์ปกติคณิตศาตร์ของนักเรียน ม. 1 ระดับชาติที่สร้างเมื่อ พ.ศ. 2522 กินความถึงนักเรียน ม. 1 ในปีต่อ ๆ มาด้วย จึงถือว่าประชากรที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกตินั้นเป็นปัจจุบัน แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรไปมาก ปรับปรุงวิธีสอน วิธีวัดผลไปมาก กลุ่มนักเรียน ม. 1 ในปีต่อ ๆ มา ก็จะเบี่ยงเบนไปจากประชากรเดิมมากขึ้นทุกที และจะเบี่ยงเบนมากขึ้นถ้าตัวแปรที่วัดเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ถ้าเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนไปได้ยาก เช่น ความถนัด ลักษณะถาวรทางจิตวิทยา (Traits) เกณฑ์ปกติก็จะมีความคงตัวอยู่ได้ในช่วงเวลานาน ดังนั้นแบบทดสอบมาตรฐานจึงมีการปรับปรุงเกณฑ์ปกติกันอยู่เสมอ การจะใช้เกณฑ์ปกติใดจึงจะต้องพิจารณาว่าเกณฑ์ปกตินั้นทันสมัยหรือไม่ สร้างมานานเท่าไรแล้ว และเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปรไปได้ง่ายหรือยาก

2.5.4.4 เกณฑ์ปกติที่จะใช้ควรเปรียบเทียบกันได้ (Comparable) การสอบวัดตัวแปรหลายตัว ควรใช้เกณฑ์ปกติที่ใช้ประชากรร่วมกันใช้ประชากรเดียวกันหลาย ๆ เกณฑ์ปกติ เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรเหล่านั้นได้ว่าอ่อน-แก่ในด้านใด เช่น แบบทดสอบความถนัดทางด้านเหตุผล ทางภาษา ทางมิติสัมพันธ์ที่สร้างเกณฑ์ปกติจากประชากรเดียวกัน ย่อมเปิดโอกาสให้เราเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรย่อยทั้งสามได้ว่า เด่น ด้อยกว่ากันในด้านไหนเพียงไร

2.5.4.5 เกณฑ์ปกติควรให้รายละเอียดหรือให้การอธิบายที่เพียงพอ (Adequately Described) หมายถึงข้อมูลประกอบเกณฑ์ปกตินั้นเพียงพอเพื่อช่วยให้แปลความหมายคะแนนได้ดีขึ้น เช่น วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ขนาดกลุ่มตัวอย่าง การแจกแจงคะแนนลักษณะของกลุ่มตัวอย่างบางอย่าง เช่น เพศ อายุ เชื้อชาติ ความถนัดทางการเรียน สถานภาพทางเศรษฐกิจ ถิ่นที่อยู่ ลักษณะโรงเรียน และอื่น ๆ (เอนก, 2527)

2.5.5 ตารางเกณฑ์ปกติ (Norms Table)

Lyman (อ้างถึงใน ทรรศนีย์, 2513) ได้กล่าวว่า ตารางเกณฑ์ปกติที่ดีจะต้องมีคะแนนดิบ และคะแนนที่แปลงแล้ว แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนเป็นคู่ ๆ ถ้าตารางนี้ไม่สมบูรณ์จะทำให้ผู้ใช้แบบทดสอบเกิดความสับสนได้ และได้อธิบายถึงตารางเกณฑ์ปกติแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.5.5.1 ตารางเกณฑ์ปกติแบบง่าย (Simple Norms Table) ประกอบด้วย 2 ช่อง ๆหนึ่งเป็นคะแนนดิบ อีกช่องเป็นคะแนนที่แปลงมาแล้ว

2.5.5.2 ตารางเกณฑ์แบบปกติที่มีหลายกลุ่ม (Multiple-Group Norms Table) คือ ตารางเกณฑ์ปกติแสดงผลของหลาย ๆ กลุ่มในตารางเดียวกัน ช่วยประหยัดด้านการพิมพ์และเป็นการเปรียบเทียบคะแนนดิบของคน ๆ หนึ่งกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มต่าง ๆ กันได้

2.5.5.3 ตารางเกณฑ์ปกติแบบที่มีคะแนนข้อทดสอบหลายชุด (Multiple - Score Norms Table) คือ ตารางเกณฑ์ปกติที่มีคะแนนที่แปลงมาแล้วของข้อทดสอบย่อยแต่ละชุดรวมไว้ด้วยกัน เป็นเกณฑ์ปกติของกลุ่มเดียวกันที่ทดสอบแต่ละข้อทดสอบนั้น

2.5.5.4 ตารางเกณฑ์ปกติแบบสังเขป (Condensed Norms Table) คือ เกณฑ์ปกติที่เลือกแสดงค่าเปอร์เซนต์ไทล์ และคะแนนดิบที่เกี่ยวกับเปอร์เซนต์ไทล์นั้นใส่ในตาราง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สุปรียา (2522) ได้ศึกษาสัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า 1) ระดับสติปัญญาของนักเรียนทั้งหมด และแยกเพศชาย หญิง มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ 2) ระดับสติปัญญาของนักเรียนทั้งหมด และแยกเพศชาย หญิง มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 3) ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด แยกเพศชาย หญิง มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนหมู่บ้านเด็กกับโรงเรียนที่สอนตามปกติกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในช่วงอายุ 6 - 8 ปี 8 - 10 ปี และ 10 - 12 ปี จากโรงเรียนหมู่บ้านเด็กจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 50 คน และโรงเรียนวัดพนัญเชิง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพของ ดร. อารี รังสินันท์ ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีช่วงอายุต่างกันแตกต่างกัน โดยที่ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างช้า ๆ ตามระดับอายุที่มากขึ้น 2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโรงเรียนกับช่วงอายุ มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์

พรรณา (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม. 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียน เพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการ

เรียนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แต่ไม่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาตรี ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. กลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. กลุ่มที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด และด้านความยืดหยุ่นในการคิดของทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อารี และคณะ (อ้างถึงใน อารี, 2532) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น ป. 5, ป. 6, ม. 1, ม. 2, และ ม. 3 ทุกภาคจำนวน 2,918 คนพบว่า กลุ่มนักเรียน ม. 2 มีความคิดคล่องตัวสูงสุด กลุ่มนักเรียน ม. 3 มีความคิดริเริ่มสูงสุด และกลุ่มนักเรียน ม. 1 มีความคิดละเอียดลออสูงสุด จากการวิจัยนี้สรุปได้ว่า

1. การพัฒนาความคล่องในการคิดจะมีลักษณะคงที่ในชั้น ป. 5 ถึง ป. 6 จะสูงสุดในชั้น ม. 1 ลดลงต่ำสุดในชั้น ม. 2 และจะสูงขึ้นไปอีกในชั้น ม. 3

2. ความคิดริเริ่มจะเริ่มสูงขึ้นใน ป. 5, ป. 6 และจะสูงมากในชั้น ม. 1 ตกต่ำสุดในชั้น ม. 2 และจะเริ่มสูงสุดในชั้น ม. 3

3. ความคิดละเอียดลออค่อนข้างจะคงที่ในชั้น ป. 5 และ ป. 6 จะสูงขึ้นในชั้น ม. 1 กลับต่ำสุดในชั้น ม. 2 และจะเริ่มสูงขึ้นอีกในชั้น ม. 3

สุมาลี (2525) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา และมัธยมศึกษา จำนวน 1,220 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนระดับอายุต่างกัน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี และจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้นโดยลำดับ

2. นักเรียนชายมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการศึกษาของ Minesota study (อ้างถึงใน อารี, 2526) โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของชั้นอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษาว่า พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะสูงขึ้นจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และจะเริ่มลดลงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 แล้วจะเริ่มพัฒนาการต่อไปในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 กับ ม. 1 (ประถมศึกษาปีที่ 7 เดิม) จะกลับมาน้อยลง และจะเริ่มเพิ่มขึ้นอีกเรื่อย ๆ จนปลายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งในการวิจัยค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบทดสอบ ซึ่งเรียกว่า Ask and Guess Teat

Yamamoto (อ้างถึงใน อารี, 2526) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบของมหาวิทยาลัย Minesota พบว่า ความคิดสร้างสรรค์จะลดลงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อจากนั้นก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และจะค่อยลดต่อลงเล็กน้อยในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6

The Union College Charecter Research (อ้างถึงใน อารี, 2526) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอายุระหว่าง 12 - 18 ปี สรุปผลได้ดังนี้

อายุ 12 - 14 ปี มีแนวโน้มชอบเกี่ยวกับกิจกรรมปัจจุบัน ไม่ชอบวางแผนเกี่ยวกับอนาคตชอบการผจญภัยมากกว่า เหตุผล ระยะนี้จัดเป็นช่วงแห่งการผจญภัยเด็กเริ่มแยกเพศ เด็กฉลาดจะสร้างผลงานสร้างสรรค์ทั้งด้านจินตนาการ ศิลป ดนตรี เครื่องจักรยานกลไก เด็กเริ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ และประกอบกับระยะนี้เด็กจะอยู่ในช่วงที่กำลังเปลี่ยนแปลงทั้งด้านร่างกาย และ จิตใจ การเรียนรู้ความสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ เหล่านี้ จึงทำให้เด็กเกิดความไม่แน่ใจ ไม่มั่นคง และหวาดกลัวการไม่ยอมรับของกลุ่มเพื่อน

เด็กอายุ 12 - 14 ปี เด็กต้องการเรียนรู้และโอกาสเลือก และทดลองทำอาชีพที่สนใจเพื่อเป็นการเตรียมตัวล่วงหน้า แม้ว่าในอนาคตจะเปลี่ยนอาชีพใหม่ ระยะนี้เด็กควรได้รับประสบการณ์ในการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ และดำเนินการในเรื่องที่ได้ตัดสินใจไว้แล้วให้ตลอด เด็กควรได้รับการฝึกให้รู้จักคำนึงถึงความต้องการของคนอื่น และให้รู้จักยอมรับและยกย่องเพื่อน ๆ และแสดงออกอย่างสร้างสรรค์นอกจากนี้ยังเป็นระยะที่ต้องการความช่วยเหลือให้เด็กรู้จักคิด และให้เด็กรู้จักนำความสามารถของเขาไปใช้เพื่อทำให้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพในอนาคต เป็นช่วงระยะเวลาที่ต้องให้เด็กทราบความสามารถของตนตามความเป็นจริง และเป็นช่วงเวลาที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะในการแก้ปัญหา

ช่วงนี้ผู้ใหญ่ควรจะจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดให้แก่เยาวชน ด้วยการจัดกิจกรรมส่งเสริมทักษะ และความสนใจเกี่ยวกับสุนทรียภาพควรได้รับการส่งเสริมตลอดจนส่งเสริมเยาวชน

และเพื่อน ๆ ร่วมมือกันทำงานมากกว่าการให้มีการแข่งขัน การทดสอบทางด้านความสนใจ ความสามารถ และทัศนคติเกี่ยวกับชีวิตใช้ได้ประโยชน์มากวัยนี้ สามารถแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้การประยุกต์ในสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วมาแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ เด็กต้องการความช่วยเหลือให้ค้นพบแนวทางที่ยืนหยัดอยู่บนความเชื่อ และความต้องการฝึกหัดความคิดทางสังคมของคน ผู้ใหญ่ควรช่วยเหลือให้เด็กได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์หากเด็กเกิดความขัดแย้งขึ้นพลังทางอารมณ์ควรจะใช้ไปในทางสร้างสรรค์มากกว่าทำลาย

สุภัตรา (2523) ได้ศึกษาเรื่อง ผลความแตกต่างระหว่างการให้รางวัล และการไม่ให้รางวัลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนประถมศึกษา ที่มีสถานภาพเศรษฐกิจและสังคมแตกต่างกัน โดยศึกษาทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 180 คน ของโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Minnesota Tests of Creative Thinking แบบสอบถามสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม และแบบสอบถามการเลือกรางวัล ผลการศึกษาพบว่า เด็กที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมสูง มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มสูงกว่าเด็กที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

Nuttal (อ้างถึงใน ชัชวาล, 2525) ได้ทำการศึกษานักเรียนเกรด 6 จำนวน 189 คน โดยขอร้องให้ครู ตัดสำดับนักเรียนตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแล้ววัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบ Minnesota Tests of Creative Thinking อีกครั้งหนึ่งพลว่าความคิดสร้างสรรค์ที่วัดจาก MTCT และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ครูได้จัดสำดับมีความสำคัญกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสติปัญญาด้วยนอกจากนี้ยังพบว่า สถานภาพทางเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ที่ครูจัดอันดับไว้

Vijalakashmi (อ้างถึงใน ศศิธร, 2529) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ในฐานะที่เป็นตัวพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ระดับ 3 ช่วงอายุ คือระหว่าง 13-15 ปี จำนวน 425 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตเมือง 3 โรงเรียน และในเขตชนบท 3 โรงเรียน ของ Trivandrum Education District of Karala โดยใช้ The Karala University Test of Creative Thinking (Nair,1973) ในการจำแนกกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำและใช้ Socio-Economic Scale Data Sheet (Nair; 1970) ในการจำแนกสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม และใช้คะแนนที่นักเรียนได้รับในการสอบปลายภาคต้นและภาคปลาย ในการตัดสินผลสัมฤทธิ์พบว่า นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำมีความแตกต่างทางสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างมีนัยสำคัญ

ลัดดา (2518) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พฤกษชลธาร และแบบสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในด้านความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและต่ำแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับหญิงในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัมปนาท (2534) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 11 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 11 จำนวน 936 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 42.331 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม 26.835, 12.962 และ 2.358 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 44.981 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม 27.641, 13.733 และ 3.607 ตามลำดับ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ไม่แตกต่างกัน

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาลสุขาภิบาลและนอกเขตสุขาภิบาลแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาลและสุขาภิบาล สูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล และสุขาภิบาลไม่แตกต่างกัน

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาผลงานการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับระดับสติปัญญา (สุปรียา,2522)

2. นักเรียนที่มีช่วงอายุแตกต่างกันจะมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันโดยความคิดสร้างสรรค์จะสูงขึ้นอย่างอย่างช้า ๆ ตามระดับอายุที่เพิ่มขึ้น (สุวัฒน์, 2527)

3. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละด้าน จะเพิ่มขึ้น และลดลงเป็นช่วง ๆ (Minnessota study อ้างถึงใน อารี, 2532); Yamano อ้างถึงใน อารี, 2532) ;(อารีและคณะ (อ้างถึงใน อารี,2532)

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเทศบาล สุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาล แตกต่างกัน โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล และ สุขาภิบาล สูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล (กัมปนาท, 2534)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ลัดดา, 2518)

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ปกติ

สมทรง สุวรรณเลิศ และลัดดา อะยะวงศ์ (2529) (อ้างถึงใน ลัดดา, 2529) ได้ทำการศึกษาระดับเกณฑ์ปกติ ของแบบทดสอบวัดความเจริญทางปัญญาของเด็กจากการวาดภาพ โดยใช้สเกลของแฮวิส-กู๊ด อีนัฟ (Haeis-goodenough) มาทดสอบกับเด็กนักเรียน อายุ 7-12 ปี ในเขตธนบุรี และได้คะแนนมาตรฐานในระดับเกณฑ์ปกติ (Norm) พร้อมทั้งได้นำมาหาค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบสติปัญญาโปรเกรสซีพ แมตริซัส (Progressive Matrices teat) ได้ค่าสหสัมพันธ์เรียงตามลำดับอายุดังนี้ .49, .58, .31, .54, .37, และ .38

สุวะรี (2528) ได้ศึกษาเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาของแบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซัสฉบับสีของราเวน สำหรับนักเรียนอายุ $5\frac{1}{2}$ - 11 ปี ในเขตภาคใต้ของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอายุ $5\frac{1}{2}$ - 11 ปี และกำลังเรียนในระดับชั้นอนุบาลศึกษาปีที่ 2 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 1,280 คน เป็นเพศชาย 614 คน เพศหญิง 666 คน ซึ่งสุ่มมาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างสองชั้นที่ใช้ความน่าจะเป็นในการวิจัย คือ แบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซัส ฉบับสีของราเวน ที่ปรับปรุงขึ้นในปี ค.ศ. 1956 โดยดำเนินการ

ทดสอบเป็นรายบุคคลในระดับอนุบาลศึกษา ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเชาว์ปัญญาของกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วุฒิศักดิ์ (2533) การศึกษาเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาของแบบทดสอบวาดภาพ กู๊ดอีฟฟ แฮร์ริส สำหรับนักเรียนอายุ 12-14 ปี ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ผลวิจัยพบว่า

1. วุฒิภาวะทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน สำหรับผู้ชายที่ระดับอายุ 12 ปี 13 ปี และ 14 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และวุฒิภาวะทางเชาว์ปัญญาเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 12 ปี จนถึง 14 ปี

2. วุฒิทางเชาว์ปัญญา ของนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. อายุ และเพศ ไม่มีผลร่วมกันต่อวุฒิภาวะทางเชาว์ปัญญา

4. ได้คะแนนเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาผู้ชายในรูปของคะแนนมาตรฐานแบบไอคิวเบี่ยงเบนของนักเรียนอายุ 12-14 ปี

สุกัลยา (2527) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความก้าวร้าว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างจำนวน 735 คน เลือกมา โดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน และสร้างเกณฑ์ปกติ แบบ T-Score โดยนำค่าเปอร์เซนต์ไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนน T ปกติ

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

สุดานี (2528) ศึกษาเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาของแบบทดสอบโปรแกรส ซีพแมทริซีส ฉบับสีของราเวน สำหรับนักเรียนอายุ 5-11 ปี ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,799 คน โดยวิธีการเลือกตัวอย่างสองขั้นที่ใช้ความน่าจะเป็นของการเลือกไม่เท่ากันและสร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้เปอร์เซนต์ไทล์ จำแนกตามระดับอายุ

J.C Ravan (อ้างถึงใน สุดาพร, 2528) ได้สร้างเกณฑ์ปกติทางเชาว์ปัญญาสำหรับเด็กชาวดัมฟรีย์ อายุ $5\frac{1}{2}$ - 11 ปี จำนวน 608 คน เครื่องที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบโปรเกรสซีฟแมทริซีส ฉบับสี พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเชาว์ปัญญาจากแบบทดสอบโปรเกรสซีฟแมทริซีสแมทริซีส ฉบับสี เพิ่มขึ้นตามอายุ และเกณฑ์ปกติที่สร้างมีลักษณะเป็นตำแหน่ง เปอร์เซนต์ไทล์จำแนกระดับเชาว์ปัญญาของกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า การสร้างเกณฑ์ปกติจะมีการสร้างแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การสร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้คะแนน T ปกติ และการสร้างเกณฑ์ปกติ โดย

ใช้เปอร์เซนต์ไทล์ และในประเทศไทยยังไม่มีโครสร้างเกณฑ์ปกติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนอายุ 11-13 ปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ