

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ขอเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ หัวข้อ และรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

2.2 วิธีการศึกษาของเพียเจต์

2.3 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

2.3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

2.3.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.4 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

2.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเชาว์ปัญญาและความคิดสร้างสรรค์

2.6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางสติปัญญา ตามทฤษฎี

ของเพียเจต์

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์เป็นทฤษฎีที่แพร่หลายมากที่สุด ในปัจจุบัน ซึ่งกล่าวถึงพัฒนาการของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งถึงอายุ 14 ปี หรือมากกว่า โดยที่ กิ่งฟ้า (อ้างถึงในพิทยา, 2532) อธิบายว่า เพียเจต์ได้กล่าวว่าพัฒนาการทางสติปัญญานั้นจะเกิดควบคู่ไปกับการเรียนรู้ หรือการเรียนรู้เป็นผลผลิตของการพัฒนาการ ซึ่งการเรียนรู้และพัฒนาการนั้นมีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งเพียเจต์ได้

ให้ความหมายของการเรียนรู้ว่า "การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเฉพาะบุคคล และเฉพาะเรื่อง โดยผู้เรียนต้องกระทำต่อวัตถุ ปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีสิ่งเร้าชักจูงให้เกิดการกระทำ ส่วนพัฒนาการทางสติปัญญานั้น เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบนรากฐานของการพัฒนาทางกายภาพ คนเราเติบโตจากครรภ์มารดา เป็นเด็กแรกเกิด เป็นทารก เด็กเล็ก ๆ สู้วัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่เป็นพัฒนาการทางด้านกายภาพและมีพัฒนาการทางด้านชีวภาพของสมองคือ รู้จักคิด มีวุฒิภาวะที่เหมาะสมกับวัย มีความพร้อมที่จะสามารถรับรู้ เข้าใจหรือเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้"

บุคคลแต่ละคนจะมีพัฒนาการทางสติปัญญาช้าหรือเร็ว ต่างกันแต่อย่างไรก็ดี พัฒนาการต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จากการศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาตาม ทฤษฎีของเพียเจต์ พอที่จะสรุปได้ดังต่อไปนี้ (กึ่งฟ้า อ้างถึงใน พิชยา, 2532)

1. พัฒนาการทางสติปัญญาจะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่กระโดดข้ามขั้น
2. อายุในแต่ละขั้นไม่ตายตัว เป็นเรื่องบังเอิญอย่างคร่าว ๆ เช่นเด็กอายุ 12 ปี 2 คน คนหนึ่งอาจมีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นปฏิบัติการรูปธรรมอีก คนหนึ่ง อาจมีขั้นพัฒนาการในขั้นปฏิบัติการนามธรรม
3. การเรียนรู้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของพัฒนาการและความรู้เรื่องพัฒนาการ จะช่วยอธิบายการเรียนรู้ได้
4. การจัดและนำเสนอประสบการณ์ที่เหมาะสมกับสติปัญญาของผู้เรียน จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างฉับไว และมีส่วนช่วยเสริมให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางสติปัญญาเพิ่มพูน
5. แม้ผู้เรียนจะมีสติปัญญาการคิดแบบนามธรรมแล้ว แต่การเรียนรู้มนโหมติ อาจช้าหรือเร็วต่างกัน

ตามทฤษฎีของเพียเจต์นั้น (Phillips Jr. อ้างถึงใน พิชยา, 2532) ถือว่าสติปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นคุณสมบัติที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด ได้แก่ความสามารถในการจัดระบบของการกระทำให้ต่อเนื่องกัน อย่างมีระบบ (Organization) และความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม (Adaptation) ความสามารถทั้งสองประการนี้ก่อให้เกิดสติปัญญาในส่วนที่สอง ที่เป็นส่วนที่ค่อย ๆ พัฒนาตั้งแต่แรกเกิดเป็นต้นไป พัฒนาการดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นและ

เจริญต่อไปก็ต่อเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมซึ่งจะทำให้บุคคลต้องปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibration) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์นั้นเกิดขึ้นเนื่องจากการปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลนั่นเอง อย่างไรก็ตามสภาวะสมดุลจะอยู่เพียงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น และเมื่อบุคคลได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือได้รับประสบการณ์ใหม่สภาวะไม่สมดุลก็จะเกิดขึ้น อันทำให้บุคคลจะต้องปรับตัวอีก การเคลื่อนจากสภาวะไม่สมดุลไปสู่สภาวะสมดุล จะมีอยู่เป็นระยะ ๆ และทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาเป็นขั้น ๆ

สำหรับการแบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา ตามทฤษฎีของเพียเจต์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ (Inhelder และ Piaget อ้างถึงในภุมรินทร์, 2529)

1. ขั้นประสาทสัมผัสการเคลื่อนไหว (Sensory-motor Stage) อายุแรกเกิด - 2 ปี
2. ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) อายุ 2-7 ปี
3. ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อายุ 7-11 ปี
4. ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage) อายุ 11-14 ปี หรือมากกว่า

เพียเจต์กล่าวว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของเขานั้น จะไม่มีลักษณะที่ก้าวเด็กเลื่อน (Move) จากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่งโดยแยกจากกันอย่างเด็ดขาด เหมือนกับขั้นของบันได แต่พัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ (Flow Stage) (Elkind อ้างถึงในพิชยา, 2532)

ต่อไปนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทั้ง 4 ขั้นตอนโดยละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Stage) อายุแรกเกิด- 2 ปี

อาภา (อ้างถึงในพิชยา, 2532) ได้อธิบายลักษณะของพัฒนาการในขั้นนี้ว่า เด็กค่อย ๆ พัฒนาการรับรู้ การสัมผัส และการเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อสำรวจ และตอบสนอง ต่อสิ่งแวดล้อม ถ้ายังได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากเท่าใด เด็กก็จะยิ่งพัฒนาความสามารถในการจัดการกระทำกับสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

พัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นนี้ สามารถแบ่งออกเป็นขั้นย่อย ๆ ได้ดังนี้ (สุรางค์, 2513)

1.1 Reflexive (อายุ 0-1 เดือน) ขั้นนี้ประกอบด้วยพฤติกรรมของเด็กก่อนที่เกี่ยวกับ Reflex อย่างง่าย ๆ เช่น การดูด การไขว่คว้าของเด็กก่อน พฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมที่เรียกว่า พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวกับการเรียนรู้

1.2 Primary Circular Reaction (อายุ 1-4 เดือนครึ่ง) พฤติกรรมของเด็กก่อนในขั้นนี้มักจะถือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งแวดล้อมเคลื่อนไหวของตนเอง พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นเพียงการเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งแต่ขาดการประสานงาน พฤติกรรมในขั้นนี้มักจะเป็นพฤติกรรมที่ซ้ำ ๆ และง่าย ๆ และปราศจากความมุ่งหมาย ความสนใจมักจะอยู่ที่ความเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น เด็กจะเล่นมือ กำมือและเปิดทำอยู่อย่างนี้ซ้ำซาก หรือกระตุกผ้าห่มซ้ำ ๆ

1.3 Secondary Circular Reaction (อายุ 4 เดือนครึ่ง - 9 เดือน) ขั้นนี้เพื่อบอกกล่าวว่าเป็นขั้นที่เด็กก่อนแสดงพฤติกรรมโดยมีความตั้งใจ หรือมีความมุ่งหมาย เด็กขั้นนี้จะเริ่มทำพฤติกรรมซ้ำ ๆ เพราะความสนใจในผลของพฤติกรรมนั้นเป็นต้นว่า เด็กจะเตะหรือกระตุกเท้าเพื่อจะให้ตุ๊กตาที่แขวนอยู่ในเปลสั่น หรือเคลื่อนไหว หรือจะสั่นเครื่องเล่นเพราะสนใจเสียงที่เกิดจากการสั่น เพื่อบอกกล่าว ว่าในขั้นนี้เด็กทำพฤติกรรมซ้ำ โดยความมุ่งหมายที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลง ในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวเอง

1.4 Coordination Of Secondary Reaction (อายุ 9 เดือน-10 เดือน) เพื่อบอกกล่าวว่าเป็นขั้นที่เด็กก่อนเริ่มที่จะแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ ขั้นนี้เด็กก่อนเริ่มใช้พฤติกรรมในอดีตที่ผ่านมาช่วยในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้เด็กก่อนอาจจะผลักหมอนเพื่อเอาตุ๊กตาที่ซ่อนอยู่ แต่ในขั้นที่ 1.3 การผลักหมอนของเด็กก่อนเป็นแค่

เพียงเห็นหมอนเริ่มล้มลงไป ชั้นนี้เด็กอ่อนแยกความต้องการ และไม่ต้องการออกจากกัน และสามารถที่จะเลียนแบบการเคลื่อนไหว ของผู้อื่น พฤติกรรมชั้นนี้มักจะเป็นเครื่องมือที่จะช่วยแก้ปัญหาในสิ่งที่ตนเองอยากได้

1.5 Tertiary Circular Reactions (อายุ 12 เดือน-18 เดือน)

ในชั้นนี้เพียเจต์กล่าวว่า เด็กอ่อนเริ่มจะทดลองพฤติกรรมแบบถุกผิด (Trial and Error) เด็กอ่อนมีความสนใจผลของพฤติกรรมใหม่ ๆ มักจะทดลองทำดูหลาย ๆ แบบและสนใจผลที่เกิดขึ้น ชั้นนี้ต่างจากชั้น Secondary Circular Reactions ตรงที่ เด็กอ่อนไม่เพียงแต่สนใจจะทำซ้ำ ๆ แต่จะเปลี่ยนแปลงให้เกิดความใหม่อยู่เสมอ เพียเจต์ได้สังเกตบุตรของท่านเอง (Laurent) ซึ่งในขณะนั้นมีอายุได้ 10 เดือน ได้บันทึกไว้ว่าวันหนึ่ง Laurent ได้ค้นพบการตกของสิ่งของ โดยโยนกล่องสบู่ขึ้นในอากาศแล้วปล่อยให้ตก ในขณะที่ Laurent ค้นพบแกกำลังอยู่ในท่านอนเพียเจต์พบว่า Laurent ตูสนใจการตกของกล่องสบู่ในท่าต่าง ๆ เพียเจต์สรุปว่าพฤติกรรมของเด็กอ่อนในชั้นนี้ เป็นการทดลองสิ่งแวดลอม ไม่แต่เพียงเพื่อจะดูว่าอะไรเกิดขึ้น แต่มีความมุ่งหมาย มีความคิดริเริ่ม ในการแสดงพฤติกรรมเพียเจต์กล่าวว่าความคิดริเริ่มเป็นคุณสมบัติที่สำคัญเหนือเข้าไว้

1.6 Invention Of Newmean Through Mental Combinating

(อายุ 18 เดือน- 2 ปี) ชั้นนี้เป็นขั้นสุดท้ายและเป็นชั้นที่เด็กอ่อนแสดงความคิดก้าวหน้าในระดับสติปัญญา และความคิด ในชั้นนี้ถ้าเด็กจะแก้ปัญหาใหม่ที่ตนประสบ แต่ไม่มีวิธีการที่จะแก้ปัญหามาแต่ก่อนเด็กในชั้นนี้จะรู้จักประดิษฐ์วิธีการใหม่ ๆ ขึ้น แต่วิธีการประดิษฐ์นั้นจะเป็นแต่เพียง Trial and Error ในชั้น 1.5 แต่เป็นวิธีการแสดงว่าเด็กเริ่มใช้ความคิด ตัวอย่างที่ เพียเจต์ ได้สังเกตบุตรของท่าน (Lacienne) เมื่ออายุ 1 ปี 4 เดือน โดยทดลองใช้กล่องไม้ขีดที่ปิดไม่สนิท เปิดประมาณ 3 มิลลิเมตร และในกล่องไม้ขีดใส่ไขเล็ก ๆ ไว้ ซึ่ง Lacienne สามารถมองเห็น จากการสังเกตพบว่า Lacienne ตูกล่องไม้ขีดในขณะเดียวกันก็อ้าปากที่ละน้อย ๆ และกว้างขึ้น ๆ ขณะเดียวกันก็หยิบกล่องไม้ขีดแล้วเปิดกล่องให้กว้างแล้วหยิบเอาไขเล็ก ๆ ออกมา ซึ่งแสดงว่าเด็กในชั้นนี้ สามารถที่จะคิดในใจและอนุมานการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างอีกอันหนึ่งซึ่งจะช่วยให้เข้าใจระดับสติปัญญาของเด็กในชั้นนี้ ซึ่งได้จากการ

สังเกตของเพียเจต์เอง โดยบันทึกไว้ว่าวันหนึ่งบุตรของท่าน (Lacienne) อายุได้ 1 ปี 6 เดือน) Lacienne เล่นรถลากตุ๊กตาเป็นครั้งแรก รถลากนั้นมีคันถือและผลักรถลากไปข้างหน้า จนในที่สุดรถลากหยุดเพราะว่า Lacienne ผลักไปถูกฝาผนังของห้องและไม่สามารถจะผลักต่อไปอีก Lacienne จึงถือคันถือและเดินถอยหลังแต่ไปได้ไกลไม่เท่าไรก็หยุดยืนสักครู่หนึ่ง (คล้ายกับว่าจะคิดแก้ปัญหาอย่างไรดี) และทันทีทันใด Lacienne ก็ได้เปลี่ยนที่ยืนโดยเดินไปอีกข้างหนึ่งของรถลากและผลักรถไปข้างหน้า ขึ้นนี้ เพียเจต์สรุปว่า เด็กจะเริ่มเรียนรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อม และสามารถที่จะอนุมานความสัมพันธ์ของเหตุและผลได้ เด็กในขั้นนี้สามารถที่จะจินตนาการก่อนที่จะแสดงพฤติกรรม เด็กขั้นนี้สามารถที่จะเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่โดยไม่จำเป็นต้องเห็นตัวอย่างแสดงจริง ๆ แต่เลียนแบบจากความจำ

กึ่งฟ้า (อ้างถึงใน มานีสา, 2530) สรุปขึ้นประสาทสัมผัสการเคลื่อนไหว (Sensori-Motor Stage) ว่าเป็นขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา ความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กก่อนจะรู้และใช้ภาษาได้ เพียเจต์กล่าวว่าสติปัญญาของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยทางกิจกรรม (Actions) เด็กสามารถที่จะแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กในวัยนี้จำเป็นต้องมีโอกาส ที่จะสามารถปะทะกับสิ่งแวดล้อมได้ด้วยตนเอง และแสดงพฤติกรรมเพราะการปะทะกับสิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพัฒนาการด้านสติปัญญาและความคิด และได้แยกให้เห็นถึงความสามารถในการเรียนรู้ของขั้นนี้อย่างชัดเจนดังนี้

1. รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า มีปฏิกิริยาสะท้อนและแสดงความสามารถในการเคลื่อนไหวเพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะหน้าขึ้น ๆ
2. พัฒนาการเรื่องการใช้อวัยวะต่าง ๆ สัมผัสกับสิ่งของและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม
3. เริ่มเข้าใจการคงอยู่ของวัตถุ เป็นการเริ่มต้นการเรียนรู้เรื่องมิติกับเวลา
4. เริ่มเข้าใจภาษาสื่อสารได้
5. พัฒนาการเล่นแบบเล่นคนเดียว เป็นการเล่นแบบเด็กอื่น ๆ และมีการเล่นแบบกลุ่มได้บ้าง

ขั้นนี้เป็นขั้นสำคัญและเป็นรากฐานในการพัฒนาขั้นถัดไป

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) อายุ 2-7 ปี

Sund และ Throbridge (อ้างถึงใน สมปอง, 2530) อธิบายลักษณะของเด็กในขั้นนี้ว่า การคิดและการตอบสนองของเด็กมีจำกัด ลักษณะของพัฒนาการในขั้นนี้มีดังนี้

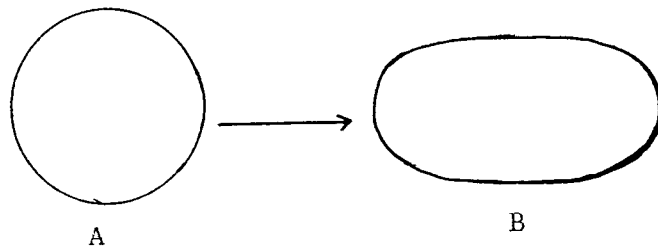
2.1 เด็กไม่สามารถใช้ Operation เพราะไม่สามารถใช้ความคิดเชิงเหตุผล (Logical Operation) ซึ่งได้แก่การบวกหรือการรวมเข้าด้วยกัน (Adding หรือ Combining) การลบหรือการหักลบออกจากกัน (Subtracting) การคูณหรือการบวกซ้ำ ๆ (Muttiplying) การหารหรือการลบออกซ้ำ ๆ กัน (Dividing) การจัดลำดับต่อเนื่องเช่นการเข้าแถว (Correspondence) การเปรียบเทียบโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ เช่น มากกว่า น้อยกว่า (Placing in order) การแทนที่ด้วยสิ่งอื่น ๆ เหมือน ๆ กัน (Substituting) การแปรกลับไปกลับมา (Reversibility)

เด็กในขั้นนี้มีการกระทำต่าง ๆ มากขึ้น สิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงพฤติกรรม เด็กจะสามารถแสดงออกมาจากสมองในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เช่นสามารถคิดได้ว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ได้ก่อนที่จะเห็นวัตถุเคลื่อนที่ นอกจากนี้เด็กขั้นนี้สามารถใช้ Infra Logical Operation บางชนิดได้ เช่น การสังเกต การกะประมาณ การรู้จักปัจจุบันการรู้จักความแตกต่างระหว่างปัจจุบันกับอดีต อนาคต ในช่วงเวลาสั้น ๆ เป็นต้น

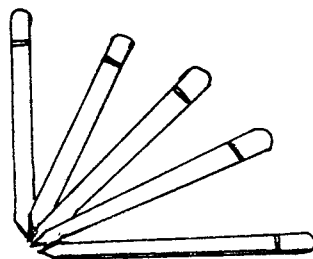
2.2 การตอบสนองของเด็กมีจำกัด เนื่องจากเด็กไม่สามารถใช้ Operation ได้ดังนั้นเขาจึงสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างจำกัด

2.3 การยึดศูนย์กลางในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เด็กในขั้นก่อนปฏิบัติการจะสนใจเฉพาะสิ่งที่เห็นเด่นชัด หรือส่วนใดส่วนหนึ่งเฉพาะสิ่งที่เห็นเด่นชัด หรือส่วนใดส่วนหนึ่งเฉพาะ เขาจะไม่มีความสามารถเชื่อมโยงตัวแปรที่เกี่ยวข้องในปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เขาเผชิญอยู่ เช่นนำดินน้ำมันก้อนกลม ๆ แบบลูกบอลมาให้เด็กดู แล้วปั้นให้มีรูปร่างยาวขึ้น เด็กจะสนใจเฉพาะความยาวที่ปรากฏ โดยลืมไปว่า ได้มีการเปลี่ยนแปลงดินน้ำมันก้อนเดิม จากลักษณะที่เป็นรูปกลม ๆ มาเป็นลักษณะใหม่ ถ้า

ถามเด็กว่าระหว่างดินน้ำมันที่มีรูปร่างกลมกับรูปร่างยาวนั้น ลูกใตมน้ำหนักมากกว่ากัน
เด็กจะตอบว่าดินน้ำมันที่มีรูปร่างยาวมีน้ำหนักมากกว่า (ดังรูป)



2.4 สามารถจัดตำแหน่งของวัตถุได้เฉพาะวัตถุนั้นอยู่หนึ่ง ๆ แต่ไม่สามารถบอกตำแหน่งระหว่างการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่นให้เด็กในชั้นนี้เรียงลำดับรูปภาพการล้มของดินสอในแนวตั้ง เป็นแนวนอน เด็กจะสามารถเรียงภาพแรกและภาพสุดท้ายได้ถูกต้อง แต่ภาพอื่น ๆ ที่แสดงการล้มของดินสอ จะไม่สามารถเรียงลำดับได้ (ดังรูป)



2.5 เด็กไม่สามารถใช้การคิดแปรกลับไปกลับมาได้ เด็กในชั้นนี้ไม่สามารถคิดแปรกลับไปกลับมาได้ เช่นถ้าถามว่า "ลูกไก่คืออะไร" เด็กจะตอบว่า "เป็นสัตว์ปีกชนิดหนึ่ง" ถ้าถามต่อไปว่า "อะไรจะเกิดขึ้นถ้าสัตว์ปีกตายหมด จะเหลือลูกไก่อยู่หรือไม่" เด็กจะตอบว่าจะเหลือลูกไก่อยู่ เพราะมันวิ่งหนีไป เป็นต้น เด็กจะไม่สามารถคิดได้ว่าลูกไก่ก็เป็นสัตว์ปีกด้วย เมื่อสัตว์ปีกทั้งหมดถูกฆ่าตายลูกไก่ก็ควรจะตายด้วย เด็กไม่สามารถคิดย้อนกลับมาว่า สมาชิกแต่ละตัวเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม และกลุ่มนั้นมีสมาชิกแต่ละตัวเป็นองค์ประกอบ

2.6 ความเข้าใจเรื่องความเปลี่ยนแปลงและความน่าจะเป็นยังไม่เกิดขึ้น เด็กในชั้นก่อนปฏิบัติการไม่เข้าใจเรื่องการเปลี่ยนแปลงและความน่าจะเป็น จึงทำให้เกิดความยุ่งยากถ้าจะให้คิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงต่อเรื่องที่จะเกิดขึ้น

2.7 การอธิบายสิ่งต่าง ๆ ของเด็กในชั้นนี้จะมีลักษณะในทำนองสิ่งเหล่านั้นเป็นสิ่งที่มีชีวิต และสามารถสร้างขึ้นได้ เช่นถ้าถามเด็กว่า "ภูเขาไฟเกิดขึ้นได้อย่างไร" เด็กในชั้นก่อนปฏิบัติการจะตอบว่ายักษ์เป็นผู้สร้าง และเด็กจะคิดว่าทุกสิ่งทุกอย่างมีความรู้สึกนึกคิด เช่น เด็กจะบอกว่าดวงอาทิตย์และดวงจันทร์เคลื่อนที่เพราะต้องการจะเคลื่อนเป็นต้น

2.8 การสืบสนระหว่างการเล่นกับความจริง เด็กในชั้นก่อนปฏิบัติการไม่สามารถแยกการเล่นออกจากความจริงได้ ทำให้เด็กไม่สามารถพัฒนาความคิดในการคิดหาเหตุผลได้อย่างเพียงพอ เพราะเด็กจะทำตามอำเภอใจ มากกว่าการที่จะเป็นเหตุผลอย่างแท้จริง

2.9 การยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentric) เด็กในชั้นนี้จะยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่คำนึงถึงคนอื่นและเหตุผลอื่นที่แตกต่างไปจากของตน เช่น เด็กจะพูดไปด้วยในขณะที่เล่นคนเดียว เขาคิดว่าสิ่งที่เขามองเห็นนั้น คนอื่นจะมองเห็นในลักษณะเดียวกับเขา การยึดตนเองเป็นศูนย์กลางนี้ จะลดลงเมื่อเด็กได้มีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นในสังคม

2.10 เด็กจะเริ่มมีมโนคติเกี่ยวกับเวลากว้างขึ้น และเข้าใจว่ามีทั้งอดีต ปัจจุบันและอนาคตในช่วงเวลาระยะสั้น ๆ เขาจะเริ่มมีความเข้าใจในเรื่องมิติ ในลักษณะครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น เช่น มีสนามเด็กเล่นที่บ้านของตนเอง และที่บ้านของเพื่อนด้วย

กึ่งฟ้า (อ้างถึงใน พิทยา, 2532) สรุปลักษณะเฉพาะของพัฒนาการ และความสามารถในการเรียนรู้ ของเด็กในชั้นพัฒนาการก่อนปฏิบัติการดังนี้

1) ใช้จินตนาการและภาษาของตนเองเป็นเครื่องมือสื่อสาร และแสดงออกถึงความรู้สึกอย่างง่าย ๆ

2) มีความคิดเป็นแบบทางเดียวแปรกลับไปกลับมาไม่ได้

3) มีเหตุผลที่ขึ้นกับความต้องการและความพอใจของตนเองเพียงผู้เดียว ไม่เข้าใจเหตุผลของผู้อื่น

4) แก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก

5) ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตัวเดียว

6) ไม่มีความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

7) เข้าใจเรื่องของปัจจุบันกาลได้ดี เรื่องอดีตกาลได้บ้างและเชื่อมโยงกันได้ในบางครั้ง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปถึงอนาคตได้

8) ชอบเลียนแบบและเล่นเกมสมมติ

9) เริ่มที่จะแยกประเภท หรือเรียงลำดับเหตุการณ์ได้บ้าง แต่ขึ้นอยู่กับตัวแปรเพียงตัวเดียว ที่ตนเองพึงพอใจ

3. ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage)

อายุ 7-11 ปี

สาเหตุที่เรียกว่า Concrete เพราะความนึกคิดของเด็กในวัยนี้เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรง (Direct Experience) เขาจะใช้ความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏมีตัวตนและลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ เช่น น้ำหนัก สี และเนื้อของวัตถุ นอกจากนี้เด็กเริ่มมีการกระทำเนื่องจากการพัฒนาความสามารถทางสมอง (Mental Operation) ซึ่งได้แก่การอนุรักษ์ (Conservation) ความคิดแปรกลับมาได้ (Reversibility) การจัดจำแนก (Classification) ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์และการใช้ตัวเลขและความสามารถในการตั้งสมมติฐาน การที่เด็กมีพัฒนาการทางสมอง เป็นหัวใจในการพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเพียเจต์เชื่อว่าสติปัญญาเกิดจากการกระทำกับวัตถุ สิ่งของและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อมหนึ่ง ซึ่งต้องใช้ตรรกปฏิบัติ (Logical Operation) ชั่วทั้งสิ้น (กึ่งฟ้าอ้างถึงใน มานีสา, 2530) ซึ่งรายละเอียดของพัฒนาการของเด็กวัยนี้แต่ละด้านมีดังนี้

3.1 การอนุรักษ์ (Conservation) การอนุรักษ์เป็นการตระหนัก

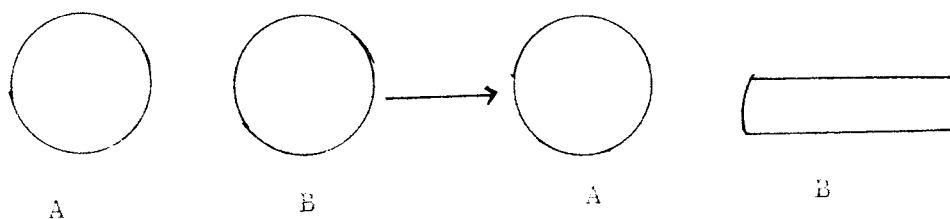
ถึงความเปลี่ยนแปลงของวัตถุทางกายภาพ เช่นรูปร่าง ความยาว กว้างตื้นหนา และขนาด โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเนื้อสาระของสิ่งนั้น การอนุรักษ์มีหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีความยากง่ายต่างกันดังนี้ (กึ่งฟ้า อ้างถึงในมานีสา, 2530)

ตารางที่ 1 แสดงการพัฒนาของमान्मतिของการอนุรักษ์ (Conservation concept) (กิ่งฟ้าอ้างถึงใน มานิสสา, 2530)

ชนิดของการอนุรักษ์ (Types of conservation)	อายุโดยประมาณ
การอนุรักษ์มวล (Conservation of Substance)	6-7 ปี
การอนุรักษ์จำนวน (Conservation of Number)	6-7 ปี
การอนุรักษ์ของเหลว (Conservation of Continuous Quantity)	6-7 ปี
การอนุรักษ์ความยาว (Conservation of length)	7-8 ปี
การอนุรักษ์พื้นที่ (Conservation of Area)	7-8 ปี
การอนุรักษ์ปริมาตร (Conservation of Displacement Volume)	11-12 ปี

3.1.1 การอนุรักษ์มวล (Conservation of Substance)

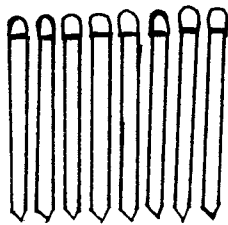
อายุประมาณ 6-7 ปี เด็กสามารถอนุรักษ์มวลได้ ตัวอย่างเช่นดินน้ำมัน 2 ก้อน มีขนาดเท่ากัน (A และ B) แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างก็ยังมีน้ำหนักเท่าเดิม ดังรูป



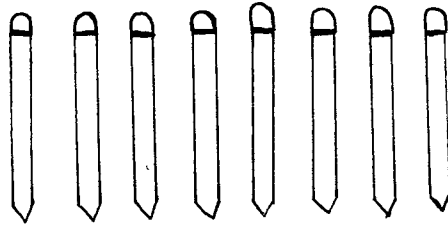
3.1.2 การอนุรักษ์จำนวน (Conservation of Number)

อายุประมาณ 6-7 ปี เป็นการจัดเรียงสิ่งของใหม่ ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวน

ตัวอย่างเช่นแบ่งดินสอออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 แท่งเท่า ๆ กัน กลุ่มหนึ่ง (A) วางดินสอติดกัน อีกกลุ่มหนึ่ง (B) วางดินสอห่างกัน ดังรูป แล้วถามเด็กว่า ดินสอในกลุ่มทั้งสองเท่ากันหรือไม่ เด็กในชั้นปฏิบัติการจะตอบว่ามีจำนวนดินสอเท่ากัน



A



B

3.1.3 การอนุรักษ์ของเหลว (Conservation of Continuous quantity) อายุประมาณ 6-7 ปี เป็นการเปลี่ยนภาชนะที่บรรจุสิ่งของหรือวัตถุ ซึ่งจะไม่ทำให้ปริมาณของสิ่งของเหล่านั้นเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น เมื่อใส่น้ำลงในแก้วที่มีขนาดของแก้วและปริมาณเท่ากัน 2 ใบ ถ้าเทน้ำจากแก้วใบหนึ่งใส่แก้วที่มีทรงสูงแต่แคบ ส่วนอีกใบหนึ่งเทใส่วัสดุทรงกว้างแต่ตื้น เด็กจะสามารถตอบได้ว่า ปริมาณน้ำที่มีรูปทรงแตกต่างกัน จะมีปริมาณเท่ากัน ดังรูป



A



B



A



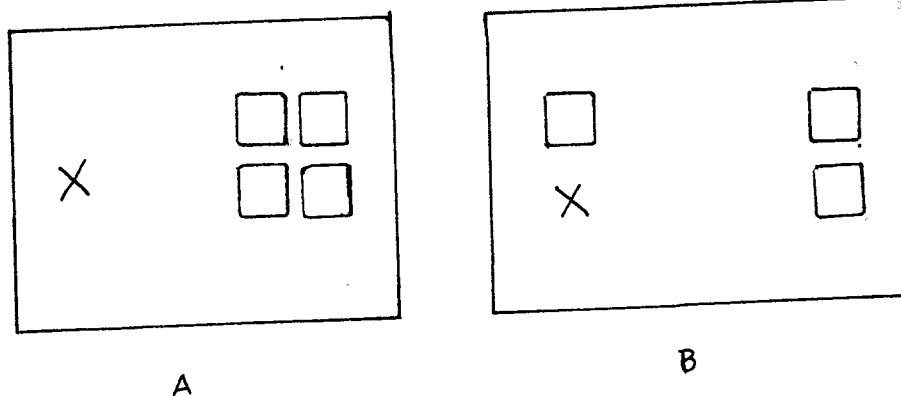
B

3.1.4 การอนุรักษ์ความยาว (Conservation of Length) อายุประมาณ 7-8 ปี เป็นการเปลี่ยนทิศทางของเส้น ซึ่งไม่มีผลทำให้ความยาวเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่นหลอดกาแฟยาวเปลี่ยนไป ดังรูป



3.1.5 การอนุรักษ์พื้นที่ (Conservation of Area)

อายุ 7-8 ปี พื้นที่ที่ถูกครอบคลุมด้วยกระดาษที่ตัดเป็น 2 ส่วน จะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ที่ถูกครอบคลุมด้วยกระดาษทั้งแผ่นนั้น ตัวอย่างเช่น นำรูป 2 รูป A และ B มาแสดงให้นักเรียนดู โดยให้รูปสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ภายในแทนหลุมและเครื่องหมายกากบาทแทนวัว



3.1.6 การอนุรักษ์ปริมาตร (Conservation of Displacement volume) อายุประมาณ 11-12 ปี ตัวอย่างเช่น นำลูกบอลมา 1 ลูกแล้วตัดออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน เมื่อนำแต่ละส่วนหย่อนลงไปในช่องเหลว พบว่าปริมาตรของเหลวที่ล้นออกมาหรือเพิ่มขึ้นเท่ากับหย่อนลูกบอลทั้งลูก ลงในช่องเหลวนั้น

3.2 ความคิดเกี่ยวกับการจำแนกประเภท (Classification) ความสามารถในการจำแนกสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่อย่างเป็นระบบ เป็นรากฐานอันสำคัญของการพัฒนาทางความคิด (Intellectual Thought) ความสัมพันธ์ในด้านนี้จะช่วยทำให้ การเก็บเรื่องราวต่าง ๆ เข้าไว้ในสมองอย่างเป็นระเบียบ สะดวกต่อการวิเคราะห์หาเหตุผลและทำความเข้าใจ ความคิดเกี่ยวกับการจำแนกประเภทมีหลายแบบแต่ละแบบมีความยากง่ายต่างกันดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงลำดับขั้นของการจำแนกประเภท (กิ่งฟ้า อ่างถึงในมานิสา, 2530)

ลำดับที่	ชนิดของการจำแนกประเภท	อายุ (ปี)
1.	การแบ่งกลุ่มตามคุณสมบัติเพียงลักษณะเดียวที่มองเห็น หรือรับรู้ (Grouping Perceptually)	3-4 ปี
2.	การจัดกลุ่มโดยใช้ความนึกคิดทางสมอง และพิจารณาคุณสมบัติรวม (Grouping Mentally)	3-4 ปี
3.	การจัดกลุ่มแบบพหุคูณ โดยอาศัยคุณสมบัติมากกว่า 1 ชนิด (Multiple Classification)	4-5 ปี
4.	การจัดกลุ่มโดยคำนึงถึงความเหมือนและความแตกต่าง (Grouping by Recognizing Difference)	4-5 ปี
5.	การจัดกลุ่มย่อยรวมอยู่ในกลุ่มใหญ่ (Class Inclusion)	5-6 ปี
6.	การแบ่งกลุ่มย่อยต่าง ๆ เข้าเป็นกลุ่มใหญ่ (Grouping by Ascending Hierarchy)	7-8 ปี
7.	การจัดกลุ่มโดยเรียงลำดับจากกลุ่มใหญ่ (Grouping by Descending Hierarchy)	9-10 ปี
8.	การแบ่งกลุ่มในลักษณะที่ซับซ้อน โดยใช้เกณฑ์หลาย ๆ ชนิด (Establishing Multiple Criteria)	11-14 ปี

การจำแนกประเภทตามลำดับอายุสามารถอธิบายได้ดังนี้ (กิ่งฟ้า อ่างถึงในมานิสา, 2530)

3.2.1 การจัดแบ่งกลุ่มตามคุณสมบัติเพียงลักษณะเดียวที่มองเห็น หรือรับรู้ (Grouping Perceptual) อายุประมาณ 3-4 ปี จะพบว่าเด็กจะค่อย ๆ มีความสามารถในด้านนี้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญก็คือการทำให้เราตระหนักว่า

การจัดแบ่งกลุ่มของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมด้านการมองเห็นการรับรู้เท่านั้น เด็กมองเห็นดอกไม้สีแดงเขาจัดไว้ในกลุ่มหนึ่ง เขาไม่คิดถึงว่าดอกไม้สีขาว ซึ่งเขาควรจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้ด้วย

3.2.2 การจัดแบ่งกลุ่มโดยใช้ความนึกคิดทางสมอง และพิจารณาจากคุณสมบัติรวม (Grouping Mentally) อายุประมาณ 3-4 ปี หลังจากเด็กได้แบ่งกลุ่มของวัตถุแล้วเขาอาจคิดต่อไปอีกว่า จะมีเกณฑ์การแบ่งเป็นอย่างอื่นอีกหรือไม่ เช่นตอนแรกแบ่งตามลักษณะของสี ในตอนหลังแบ่งตามขนาด

3.2.3 การแบ่งกลุ่มแบบพหุคูณ โดยอาศัยคุณสมบัติมากกว่า 1 ชนิด (Multiple Classification) อายุประมาณ 4-5 ปี ในตอนปลายของขั้นก่อนปฏิบัติการ เด็กมักจะคิดว่าการจัดประเภทของวัตถุมีหลายวิธี ตัวอย่างเช่นให้เด็กจัดประเภทของแผ่นกระดาษ ที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่นสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม และให้มีขนาดแตกต่างกันออกไป ซึ่งเด็กสามารถแบ่งกลุ่มได้ โดยถือเกณฑ์ของสี รูปร่าง และขนาด

3.2.4 การจัดกลุ่มโดยคำนึงถึงความเหมือนและความแตกต่าง (Grouping by Recognizing Difference) อายุประมาณ 4-5 ปี ในขณะที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ เด็กจะค่อย ๆ มองเห็นลักษณะที่แตกต่างกันออกไปของวัตถุ เช่น ความแตกต่างกันในด้านรูปร่าง ขนาด ลักษณะผิว ขณะเดียวกันก็จะมองเห็นลักษณะร่วมกันของวัตถุนั้นด้วย ทำให้เด็กเรียนรู้ถึงวิธีการจัดกลุ่มของวัตถุต่าง ๆ ตามคุณลักษณะร่วมของวัตถุได้

3.2.5 การจัดแบ่งกลุ่มย่อยที่รวมอยู่ในกลุ่มใหญ่ (Class Inclusion) อายุประมาณ 5-6 ปี พบว่าของบางอย่างสามารถจัดเข้ากันได้สองชั้นพร้อมกัน เช่นเปิดจัดเป็นนก หรือเป็นสัตว์ปีกก็ได้ เพียเจต์ได้แสดงเกี่ยวกับการจัดลูกปัด ใช้ลูกปัดที่ทำด้วยไม้ 10 ลูก 2 ลูกมีสีขาวและที่เหลือ 8 ลูกมีสีดำ เมื่อนำไปกองรวมกันแล้วถามเด็กว่ามีลูกปัดสีอะไรที่มีจำนวนมากที่สุด และมีอะไรจำนวนน้อยที่สุด และถามต่อไปว่าในกองนี้ลูกปัดไม้กับลูกปัดสีดำอะไรมีจำนวนมากกว่ากัน

3.2.6 การจัดกลุ่มย่อยต่าง ๆ เข้าเป็นกลุ่มใหญ่ (Grouping by Ascending Hierachy) อายุประมาณ 7-8 ปี เด็กส่วนใหญ่เข้าใจและรับรู้การจัดกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ และสามารถจัดกลุ่มย่อยรวมเข้าเป็นกลุ่มใหญ่

3.2.7 การจัดแบ่งกลุ่มโดยเรียงลำดับจากกลุ่มใหญ่ (Grouping by Descending Hierachy) อายุประมาณ 9-10 ปี เด็กสามารถจัดกลุ่มโดยคิดแปรกลับไปได้ เด็กบางคนแม้ว่าจะสาธิตให้เห็นว่ามีความคิดแปรกลับไปได้ แต่เขาก็ยังไม่สามารถแบ่งกลุ่มย่อย กลุ่มใหญ่ เป็นกลุ่มได้

3.2.8 การจัดแบ่งกลุ่มในลักษณะที่ซับซ้อนโดยใช้เกณฑ์หลาย ๆ ชนิด อายุประมาณ 11-14 ปี เป็นความสามารถในการสร้างเกณฑ์สำหรับแบ่งกลุ่มชนิดต่าง ๆ ยังไม่มีในเด็กชั้นปฏิบัติการรูปธรรม จนกว่าเขาจะอยู่ในชั้นปฏิบัติการนามธรรมในชั้นปฏิบัติการนามธรรมนั้น เด็กสามารถสร้างเกณฑ์ที่จะใช้สำหรับแบ่งกลุ่มชนิดที่ซับซ้อนได้ เหมือนกับวิธีการที่จะจัดแบ่งของสิ่งของ ที่อยู่ในโรงเก็บหรือโกดัง

3.3 ความคิดแปรกลับไปได้ (Reversibility) เด็กในวัยนี้สามารถคิดแปรกลับไปได้แล้ว เช่นเด็กรู้ว่าเป็ดคือนกชนิดหนึ่ง ถ้าถามว่าเมื่อนกในโลกถูกฆ่าตายหมด ยังเหลือเป็ดหรือไม่ เด็กควรสามารถตอบได้ว่า เป็ดก็ยังไม่เหลืออยู่ หรือตัวอย่างการคิดแปรกลับไปได้ทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้ (กึ่งฟ้า อ้างถึงใน มานิสสา, 2530)

$$1 + 2 = 3$$

$$3 - 2 = 1 , 3 - 1 = 2$$

3.4 ความสามารถในการทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวเลข

เด็กในวัยนี้ จะมีความสามารถทางด้านการคิดคำนวณเพิ่มขึ้นแต่ไม่ได้มีความสามารถพร้อมกันหมดทุกด้าน แต่ความสามารถจากการกระทำ (Operation) จะต่อเนื่องกัน เช่น มีความสามารถในการบวกก่อน จึงจะมีความสามารถในการคูณ และต้องอาศัยความเข้าใจความหมายของตัวเลขด้วย ซึ่งเด็กที่มีความเข้าใจตัวเลขสามารถรู้ว่ามีสิ่งของกี่ชนิด ที่นำมาใช้ในการจัดแบ่งกลุ่ม เช่นเด็กอาจรู้ว่ามียางเท้า 2 ข้างและเหตุผลที่เด็กตอบเพียงพอ แสดงว่ามีความเข้าใจในเรื่องตัวเลข การที่เด็กมีความสามารถเข้าใจเรื่องตัวเลขอย่างแท้จริงเขาต้องมีความเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้ (กึ่งฟ้า อ้างถึงในมานิสสา, 2530)

1) สิ่งของทุกชนิดที่รวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน จะถูกนับว่าเป็นของเหมือนกัน แม้ว่าจะมีรูปร่างแตกต่างกันบ้าง เช่น แอปเปิ้ล แม้ว่าผลจะต่างกันบ้าง แต่ก็นับว่าเป็นแอปเปิ้ลเหมือนกัน

2) ตัวเลขของสิ่งของใด ๆ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ของสิ่งของนั้น ๆ เช่นนิ้วที่ 3 ก็อยู่ในตำแหน่งลำดับที่ 3 หรือจะเปลี่ยนก็ต่อเมื่อ เปลี่ยนตำแหน่งเริ่มต้นของตัวเลข

3) การนับสิ่งของตามลำดับได้ต้องไม่กระโดดข้ามไปมา เขาต้องเข้าใจว่าตัวเลขของสิ่งของในกลุ่มยังคงเดิม

4) เด็กจะต้องจับคู่สิ่งของที่อยู่ในมิติเดียวกันได้ เช่นถ้านำหลอดกาแฟที่เรียงใกล้กัน และห่างกัน มาจับคู่กัน ซึ่งถ้าเด็กเข้าใจจะตอบได้ว่ามีจำนวนเท่ากัน

3.5 ความเข้าใจในการตั้งสมมติฐาน

กึ่งฟ้า (อ้างถึงใน พิทยา, 2532) ได้กล่าวว่า เด็กในชั้นนี้สามารถตั้งสมมติฐานได้ซึ่งเป็นการคาดคะเนเหตุการณ์หรือผลที่เกิดขึ้นตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ และมักสนใจตัวแปรเพียงตัวเดียวและจำกัด เช่นถ้าเขาสามารถคิดได้ว่าอะไรจะเกิดขึ้นถ้าเติมบางอย่างเข้าไปในแก้ว 2 ใบที่มีของเหลวและไม่มีของเหลวบรรจุอยู่เป็นต้น

กึ่งฟ้า (2528) ได้สรุปลักษณะของเด็กชั้นปฏิบัติการรูปธรรมไว้ว่า

1) สามารถรับรู้เข้าใจเหตุการณ์สิ่งของที่มีตัวตน สัมผัสจับต้องได้ หรือมีตัวอย่างแสดงประกอบ

2) ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร 2 ตัวได้

3) เป็นขั้นเริ่มต้นของการรับรู้เข้าใจ ที่ เพียเจต์ เรียกว่า Operation ได้แก่การนับ การจำแนก การเรียงลำดับ และความสามารถในการอนุรักษ์เกี่ยวกับ มวล ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ และมีความสามารถในการอนุรักษ์ปริมาตรได้บ้าง

4) มีความคิดเชิงเหตุผลที่ต้องอาศัยสิ่งของที่มีตัวตน จับต้องได้ และต้องมีตัวอย่างแสดงประกอบ

5) คำนึงถึงเหตุผลของคนอื่น

6) ยังไม่สามารถจำแนกหรือวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา อย่างเป็นระบบหรือขั้นตอน

7) ในตอนปลายของขั้นนี้ เริ่มเข้าใจเรื่องการแทนที่ หรือการทดแทนเรื่องการจำแนกที่ซับซ้อนได้

4. ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage) อายุ 11-14 ปี

กึ่งฟ้า (2526) ได้กล่าวถึงขั้นปฏิบัติการนามธรรมไว้ว่าขั้นปฏิบัติการนามธรรมจะอยู่ในช่วงอายุ 11-14 ปี หรือมากกว่า เหตุที่เรียกชื่อนี้เพราะชนิดของการให้เหตุผล อย่างเป็นระบบและเกี่ยวข้องกับกระบวนการซับซ้อนต่าง ๆ ไม่จำกัดอยู่กับการใช้สภาพรูปธรรม หรือสิ่งของจริงเพียงอย่างเดียว แต่เป็นความสามารถจัดกระทำกับวัตถุหรือข้อมูล โดยใช้ปฏิบัติการอื่น ๆ โดยความนึกคิดของเด็กในขั้นนี้จะสูงกว่าในขั้นแรก เพราะการคิดจะมีรูปแบบเป็นการกระทำที่เฉพาะเจาะจง และมีกระบวนการ ตามรูปแบบนั้น เด็กในขั้นนี้ไม่ต้องอาศัยสภาพรูปธรรมหรือของจริงในการแก้ปัญหาอีกแล้วแต่ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรม มีสมมติฐานมากขึ้น เข้าใจปัญหาในรูปของคำพูด แสดงออกด้วยการนึกคิดโดยใช้สัญลักษณ์ ความสามารถความเข้าใจของเด็กในขั้นนี้ได้แก่

4.1 มโนมติเรื่องเวลาและมิติพื้นที่ ความเข้าใจเรื่องเวลาและมิติของเด็กในขั้นปฏิบัติการนามธรรมมีมากขึ้นถึงขั้นนามธรรมคือ คิดถึงเวลาได้กว้างขึ้น ทั้งอดีต ปัจจุบัน และ อนาคต กำหนดเวลาในการวางแผนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ รู้เข้าใจความหมายของเวลาได้อย่างแจ่มชัด ส่วนเรื่องของพื้นที่ บริเวณที่เด็กเข้าใจเกี่ยวข้องมีมากกว่า 1 มิติ สามารถนำเอามิติไปสัมพันธ์กับเวลาได้ สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงของเวลาได้ด้วย

4.2 การให้เหตุผลแบบนามธรรม (Abstract Reasoning) หมายถึงกระบวนการนึกคิดในขั้นนามธรรม คือไม่ต้องอาศัยของจริงเข้าช่วย ความสามารถในลักษณะนี้ได้แก่ การใช้ปฏิบัติการหลาย ๆ ชนิดในขณะหนึ่ง ๆ สามารถเข้าใจข้อมูลได้เป็นจำนวนมากในช่วงเวลาหนึ่ง และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งความ

สามารถเหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าเด็กเริ่มเข้าใจ เรื่องของกฎเกณฑ์ ความคิดตรรกศาสตร์ รวมทั้งคำวิพากษ์วิจารณ์ที่ซับซ้อนได้

4.3 การตั้งสมมติฐานในลักษณะอุปมาน (Hypothetical Deductive Thinking) จะแสดงออกในลักษณะตั้งสมมติฐาน ทดลองพิสูจน์และสรุปเป็นข้อมูลและมีลักษณะเป็นสมมติฐานมากกว่าข้อเท็จจริง และเด็กสามารถนำไปแก้ปัญหาได้

4.4 การให้เหตุผล (Syllogism Reasoning) เป็นลักษณะของความคิดในลักษณะการตั้งสมมติฐานแบบอุปมาน ประกอบด้วยประโยค 3 ประโยค ประโยคแรกเป็นข้อเสนหรือเป็นหลักฐาน ส่วนประโยคที่สามเป็นข้อสรุป หรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ ตัวอย่างเช่น แมลงเป็นสัตว์ที่มีลำตัว 3 ท่อนและมี 6 ขา

สัตว์ชนิดนี้มีลำตัว 3 ท่อนและมี 6 ขา

ดังนั้นสัตว์ชนิดนี้จึงเป็นแมลง

แต่การให้เหตุผลแบบ Syllogism จะเป็นความจริงได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับประโยคแรกของการให้เหตุผล ถ้าไม่เพียงพอหรือไม่เป็นความจริง เช่น

ก. สุนัขเห่า

ข. มีเสียงเห่า

ค. เสียงนั้นคงเป็นเสียงสุนัข

4.5 การเสนอความคิด (Propositional Thinking) หมายถึงความสามารถในการคิดเพื่อเสนอข้อคิดเพื่อหาคำตอบบางประการ โดยมีสมมติฐานซึ่งแสดงความสัมพันธ์ ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เช่น ถ้าฝนตกวันนี้ น้ำคงท่วม ถ้าน้ำท่วมเราคงไปโรงเรียนไม่ได้

ความสามารถในการตั้งสมมติฐานหลาย ๆ สมมติฐานที่สัมพันธ์กัน ช่วยให้เด็กในวัยนี้ให้เหตุผลได้ด้วยตนเอง และสามารถคิดค้นวิธีพิสูจน์ ความเป็นไปได้ของสมมติฐานต่าง ๆ ด้วย

4.6 การตั้งข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) หมายถึง ความสามารถในการตั้งข้อตกลงเบื้องต้น และยอมรับข้อตกลงนั้นจะเกิดขึ้นกับเด็กในขั้นนี้เท่านั้น ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการบรรยายความคิดของตนเอง และโต้แย้งความคิดของบุคคลอื่น โดยทำภายในข้อตกลงที่มีมติร่วมกัน

4.7 ความเข้าใจในการอ่านหนังสือ (Comprehension Allegory)

หมายถึงความสามารถที่จะเข้าใจการอ่านหนังสือภายใน 1 ประโยค วรรคตอน หน้า หรือในเรื่องหนึ่งแล้วให้ความหมาย ความคิดความเข้าใจทั้งหมด มาจากความเข้าใจ หลายตอนรวมกัน

4.8 การคิดแบบสะท้อน (Reflexive Thinking) หมายถึงความ

สามารถใช้ความคิด ในการย้อนกลับได้ เช่นถ้าถามว่าใครสูงที่สุด

ถ้าแดงสูงกว่าดำ ดำสูงกว่าขาว

คำตอบคือแดงสูงที่สุด หรือ ขาวเตี้ยที่สุด

ซึ่งการตอบคำถามนี้ได้ต้องใช้ความสามารถ ในการแปรกลับไปกลับมาได้ของความคิด โดยอาศัยความคิดเปรียบเทียบ และการจัดเรียงลำดับ ดังนั้นเด็กที่มีความคิดแบบ สะท้อน ก็สามารถคิดได้อย่างมีระบบ และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการแก้ปัญหา นั้น ทั้งการเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วอีกด้วย

4.9 การคิดอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional Thinking) หมายถึง

ความสามารถในการคิดอย่างเป็นสัดส่วน และคำนวณค่าของสิ่งที่คิดออกมาเป็น สัดส่วนได้ แม้ว่าจะไม่เคยเรียนรู้ เช่นการแก้ปัญหาเรื่องการสมดุลของคาน จะบ่งชี้ การแก้ปัญหาได้ และในเด็กบางกลุ่มที่มีอายุ 11-14 ปี จัดอยู่ในขั้นพัฒนาการ ขั้นรูปธรรมก็อาจมีความคิดแบบนี้ได้

4.10 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) หมายถึง

ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแปรหลายตัวและควบคุมตัวแปรบางส่วนได้ เช่นการแก้ปัญหาในการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา ซึ่งขึ้นอยู่กับความยาวของเชือกและ น้ำหนักของลูกตุ้ม เด็กในขั้นนามธรรมสามารถแยกตัวแปรและควบคุมไว้ได้ และ ทดลองทีละตัวแปรเพื่อศึกษาความถี่ของการแกว่งจะเกิดขึ้นได้ต่างกันเพราะความยาว ของเชือกที่ผูกลูกตุ้มและน้ำหนักของลูกตุ้ม ซึ่งต่างก็มีผลต่อความถี่ของการแกว่งของ ลูกตุ้มนาฬิกา

4.11 ความสามารถในการจำแนกประเภทตามลำดับ (Establishing

Hierarchical Classification) หมายถึงความสามารถในการจำแนกสิ่งของ อย่างเป็นลำดับ โดยใช้เกณฑ์ที่สร้างขึ้น เช่น การจัดแมลงโดยใช้หลักการจำแนกแมลง

มาใช้ในการจัดหนังสือหรือสิ่งของเข้าชั้น หรือใช้การจัดหมวดหมู่ในห้องสมุดก็ได้

4.12 ความคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็น (Probability) ความคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็นหมายถึง ความสามารถที่คาดคะเนล่วงหน้า เกี่ยวกับโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้น เด็กชั้นนี้จะพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะมีโอกาสดังนั้น

4.13 ความคิดเกี่ยวกับสังคมในอุดมคติ (Concieving of Idealistic societies) ความคิดของเด็กในชั้นนี้มีความคิดกว้างไกลสามารถวางแผนหรือคาดคะเนเหตุการณ์ต่าง ๆ ล่วงหน้าได้ สามารถคิดและพรรณาสังคมในอุดมคติได้ (Idealistic Society)

4.14 ตั้งทฤษฎี (Fomulation of Theories) เด็กในชั้นนี้สามารถสร้างเป็นข้อสรุป และตั้งเป็นทฤษฎีในการศึกษาหรือการทดลองได้

4.15 การคิดหาเหตุผลอย่างมีระบบ หมายถึงความสามารถที่จะจัดหมู่อย่างมีกฎเกณฑ์เป็นระบบ เช่นการทดลองเรื่องการรวมกันของสารเคมี เด็กในชั้นนี้ปฏิบัติการนามธรรมสามารถที่จะตั้งสมมติฐานการทดลองผสมสารต่าง ๆ อย่างมีกฎเกณฑ์เป็นระบบ และสามารถหาคำตอบได้ง่าย ส่วนเด็กในชั้นปฏิบัติการรูปธรรมจะคิดอย่างไม่เป็นระบบ ทำให้หาคำตอบได้ยาก หรือถ้าเพิกเฉยทำถูกแล้วก็ไม่สามารถทำซ้ำอีกได้

กึ่งฟ้า (2526) ได้สรุปความสามารถทางสติปัญญาของเด็กชั้นปฏิบัติการนามธรรมดังนี้

- 1) สร้างสมมติฐาน ทดลองพิสูจน์ สรุปเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาได้
- 2) มีความสามารถในการคิดประเมินผล
- 3) สามารถเสนอข้อคิดอย่างมีหลักการและมีเหตุผล
- 4) มีอุดมการณ์ที่สร้างขึ้นเอง
- 5) มีความคิดขั้นนามธรรมโดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรมหรือของจริง
- 6) มีความสามารถในการรับรู้เข้าใจสิ่งรอบ ๆ ตัวกว้างขึ้น ทั้งในเรื่อง

เวลาในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต

- 7) ยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างจากตนเอง

- 8) ควบคุมตัวแปรในการทดลองได้

9) ใช้สัดส่วนและอัตราส่วนได้อย่างถูกต้อง

10) ใช้ความคิดเกี่ยวกับโอกาสที่เป็นไปได้

11) สร้างทฤษฎีได้ด้วยตนเอง

ตารางที่ 3 สรุปความสามารถในการรับรู้ เข้าใจและลักษณะของเด็กในพัฒนาการทั้ง
4 ชั้น (กึ่งฟ้า , 2535)

ชั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ช่วงอายุ)	ลักษณะเฉพาะของพัฒนาการและ ความสามารถในการเรียนรู้
ชั้นที่ 1. ชั้นประสาทสัมผัสการ เคลื่อนไหว (Sensori Motor Stage) อายุแรกเกิด- 2 ปี	- รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า มีปฏิริยาสะท้อนและแสดงความสามารถในการเคลื่อนไหว เพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะหน้าในระยะสั้น ๆ - พัฒนาเรื่องการใช้อวัยวะต่าง ๆ สัมผัสกับสิ่งของและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม - เริ่มเข้าใจการคงอยู่ของวัตถุ เป็นการเริ่มต้นของการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ หรือมิติกับเวลาอย่างง่าย ๆ - เริ่มใช้ภาษาสื่อสารได้ - พัฒนาการจากการเล่นคนเดียวเป็นการเล่นตามแบบเด็กอื่น ๆ และมีการเล่นเป็นกลุ่มได้ในบางครั้ง เป็นชั้นที่สำคัญและเป็นรากฐานของพัฒนาการในขั้นถัดไป

ตารางที่ 3 สรุปความสามารถในการรับรู้ เข้าใจและลักษณะของเด็กในพัฒนาการทั้ง
ทั้ง 4 ขั้น (ต่อ)

ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ช่วงอายุ)	ลักษณะเฉพาะของพัฒนาการและ ความสามารถในการเรียนรู้
ขั้นที่ 2. ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) อายุ 2-7 ปี	- ใช้จินตนาการและภาษาของตนเอง เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร และแสดงออกถึงความรู้สึกนึกคิด อย่างง่าย ๆ - มีความคิดเป็นแบบทางเดียว แปรกลับไปกลับมาไม่ได้ - มีเหตุผลที่ขึ้นอยู่กับความต้องการและความพอใจของตนแต่เพียงผู้เดียว ไม่สามารถเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น - แก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก - ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตัวเดียว - ไม่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน - เข้าใจเรื่องปัจจุบันกาลได้ดี เรื่องอดีตกาลได้บ้าง และเชื่อมโยงกันได้บางครั้ง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปถึงอนาคตได้ - ชอบเลียนแบบและเล่นเกมสมมติ - เริ่มที่จะแยกประเภทหรือเรียงลำดับเหตุการณ์ได้บ้าง แต่เป็นไปในลักษณะขึ้นอยู่กับตัวแปรเดียว ที่ตนเองพึงพอใจ
3. ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อายุ 7-11 หรือ 12 ปี	- สามารถรับรู้และเข้าใจเหตุการณ์ สิ่งของที่มีตัวตนและสัมผัสจับต้องได้ หรือมีตัวอย่างแสดงประกอบ

ตารางที่ 3 สรุปความสามารถในการรับรู้เข้าใจและลักษณะของเด็กในพัฒนาการทั้ง
ทั้ง 4 ขั้น (ต่อ)

ขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ช่วงอายุ)	ลักษณะเฉพาะของพัฒนาการและ ความสามารถในการเรียนรู้
	- ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร 2 ตัวได้ - เป็นขั้นเริ่มต้นของการเรียนรู้ เข้าใจที่ เพื่เจตเรียกว่า Operation ได้แก่การนับ การจำแนก การเรียงลำดับ ความสามารถในการอนุรักษ์ เรื่องมวล ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ และมีความ สามารถในการอนุรักษ์เรื่องปริมาตรได้บ้าง - มีความคิดเชิงเหตุผลที่ต้องอาศัยสิ่งของที่สัมผัสได้ จับต้องได้และมีตัวอย่างประกอบ - คำนึงถึงเหตุผลของผู้อื่น - ยังไม่สามารถจำแนก หรือวิเคราะห์หาสาเหตุ ของปัญหา อย่างมีขั้นตอนหรือเป็นระบบได้ - ในตอนปลายของขั้นนี้เริ่มเข้าใจการแทนที่ หรือการทดแทน และเรื่องการจำแนกที่ซับซ้อนได้
ขั้นที่ 4. ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operational Stage อายุ 11-14 ปีหรือมากกว่า	- แสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรม เกี่ยวกับข้อคิด หรือปัญหา และเรื่องราวได้โดยไม่ต้องอาศัย ของจริงหรือสิ่งของประกอบ - จำแนกและวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่าง เป็นระบบ - จัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลาย ๆ ตัวที่เกี่ยวข้อง ได้โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว

ตารางที่ 3 สรุปความสามารถในการรับรู้ เข้าใจและลักษณะของเด็กในพัฒนาการทั้ง
ทั้ง 4 ชั้น (ต่อ)

ชั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ช่วงอายุ)	ลักษณะเฉพาะของพัฒนาการและ ความสามารถในการเรียนรู้
	- คิดย้อนกลับไปยังเรื่องราวในอดีตได้ นำมาสรุป ความหรือวิเคราะห์ข้อคิด โดยการเปรียบเทียบ หรือ วิเคราะห์ วิจารณ์ได้ - สามารถรับรู้และเข้าใจ แบบ Operation ได้ดี ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทดลอง พิสูจน์ แปรผลข้อมูล ลงความเห็นจาก ข้อมูล อนุมานผลจากข้อสรุป นำไปใช้ใน สถานการณ์อื่น ๆ ได้ - มีความสามารถในการอนุรักษ์เรื่องปริมาตรได้

อย่างไรก็ดีแม้ว่าผู้เรียนทุกคนจะมีพัฒนาการเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ในลำดับขั้นทั้งสี่ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้เรียนแต่ละคนก็มีความแตกต่างกันในเรื่องการใช้ความคิด และการแสดงออก ดังนั้นบางครั้งผู้เรียนอยู่ในช่วงอายุที่ควร จะมีพัฒนาการในขั้นปฏิบัติการนามธรรมได้แล้ว แต่ยังไม่สามารถที่จะเข้าใจในเรื่องที่เป็นนามธรรมได้ เพื่อยืนยันว่ามืองค์ประกอบ 4 ประการ ที่จะทำให้พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นไปได้ช้า หรือเร็วต่างกัน ปัจจุบันทั้ง 4 ประการคือ (กึ่งฟ้า, 2535)

1. วุฒิภาวะทางสมอง
2. ประสบการณ์ทางด้านกายภาพ
3. ประสบการณ์ทางด้านสังคมหรือการสืบทอดทางด้านสังคม
4. สภาวะสมดุล

1. วุฒิภาวะทางสมอง (Maturity of The Nervous System)

วุฒิภาวะโดยทั่วไปคือ องค์ประกอบเบื้องต้นของพัฒนาการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งแสดงให้เห็นปรากฏในรูปของความพร้อมที่จะเรียนรู้ และการปฏิบัติตนได้เหมาะสมกับวัย แต่เพียเจต์ได้กล่าวถึงวุฒิภาวะไว้ว่า เป็นวุฒิภาวะของระบบประสาทซึ่งบ่งชี้ความพร้อม หรือความไม่พร้อมที่จะเรียนรู้ได้ตามลักษณะของพัฒนาการขั้นต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางสังคม วัฒนธรรม และการเรียนรู้ที่ช่วยเร่ง หรือถ่วงให้วุฒิภาวะนั้นแตกต่างกัน พัฒนาการจึงอาจเป็นไปได้ช้าหรือเร็วไม่เท่ากัน

2. ประสบการณ์ทางด้านกายภาพหรือทางด้านสมอง (Physical Mathematic And Logical Experience)

หมายถึงสิ่งแวดล้อมที่เด็กมีความสัมผัสด้วย จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพัฒนาการทางด้านสติปัญญา เพราะขณะที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้น จะช่วยให้เขาเกิดการเรียนรู้ เนื่องจากเพียเจต์เชื่อว่า การเรียนรู้คือการที่บุคคลหนึ่งสามารถจัดกระทำกับสิ่งของ หรือวัตถุและปรากฏการณ์ ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เด็กแรกเกิดถึง 2 ปี หรือขั้นประสาทสัมผัสการเคลื่อนไหว จะเล่นกับสิ่งของและวัตถุต่าง ๆ โดยการกระทำที่ซ้ำ ๆ กัน

จนได้รับรู้ เข้าใจว่าวัตถุนั้นคงอยู่ไม่หายไปไหน แม้จะไม่อยู่ในสายตา ส่วนขั้นถัดไปคือขั้นก่อนปฏิบัติการ เด็กก็จะเล่นกับสิ่งของหรือวัตถุโดยใช้ภาษาและจินตนาการของตนเอง เพื่อเลียนแบบหรือบทบาทสมมติต่าง ๆ จนเกิดการเรียนรู้ เมื่อเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม เด็กก็จะได้เรียนรู้โดยสัมผัสกับของจริง ลงมือปฏิบัติการด้วยตนเองจนได้มีโน้ตต่าง ๆ และในขั้นปฏิบัติการนามธรรม เด็กจะเรียนรู้โน้ตต่าง ๆ ด้วยการคิดที่เป็นนามธรรม ที่ควบคู่ไปกับปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม โดยสามารถตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง สรุปผลการทดลองหรือพิสูจน์สมมติฐาน แล้วนำผลนั้นไปใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงได้ด้วย

ประสบการณ์ที่จัดให้เด็กทุกชั้นพัฒนาการควรมีจำนวนมาก พรั่งพร้อมและเหมาะสมกับความสามารถ เพื่อให้เด็กได้มีโอกาสเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้เขามีพัฒนาการอย่างสมบูรณ์สอดคล้องกับวุฒิภาวะ และมีสติปัญญาองอาจ

3. ประสบการณ์ทางสังคม (Social Experience)

เป็นประสบการณ์ที่เด็กได้รับ เมื่อเข้าสังคมและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม ประสบการณ์ทางสังคมนี้ รวมทั้งมรดกทางวัฒนธรรมและการศึกษาที่เด็กได้รับด้วย ขณะที่เด็กเข้าใจสังคมโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์กับการเล่นนั้น เขาเริ่มพัฒนาความสามารถในการนึกคิดถึงตนเองเพียงผู้เดียว ไม่คำนึงถึงผู้อื่น จากนั้นเขาเริ่มเข้าใจความคิดเห็นและเหตุผลของผู้อื่น รู้จักรับฟัง มีการสื่อสารที่ผู้อื่นเข้าใจได้ คือใช้ภาษาสังคมได้ นอกจากนั้นเด็กในทุกชั้นพัฒนาการยังได้รับการถ่ายทอดมรดกทางวัฒนธรรมอื่น ๆ ที่เขาต้องปฏิบัติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งได้แก่การอบรมเลี้ยงดู ลักษณะและวิธีการจัดการศึกษา วิธีการสื่อสาร พฤติกรรมทางสังคม ค่านิยมและความเชื่อถือในเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้เด็กแต่ละคนได้รับประสบการณ์ทางสังคมที่แตกต่างกันออกไป และเป็นผลกระทบต่อการพัฒนาการทางสติปัญญาด้วย

4. สภาวะสมดุล (Equilibration) เพียเจต์ เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบนี้ว่า สิ่งมีชีวิตหน่วยหนึ่งมีกลไกอัตโนมัติภายใน สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดภาวะสมดุลได้ สภาวะนี้เป็นสภาพของกิจกรรมทางสมอง

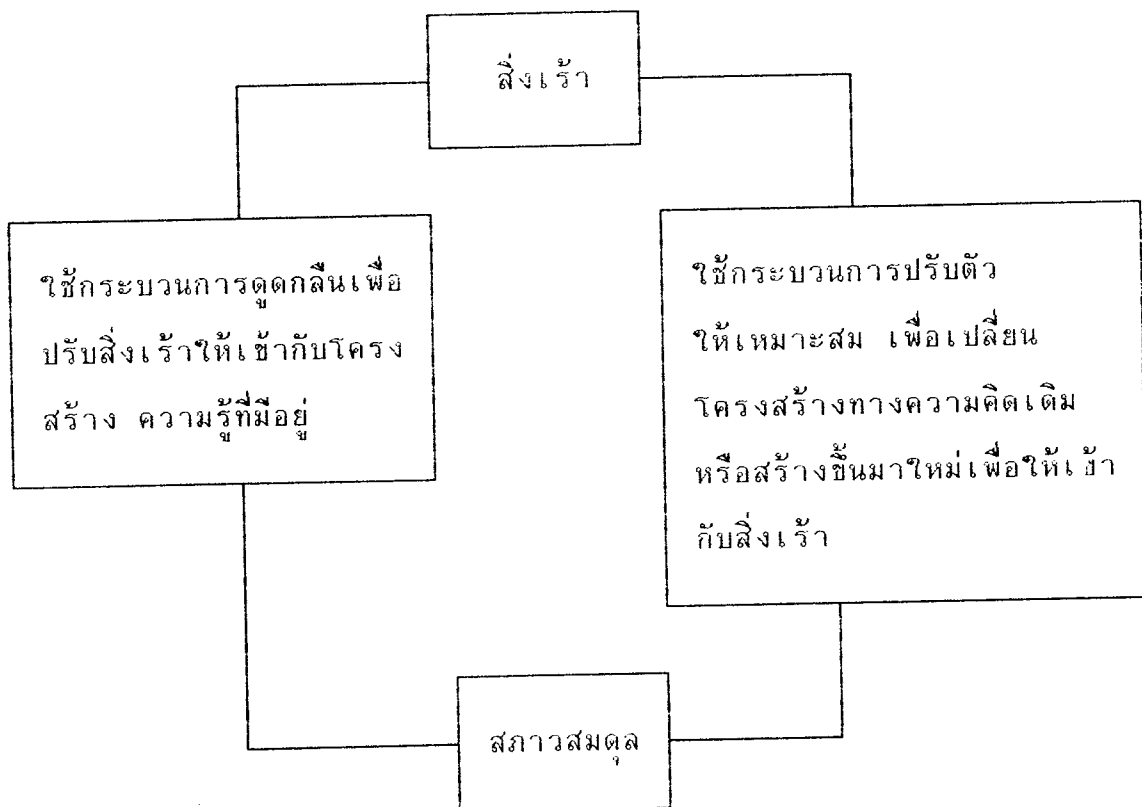
ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อย ๆ 2 ประการคือ กระบวนการดูดกลืน

(Assimilation) กระบวนการปรับตัวให้เหมาะสม (Accommodation)

4.1 กระบวนการดูดกลืน (Assimilation) คือการรับสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม ให้เข้าไปอยู่ในโครงสร้างของความรู้ที่มีอยู่

4.2 กระบวนการปรับตัวให้เหมาะสม (Accommodation) คือปรับโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ หรือโครงสร้างของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อให้เข้ากับสิ่งเร้า

พัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีกิจกรรมทางสมอง ขณะที่ปฏิบัติสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและพยายามปรับตัว เพื่อให้เกิดสภาวะสมดุล โดยมีกระบวนการดูดกลืน และกระบวนการปรับตัวให้เหมาะสม เกิดขึ้นพร้อมกันไป ดังแสดงในแผนภาพ (กึ่งฟ้า, 2535)



แผนภาพที่ 1 แสดงการใช้ทั้งสองกระบวนการย่อย คือการดูดกลืนและการปรับตัวให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดสภาวะสมดุล

จากแผนภาพที่ 1 แสดงให้เห็นสภาวะสมดุลที่ต้องใช้กระบวนการย่อยทั้งสองควบคู่กัน ในขณะที่มีสิ่งเร้าทำให้เกิดกิจกรรมทางสมองขึ้น ดังนั้นสภาวะสมดุลจึงเป็นปัจจัยสำคัญ ของพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเกิดขึ้นจากการเรียนรู้สิ่งเร้า ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน

2.2 วิธีการศึกษาของเพียเจต์

วิธีการศึกษาของเพียเจต์เป็นการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล และมีอุปกรณ์ให้เด็กได้สัมผัสและลงมือทดลองในการแก้ปัญหาและบอกวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล หรือวิธีการคิดอย่างไร หลักการสัมภาษณ์ของเพียเจต์นั้นประกอบด้วยหลายขั้นตอนคือ (Sund อ้างถึงใน สมปอง, 2530)

2.2.1 สร้างความเป็นกันเองโดยผู้สัมภาษณ์ ต้องพยายามสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นกันเองกับเด็ก ก่อนที่จะให้เด็กได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหา เช่นผู้สัมภาษณ์อาจถามชื่อ อายุ ฯลฯ ในการชักนำให้เด็กเข้าสู่วิธีการทดลองการแก้ปัญหานั้น อาจบอกเด็กว่า มีเกมบางอย่างจะมาให้เด็กเล่นและคำตอบทั้งหมดเป็นที่ยอมรับทั้งนั้น และอาจบอกต่อไปว่า ต้องการทราบว่าเด็กจะสามารถทำได้ไหม หรือมีความคิดอย่างไรในเกมเหล่านั้น เพื่อนำไปพัฒนาในโอกาสต่อไป ผู้สัมภาษณ์ต้องพยายามทำให้การสัมภาษณ์นั้นสนุกสนานและเพลิดเพลินอย่าให้เด็กเกิดความรู้สึกว่าตนเป็นหนูที่ถูกทดลอง

2.2.2 ไม่บอกคำตอบเด็ก ผู้สัมภาษณ์ไม่บอกคำตอบเด็กว่าผิดหรือถูก ถึงแม้เด็กจะรู้ก็ตาม ต้องยอมรับคำตอบทั้งหมดและบันทึกไว้อย่างละเอียดตามแบบของเพียเจต์

2.2.3 ถามเหตุผลในการตอบ ผู้สัมภาษณ์ต้องพยายามถามเหตุผลในการตอบทุกคำตอบของเด็ก ไม่สรุปว่าคำตอบของเด็กตอบถูกแสดงว่าเด็กสามารถคิดในเรื่องนั้น ๆ ได้แต่เราสนใจวิธีการที่เด็กคิดออกมาได้อย่างไร เด็กคิดออกมาได้จริงหรือตอบถูกโดยบังเอิญเท่านั้น

2.2.4 ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับระดับความสามารถของเด็ก ในการให้เด็กตอบและให้เหตุผลจะทำให้ผู้สัมภาษณ์สามารถตั้งสมมติฐาน เกี่ยวกับระดับสติปัญญาของเด็กได้ และใช้คำตอบเพื่อการพิสูจน์สมมติฐานนั้น ต้องจำไว้เสมอว่าการสัมภาษณ์ก็เพื่อต้องการจะทราบการรับรู้เข้าใจ และความสามารถในกระบวนการคิดหาเหตุผลของเด็ก ในการกระทำเช่นนี้จึงต้องอาศัยการใช้คำถามหลาย ๆ คำถาม

2.2.5 ใช้คำพูดว่า " มีเด็กคนอื่นบอกว่า " เพื่อเป็นการย้ำความแน่ใจของเด็กหลังจากที่เด็กหาคำตอบได้แล้ว แต่อาจมีปัญหว่าเด็กอาจจะไม่ตอบคำถามที่ขึ้นต้นว่า " ทำไม " หรือเด็กตอบคำถามนี้ไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องสร้างสถานการณ์ใหม่ เช่น " เมื่อวันก่อน มีเด็กคนหนึ่งบอกฉันว่า เมื่อหล่อให้ดินน้ำมันเป็นรูปยาวแล้ว น้ำหนักของดินน้ำมันยังคงเท่าๆกับก้อน ก่อนหล่อไม่เปลี่ยนแปลงเธอจะบอกเด็กนั้นว่าอย่างไร และจะตรวจสอบว่าเด็กคนนั้นตอบถูกหรือผิดได้อย่างไร

2.2.6 ให้เวลากับเด็ก เพราะปัญหาในการทดสอบความสามารถในการคิดนี้ ต้องใช้ความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์ และเชิงคณิตศาสตร์ ต้องให้เวลากับเด็กในการที่เด็กจะคิดหาเหตุผลให้มากที่สุด เท่าที่จะทำได้ โดยทั่วไปครูมักใช้เวลาแก่เด็กเพียงแค่ 2 นาที โดยเฉลี่ยในการตอบคำถาม ซึ่งอาจจะน้อยเกินไปสำหรับเด็กบางคน

2.2.7 พยายามให้เด็กเกิดความสนุกสนาน ให้เด็กเกิดความสนุกสนานในการที่จะทดสอบความสามารถในการคิด และต้องพยายามให้ประสบการณ์ที่เหมือน ๆ กันกับเด็กที่เข้ารับการสัมภาษณ์ทุกคน

การศึกษาที่ต้องสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลนั้น ต้องใช้เวลามาก จึงมีวิธีศึกษาโดยใช้แบบทดสอบ ซึ่งใช้ได้กับเด็กจำนวนมาก ๆ เหมาะกับการศึกษาในกรณีที่มีเวลาจำกัด แต่ต้องการศึกษาเด็กจำนวนมาก โดยแบบทดสอบได้สร้างสถานการณ์คำถามให้เด็กใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ การศึกษาวีธีนี้โดยใช้การวัดแบบ Paper-And-Pencil Test

การวัดแบบ Paper-And-Pencil Test จะใช้เครื่องมือวัดเป็นแบบทดสอบหรือคำถาม กระดาษคำตอบ และเครื่องเขียนเป็นอุปกรณ์ในการวัด ผู้ถูกทดสอบจะ

ต้องเขียนคำตอบลงในแบบทดสอบ หรือกระดาษคำตอบที่จัดไว้ให้ ผลจากการวัดได้ มาจากการตรวจคะแนนคำตอบ

เครื่องมือที่ใช้วัด จะต้องมีความตรงตามโครงสร้าง สถานการณ์ คำถามมีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการทางสมองของเด็กนักเรียน และเป็นไปได้ เป็นจริงสมเหตุสมผล คำถามท้าทายให้เด็กต้องคิดเพื่อหาคำตอบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวัดแบบ Paper-And-Pencil Test เพื่อศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

2.3 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

2.3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้จำนวนหลายท่านดังต่อไปนี้

Taylor (อ้างถึงใน ประจิต, 2530) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถที่จะคิดย้อนกลับ โดยนำสิ่งของหรือความรู้ต่าง ๆ ซึ่งดูเหมือนว่าไม่มีความสัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ และเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิดเป็นการกระตุ้นความคิดจากภายใน และร่วมกันใช้ความคิดเหล่านั้นเพื่อให้เกิดความคล่องตัวและความมั่นใจมากขึ้น ความยืดหยุ่นในการคิดเป็นการพิจารณาปัญหาหลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็นการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่ เช่นเดียวกับ Wallach และ Kogan (อ้างถึงใน อารี , 2526) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ กล่าวคือระลึกลถึงสิ่งหนึ่งก็จะเป็นสะพานช่วยให้ระลึกลถึงสิ่งอื่น ๆ

Brandwein (อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2532) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแยกแยะประสบการณ์หรือความรู้เดิม สร้างเป็นความรู้ใหม่ หรือผลผลิตใหม่ ในรูปแบบหรือวิธีการที่มีความหมาย

Mc Candless (อ้างถึงใน ประจิต, 2530) มองความคิดสร้างสรรค์ในแง่ของกระบวนการและผลผลิตว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ในแง่ของกระบวนการสร้างสรรค์ สามารถพิจารณา

ในรูปของการคิดอย่างซับซ้อนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน ทักษะในการสื่อความหมายการคิดของตนต่อผู้อื่น แก่นของคำจำกัดความในแง่ของกระบวนการ ประกอบด้วยความคล่องในการโยงสัมพันธ์ และความเป็นเอกลักษณ์ซึ่งเป็นตัวประกอบ ของความคิดนอกเนกนัยหรืออาจพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในรูปของผลิตผลที่แปลกใหม่ หรือมีความคิดริเริ่มเป็นที่ยอมรับ มีประโยชน์มีความหมาย และมีคุณค่าต่อผู้สร้างต่อวัฒนธรรม ข้อตกลงเบื้องต้นมีดังนี้

- 1) การสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมทางสติปัญญาสามารถแสดงออกได้
 - 2) ทุกคนมีความสามารถทางสร้างสรรค์ จะต่างกันที่ความสามารถนั้น จะมีมากหรือน้อยต่างกันเท่านั้น
 - 3) ความสามารถในทางสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ ภายใต้งบเงื่อนไขบางประการ
 - 4) ความสามารถในทางสร้างสรรค์เป็นส่วนที่มีคุณค่าต่อพัฒนาการของมนุษย์ ควรได้รับการสนับสนุน และการกระตุ้นให้เกิดขึ้นในโรงเรียน
 - 5) ความสามารถทางสร้างสรรค์มีลักษณะเด่นคือ ความคิดนอกเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งต่างจากความคิดเอกนัย (Convergent Thinking)
- Spearman (อ้างถึงในประจิต, 2530) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นอำนาจจินตนาการของมนุษย์ ในการที่จะสร้างผลผลิตที่แปลกใหม่เช่นเดียวกับ Osborn (อ้างถึงในอารี, 2527) ที่มองความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) คือเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ยากที่มนุษย์ประสบอยู่ ไม่ใช่จินตนาการที่ฟุ้งซ่านเลื่อนลอยโดยทั่วไป ความคิดจินตนาการเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ ลำพังเพียงความคิดจินตนาการอย่างเดียว คงไม่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการที่ควบคู่ไปกับความอุตสาหะพยายาม จึงทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จลงได้

อารี (2527) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมอง ที่คิดในลักษณะนอกเนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่ง

แปลกใหม่ด้วยการคิดตัดแปลง ประชุมแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการ ได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้ไม่เพียงแต่การคิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็นไปได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการ ก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายาม ที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกว่าเป็นจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

กรมวิชาการ (2532) สรุปว่าความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถในการมองความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่ ต่อเนื่องกันไปและความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดที่เป็นของตัวเองโดยเฉพาะหรือความคิดริเริ่ม

กัมปนาท (2534) สรุปความคิดสร้างสรรค์ว่าหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งต่าง ๆ แปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบอย่างที่มีอยู่แล้วตลอดจนการแก้ปัญหาเป็นการคิดแบบบูรณาการ ที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ กับความรู้ต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ ๆ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นหลายทิศทาง ที่เป็นประโยชน์แก่มนุษย์ และความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

ประจิต (2530) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถทางสมอง ในการคิดหลายแนวทางอย่างซับซ้อน มองเห็นความสัมพันธ์ที่ดูเหมือนว่าไม่สัมพันธ์กัน สามารถนำเอาประสบการณ์ด้วยความอุตสาหะพยายามความคิดสร้างสรรค์แสดงออกได้หลายระดับ ทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่มากน้อยแตกต่างกัน และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นได้ ความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะพิเศษคือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของนักการศึกษาที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาหรือความสามารถทางสมอง ในการนำเอาประสบการณ์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในการดำรง

ชีวิต นอกจากการนำประสบการณ์เดิมมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ แล้วยัง
เกี่ยวกับการใช้จินตนาการของบุคคลในการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ทั้งในทางวัตถุและ
แนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วย ความคล่องในการ
คิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

2.3.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ประจิต

(2530) กล่าวว่าน่าจะพิจารณาจากคำว่า " ความคิดสร้างสรรค์ " กับ "

วิทยาศาสตร์" ความคิดสร้างสรรค์นั้นมีความหมายดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ส่วนคำว่า
วิทยาศาสตร์นั้น แต่เดิมหมายถึงความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและมนุษย์
สามารถที่จะพบความจริงในธรรมชาติได้ส่วน สุวัฒน์ (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534)
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการค้นคว้าหาสาเหตุและผลในแง่มุมต่าง ๆ จนเป็น
ที่ยอมรับของคนทั่วไป การเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์
ได้ค้นพบความจริงไว้แล้ว ต่อมาความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่าง
รวดเร็ว มีการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ อย่างกว้างขวาง ความหมายของวิทยาศาสตร์
จึงเปลี่ยนไป ดังที่ Carin (อ้างถึงใน ประจิต, 2530) ได้ให้ความหมายของ
วิทยาศาสตร์ใหม่ว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้ผ่านการทดสอบยืนยันมาแล้วและ
สะสมไว้อย่างมีระบบ รวมทั้งกระบวนการที่ใช้ค้นคว้าหาความรู้ด้วย

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นพอสรุปได้ว่าเป็นการนำเอาคำว่า
ความคิดสร้างสรรค์ กับคำว่าวิทยาศาสตร์มาผสมกัน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้
ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Piltz And Sund (อ้างถึงใน ประจิต, 2530) ได้ให้ความหมายของ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้าง
สรรค์ แต่แตกต่างกันตรงข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น
แนวทางของการคิด และการกระทำของบุคคล ในการเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยใช้
หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยา-
ศาสตร์ นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มแล้ว ยังเน้นถึงความคิดริเริ่มในการพัฒนา
เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่ ๆ และความมีคุณค่าอีกด้วย

Moravesik (อ้างถึงใน ประจิต, 2530) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์คือ คุณลักษณะที่เปิดโอกาสให้เกิดความคิดและขั้นตอนที่แปลกใหม่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์และจุดประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่นการทำให้เกิดความรู้ใหม่ในทางวิทยาศาสตร์ การตั้งทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การทดลองใหม่เพื่อพิสูจน์กฎธรรมชาติ การพัฒนาความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประยุกต์ใช้เฉพาะด้านได้อย่างเหมาะสมและน่าสนใจ วิธีแปลกใหม่เกี่ยวกับการวางโครงการและแผนงานโดยละเอียดสำหรับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และแนวทางในการดำเนินการเพื่อถ่ายทอดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไปสู่สาธารณชน

มารศรี (2530) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่คิดได้หลายแนวทางเป็นความคิดที่ก่อให้เกิดผลผลิตที่แปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ หรือการปรับปรุงดัดแปลง เพื่อพัฒนาผลผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และมีคุณค่า สามารถรวบรวมความคิดมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยการคิดนั้นต้องอาศัยความรู้ หลักการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ความสามารถในการคิดดังกล่าวประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิด

ประจิต (2530) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึงความสามารถของบุคคลในการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลองมาใช้แก้ปัญหาในลักษณะ หลายแนวทาง ต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหา การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การทดลองที่แปลกใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วเผยแพร่ให้คนอื่นรู้ ตลอดจนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม

ชูเกียรติ (2534) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความสามารถของบุคคลในการนำเอาแนวคิด การกระทำหรือผลจากการเรียนรู้ ตลอดจนทั้งหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่วิธีการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลอง มาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะการคิดหลาย

แนวทาง เป็นความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใครหรือได้ผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่า และมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม ความสามารถในการคิดตั้งกล่าวประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

กัมปนาท (2534) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ หรือสร้างผลผลิตแปลก ๆ ใหม่ โดยการคิดตั้งกล่าวประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม ความยืดหยุ่นในการคิด ที่ต้องอาศัยความรู้หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จะต้องเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในทฤษฎีของนักการศึกษาตั้งกล่าวสามารถสรุป ได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำเอา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลอง นอกจากการแก้ปัญหาแล้วความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นการสร้างแนวคิดที่แปลกใหม่ การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ ตลอดจนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างผลผลิตที่แปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่า ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

ปัจจุบันนี้มีทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ทฤษฎีเกี่ยวกับสติปัญญา และความคิดที่ใช้เป็นแนวคิดในการศึกษา เรื่องความคิดสร้างสรรค์ที่น่าสนใจ

3 ทฤษฎี คือ (สมชัย อ้างถึงในกัมปนาท, 2534)

2.4.1 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford

2.4.2 ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ

2.4.3 ทฤษฎีโมเดล AUA

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

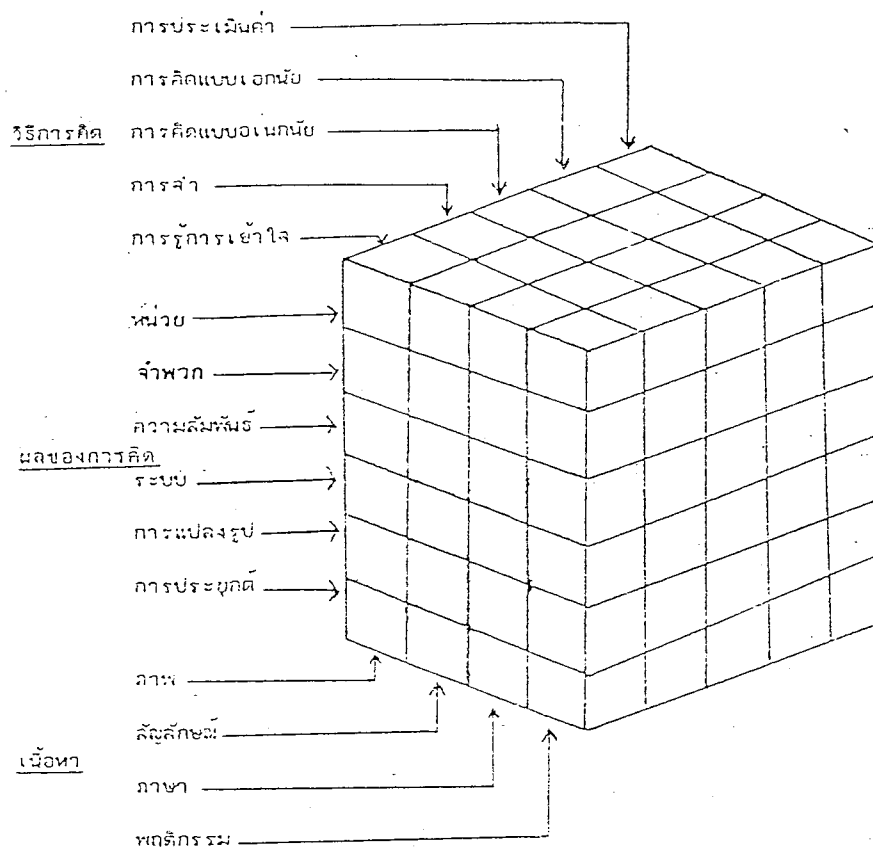
2.4.1 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford

ทฤษฎีนี้เป็นผลของความก้าวหน้า ในการตรวจสอบเชิงจิตวิทยา ซึ่งได้พัฒนาอย่างรวดเร็วภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นการช่วยวิเคราะห์ผลการปฏิบัติด้านต่าง ๆ ทางสติปัญญา มิได้วัดครอบจักรวาลอย่างเช่นการวัด I.Q. แต่แสดงให้เห็นกลุ่มของคะแนนในความถนัดต่าง ๆ ช่วยให้เกิดการสันนิษฐานความสามารถของบุคคล (กัมปนาท, 2534)

Guilford นักจิตวิทยาชาวอเมริกันและคณะ ได้ศึกษาวิจัย วิเคราะห์องค์ประกอบของสติปัญญา ให้เวลานานถึง 20 ปี และได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (Struction Of Intellect Model ที่เรียกย่อ ๆ ว่า S.I.) ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ Guilford ได้พัฒนาความคิด 2 ประเภทคือ (Guilford อ้างถึงใน อารี, 2527)

- 1) ความคิดรวมหรือความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึงความคิดที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ตามข้อมูลที่กำหนดไว้เพียงคำตอบเดียว
- 2) ความคิดดอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึงความคิดหลายทิศทางที่สามารถเปลี่ยนวิธีแก้ปัญหาได้ ตลอดจนนำไปสู่ผลิตผลของความคิดหรือคำตอบได้หลายอย่างด้วยซึ่ง Guilford อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ก็คือความคิดดอเนกนัยนั่นเอง

ตามทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาหรือทฤษฎีโครงสร้างทางสมรรถภาพของสมองของ Guilford (อ้างถึงใน อารี, 2527) กล่าวว่าสมรรถภาพทางสมองแบ่งออกเป็น 3 มิติ ดังรูปที่แสดงไว้ดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 2 แสดงแบบจำลองโครงสร้างทางสมองของ Guilford (อารี, 2527)

จากโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา Guilford ได้แบ่ง สมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติดังนี้ (อารี, 2527)

มิติที่ 1. เนื้อหา (Contents)

เนื้อหา (Contents) หมายถึงมิติแทนเนื้อหาหรือข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิด สมองรับเข้าไปคิดแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1) ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F) หมายถึงข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้ และทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้เช่น ภาพ เป็นต้น

2) สัญลักษณ์ (Symbolic เขียนย่อว่า S) หมายถึงข้อมูลในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่นตัวอักษรย่อ, ตัวไต่ดนตรี ตัวเลข รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

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

4) พฤติกรรม (Behavioral เขียนย่อว่า B) หมายถึงข้อมูลที่เป็นการแสดงออก กิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตได้ รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การคิด เป็นต้น เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การสั่นศีรษะ การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น

มิติที่ 2. วิธีการคิด (Operation)

วิธีการคิด (Operation) หมายถึงมิติแสดงลักษณะ กระบวนการทำงานของสมองแบ่งออกตามลำดับได้ 5 ลักษณะดังนี้

1) การรับรู้เข้าใจ (Cognition เขียนย่อว่า C) หมายถึงความสามารถในการตีความของสมอง เมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกได้ว่าอะไรเป็นอะไร เช่นเมื่อเห็นของเด็กเล่นรูปร่างกลม ทำด้วยยางผิวเรียบก็บอกได้ว่าเป็นลูกบอล

2) การจำ (Memory เขียนย่อว่า M) หมายถึงความสามารถในการเก็บสะสม ความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ ไว้ได้ และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ เช่น การจำสูตรคูณ การจำหมายเลขประจำตัว การจำตัวคนร้ายได้

3) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking เขียนย่อว่า D) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบหลายแง่หลายมุม แตกต่างกันไป เช่นหนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง ให้นอกมาให้มากที่สุด ผู้ที่คิดได้มาก แปลก มีเหตุผล คือผู้มีความคิดอเนกนัยและ Guilford ได้อธิบายว่า ความคิดอเนกนัยก็คือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

4) การคิดแบบเอกนัยหรือความคิดรวม (Convergent Thinking เขียนย่อว่า N) หมายถึงเป็นการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบที่ถูกต้องก็มีคำตอบเดียว

5) การประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E) หมายถึงความสามารถในการตีราคา โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Product)

ผลของการคิด (Product) หมายถึง มิติที่แสดงผลที่ได้จากการทำงานของสมอง เมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 1 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับในมิติที่ 2 ผลที่ได้ออกมาจะเป็นมิติที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าผลของการคิดเกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และมิติที่ 2 นั้นเองซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะคือ

- 1) หน่วย (Unit เขียนย่อว่า U) หมายถึง สิ่งที่มีบอกลักษณะเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน แมว สุนัข เป็นต้น
- 2) จำพวก (Classes เขียนย่อว่า C) หมายถึง ประเภทหรือพวก หรือกลุ่มของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ คน สุนัข ช้าง ประเภทผลไม้ได้แก่ เงาะ ลำไย เป็นต้น
- 3) ความสัมพันธ์ (Relations เขียนย่อว่า R) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิด เกี่ยวกับสิ่งของประเภทเดียว หรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์นี้อาจอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก และระบบกับระบบก็ได้ เช่น คนคู่กับคน นกคู่กับนก นกคู่กับรัง ฯลฯ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย
- 4) ระบบ (System เขียนย่อว่า S) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้มีระบบแบบแผน เช่น ระบบจำนวนเลขที่เป็นเลขคี่ เช่น 1 3 5 7 เป็นต้น
- 5) การแปลงรูป (Transformations เขียนย่อว่า T) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปรับปรุง หรือจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้า หรือข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่
- 6) การประยุกต์ (Implications เขียนย่อว่า I) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลเพื่อนำไปใช้ขยายความ หรือพยากรณ์ หรือการคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา

จะเห็นว่าโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford แบ่งออกเป็น 120 เซล หรือ 120 องค์ประกอบ โดยในแต่ละ

ละองค์ประกอบจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ เรียงจากเนื้อหา วิธีการคิด
ผลของการคิด (Content Operation Product)

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford อธิบายได้ว่าความคิด
สร้างสรรค์เป็นความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง หรือเรียกว่า
ลักษณะการคิดแบบอเนกนัย ซึ่งประกอบด้วย

1) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงลักษณะการคิดแบบแปลกใหม่
แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มเป็นความคิดที่เป็น
ประโยชน์ต่อตนเองและสังคม อาจเป็นความคิดที่นำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลง แล้ว
ประยุกต์ใช้ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

2) ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถในการคิดได้
คำตอบจำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่อง หน่วย ความสัมพันธ์ และ
ระบบ

3) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึงการคิดได้หลายแบบ
หลายอย่าง หลายประเภท อย่างเป็นอิสระและกว้างขวางมีประโยชน์ต่อการแก้
ปัญหาคนที่มีความยืดหยุ่นในการคิดจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน ดังจะเห็นได้ว่าความยืดหยุ่นใน
การคิดจะเป็นตัวเสริมให้ความคล่องในการคิดมีความแปลกแตกต่างออกไป หลักเลียง
การซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้น ด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่ และมีหลัก
เกณฑ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิด เรื่องจำพวก และการแปลงรูป

4) ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึงความสามารถในการ
คิดรายละเอียด เพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดริเริ่ม ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเกี่ยว
ข้องกับผลของการคิด เรื่องการแสดงความหมาย

2.4.2 ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ

ทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ซึ่งกล่าวถึงการ
ทำงานของสมองของมนุษย์ ซึ่งค่อนข้างจะเป็นความรู้ใหม่ เริ่มต้นศึกษาและทดลอง
โดยกลุ่มนักจิตวิทยาคลินิค ที่มีแนวคิดที่ว่าเผ่าพันธุ์ของมนุษย์ ดำรงชีวิตอยู่รอดและสืบ
เชื้อสายเผ่าพันธุ์มาถึงเราได้ในปัจจุบันนี้ เพราะมนุษย์เรามีสมองอันเชี่ยวชาญ

เพราะถ้ามนุษย์มีสมองแค่พอไปได้คงสูญพันธุ์ไปหมดแล้ว ความเชี่ยวชาญของสมองเกิดขึ้นเพราะสมองแบ่งหน้าที่เป็น 2 ส่วน หรือมี 2 สมองนั่นเอง คือสมองซีกซ้ายและซีกขวา (ประมวล อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ทั้งนี้ เกียรติวรรณ (2534) ได้กล่าวถึงการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวาว่า สมองคนเรานั้นมี 2 ซีก รูปร่างคล้ายกัน สมองซีกซ้ายจะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกขวา และสมองซีกขวาจะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกซ้าย สมองทั้งสองซีกจะถูกเชื่อมด้วยประสาทที่รวมตัวกันเป็นจำนวนมาก สมองแต่ละซีกจะมีหน้าที่การทำงาน ตามวิถีทางที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยสมองซีกซ้ายจะเป็นส่วนคิดและทำงานที่เป็นรูปธรรม เช่นการนับจำนวน การบอกเวลา การสรรหาถ้อยคำ การยกหาเหตุผล กฎเกณฑ์ การวิเคราะห์ การวางแผน ฯลฯ ส่วนสมองซีกขวาทำหน้าที่จินตนาการใฝ่ฝัน สร้างสรรค์ความคิดแปลกใหม่ (การใช้ความคิดเชิงเทียบเคียง) การซึมซาบในดนตรีและศิลปะ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ ของคนเรา เกิดจากการทำงานของสมองซีกขวานี้เอง

การทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา สามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้อย่างชัดเจน ดังตารางต่อไปนี้ (เกียรติวรรณ, 2534)

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
1. สรรหาถ้อยคำ 2. วิเคราะห์ 3. ใช้เหตุผล 4. เชิงตรรกวิทยา 5. ความแบ่งแยก 6. มีกาลเวลา 7. โน้มเอียงเข้าหากฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์	1. ไม่มีถ้อยคำ 2. สังเคราะห์ 3. หยั่งรู้เอง 4. ความคิดเชิงสร้างสรรค์ 5. ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน 6. ไม่มีกาลเวลา 7. โน้มเอียงเข้าหากฎเกณฑ์ทางทางศิลปะและดนตรี

จากตารางเปรียบเทียบดังกล่าว จะเห็นได้ชัดเจนว่าสมองซีกซ้ายจะเป็นสมองด้านการคิดเกี่ยวกับเหตุผล ส่วนสมองซีกขวาจะเป็นแหล่งของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (เกียรติวรรณ, 2534)

เกี่ยวกับการใช้สมองหรือปัญญาของมนุษย์เรานั้น เกียรติวรรณ (2534) กล่าวว่าคนเราโดยทั่วไป มักจะได้รับการฝึกฝนให้ใช้สมองซีกซ้ายมากกว่าซีกขวา เพราะจะใช้เหตุผลวิเคราะห์มากกว่าจินตนาการ และการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ให้พัฒนาขึ้นมาทั้ง ๆ ที่การคิดสองลักษณะนี้ มีความสำคัญด้วยกันทั้งคู่ และเกียรติวรรณ (อ้างถึงในชูเกียรติ, 2534) ได้เปรียบเทียบลักษณะความคิดสร้างสรรค์และความคิดด้านการใช้เหตุผล ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะความคิดสร้างสรรค์และความคิดด้านการใช้เหตุผล

ความคิดด้านการใช้เหตุผล	ความคิดสร้างสรรค์
1. คัดเลือกความคิด	1. กระตุ้นและสำรวจความคิด
2. ทดสอบความถูกต้อง	2. ให้มีการเปลี่ยนแปลงหาความแตกต่าง
3. พิสูจน์และพิจารณาตัดสินใจ	3. ไม่คำนึงถึงความถูกต้อง
4. วางระบบ	4. หาวิธีการที่ดีกว่าเดิม
5. แปลความหมายของข้อมูลที่ได้รับ	5. ใช้ข้อมูลเพื่อหาวิธีการใหม่ ๆ
6. คิดเป็นขั้นตอนตามลำดับ	6. คิดกว้าง ๆ ไม่เป็นขั้นตอน
7. สนใจเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้อง	7. รับความคิดในทุกรูปแบบ
8. ให้ความสำคัญกับสิ่งที่เห็นได้ชัดเจน	8. ให้ความสำคัญกับเรื่องที่ไม่ชัดเจนและไม่น่าเป็นไปได้

จากตารางการเปรียบเทียบข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความคิดทั้งสองแบบ ต่างก็มีความสำคัญและความจำเป็น สำหรับมนุษย์เท่ากัน เพียงแต่การนำไปใช้นั้นจะใช้อย่างไรที่ต่างกันเท่านั้น เช่นในการคิดเพื่อหาหนทางพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมา จะต้องใช้ความคิดเชิงสร้างสรรค์ส่วนการตัดสินใจ แปลความหมายก็จำเป็นต้องใช้ความคิดด้านเหตุผลเป็นต้น

อย่างไรก็ดี ถ้ามนุษย์สามารถนำ เรื่องการทำงานของสมองทั้งสองซีกมาผสมผสานกัน อย่างกลมกลืน ย่อมทำให้การทำงานต่าง ๆ การแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตจะพบความสำเร็จดีกว่า การใช้พลังงานสมองเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ทั้งนี้ เกียรติวรรณ (2534) ได้ให้แนวคิดว่าการพยายามผสมผสานแนวคิดและการนึกคิดตามแนวจินตนาการของแต่ละคน เกิดความรู้ที่ได้รับเพิ่มเติมหนึ่งคือ ความพึงพอใจที่เกิดขึ้นต่อตนเอง ในเชิงความรู้สึกในคุณค่าของตน

2.4.3 ทฤษฎีโมเดล AUTA

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์นี้สร้างขึ้นโดย Davis และ O' Sullivan (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ทฤษฎีนี้เสนอขึ้นใน ค.ศ. 1980 ได้อธิบายลำดับขั้นเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านการคิดสร้างสรรค์ว่า ประกอบด้วยกระบวนการและลำดับขั้น ของการแนะนำในการสอน เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

- 1) การตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ (Awareness Of The Importance Of Creativity) เป็นขั้นแรกที่จะทำให้ผู้มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มพูนความสำคัญในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ เกี่ยวกับการพัฒนาการของบุคคล เช่นการพัฒนาปรีชาญาณ การรู้จักตนเอง การมีสุขภาพจิตที่สมบูรณ์ และการมีชีวิตที่ดีกว่าเดิม ผู้เรียนควรจะได้เข้าใจบทบาทของนวัตกรรมสร้างสรรค์ ที่ผ่านมากในประวัติศาสตร์ ที่เกี่ยวกับความเจริญและวิธีการแก้ปัญหาในปัจจุบันและอนาคต

- 2) ความเข้าใจธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ (Understanding Of The Nature Of Creativity) เนื้อหาสาระที่มีความสำคัญ ซึ่งจะมีส่วนให้เข้าใจเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้แก่

- 2.1 บุคคลิกภาพของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
- 2.2 ธรรมชาติของกระบวนการคิดสร้างสรรค์
- 2.3 ความสามารถที่สร้างสรรค์
- 2.4 ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์
- 2.5 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
- 2.6 วิธีฝึกและปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

3) วิธีฝึกและปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Techniques Of Creative Production) วิธีในการคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล ที่ให้ผลผลิตที่สร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ เทคนิคมาตรฐานในการคิดสร้างสรรค์ได้แก่

- 3.1 การระดมพลังสมอง
- 3.2 การเอาคุณลักษณะต่าง ๆ ออกมาแจกแจง หรือปรับลักษณะต่าง ๆ
- 3.3 การจับคู่ในลักษณะสองด้าน แล้วจับคู่สลับกันหลายคู่ ก็จะได้รูปแบบหลายรูปแบบ
- 3.4 การใช้ความคิดริเริ่มหรือการสร้างสิ่งใหม่ ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่
- 3.5 การคิดโดยนำเอาสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันมาเกี่ยวข้องกัน หรือทำสิ่งธรรมดาให้แปลกใหม่ โดยการนำคุณลักษณะของการเปรียบเทียบกับใช้

4) การเพิ่มพูนศักยภาพในการเป็นมนุษย์ ของแต่ละบุคคลอย่างแท้จริง (Self-actualization) เป้าหมายที่แท้จริงของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือ การรู้จักตนเอง ซึ่งหมายถึงการที่บุคคลเต็มไปด้วยการพัฒนาความสามารถ และประสิทธิภาพของแต่ละบุคคล ความพอใจในสิ่งที่ตนเองสามารถเป็นไปได้ การรู้จักตนเองประกอบด้วยลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

- 4.1 เป็นผู้เปิดรับประสบการณ์ต่าง ๆ มาปรับเข้ากับตนเองได้ดี
- 4.2 มีความเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์
- 4.3 เรียนรู้และผลิตสื่อต่าง ๆ ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง
- 4.4 มีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงแนวทาง ในการดำเนินชีวิตได้

เหมาะสม

จากขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนที่ผ่านมา จะผลักดันให้บุคคลดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาได้

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมียู่ในตัวบุคคลทุกคน และความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ ด้วยการเรียนรู้และการจัดบรรยากาศ ที่เอื้ออำนวยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

2.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งแสดงออกเนื่องจากสิ่งเร้า Barror (อ้างถึงใน ประจิต, 2530) ได้กล่าวว่าในการวัดความคิดสร้างสรรค์นั้น นักจิตวิทยาสร้างสรรค์จะไม่พิจารณาในเรื่องของการรับรู้ (Perception) อารมณ์ การสนใจ แต่จะสนใจเฉพาะผลผลิตหรือการแสดงออกทางพฤติกรรมเท่านั้น ซึ่งได้แก่ความคิดริเริ่ม ความเหมาะสม (Ideation) ความเที่ยงตรง (Validity) และความเพียงพอต่อความต้องการ

Torrance (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) กล่าวว่าการประเมินว่าบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ มักพิจารณาจากผลผลิต (Product) มากกว่ากระบวนการ (Process) เพราะกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์มีจำกัดในการวัด ดังนั้นในการวัดผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์นั้น สามารถทำได้โดยใช้แบบวัด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษาเขียนหรือรูปภาพ

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทำได้หลายวิธี ซึ่งคล้ายกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่วิธีที่ใช้กันมากคือ การให้ทำแบบทดสอบ ซึ่ง อารี (2527) กล่าวว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง หรือแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ ก็จะช่วยให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์สร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบมีทั้งที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ และใช้ภาพ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบที่ใช้กันมาก และเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางคือแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ของ Torrance (อ้างถึงใน อารี, 2527) แต่ Anastasi (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ได้ให้ความเห็นว่าแม้แบบทดสอบของ Guilford และแบบทดสอบของ Torrance จะสามารถวัดองค์ประกอบโดยทั่วไปของความคิดสร้างสรรค์ได้ก็ตาม แต่ไม่ต้องสงสัยเลยว่า ยังมีความสามารถในทางสร้างสรรค์ด้านอื่น ๆ อีก ที่จำเป็นต้องวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางวิทยาศาสตร์ เพราะผลสัมฤทธิ์เชิงสร้างสรรค์มีแบบฉบับหรือกระสวนความถนัดตลอดจนบุคลิกภาพแตกต่างกันไป ตามความเหมาะสมในแต่ละสาขาวิชา

จากแนวคิดและเหตุผลดังกล่าว จึงได้มีความคิดริเริ่มในการศึกษาและสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น ทั้งนี้ประติษฐ์ (อ้างถึงใน, กัมปนาท, 2534) ได้นำแนวคิดของ Torrance มาสนับสนุนว่าการแสดงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด หรือการตั้งทฤษฎีใหม่ หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถคิดได้หลายแง่ หลายมุมผสมผสานกันขึ้น ได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบสำคัญ 3 ด้านคือ ความสามารถ (Ability) ทักษะ (Skill) และแรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่ง 5 ขั้นต่อไปนี้

- 1) แสดงความคิดริเริ่มอย่างเป็นอิสระ
- 2) งานที่เป็นผลผลิตต้องอาศัยทักษะบางอย่าง
- 3) ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ไม่ซ้ำแบบใคร
- 4) ปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์คิดค้นให้ดียิ่งขึ้น
- 5) แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูง หรือการพบหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงมุ่งพัฒนาผลผลิตจากการคิดมากกว่า กระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงต้องใช้คำถามที่เปิดกว้าง ให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างกว้างขวางหรือคิดหาคำตอบได้หลายแนวทางจากการใช้คำถามเพียงข้อเดียว จากการศึกษาถึงผลงานเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้วัดนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พบว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 7 ฉบับดังต่อไปนี้

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างโดยทัศนีย์ พุกกะพลธาร (2517) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance แบบวัดประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อคือ (1) "สมมติว่า" เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากสถานการณ์นั้นบ้าง โดยตั้งคำถามว่า "สมมติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมาก จนคนมองเห็นกันแต่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงได้อย่างไรบ้าง" (2) "ทิ้งไข่" เป็นการกำหนดปัญหาให้แล้วให้นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหาโดยถามว่า "นักเรียนมีวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟองลงจากตึก 3 ชั้น โดยที่เมื่อไข่ตกลงถึงพื้นดินไข่ยังไม่แตก" (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้) (3) "ปลาทอง" กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้นักเรียนคิดวางแผนออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองโดยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาทองบาดเจ็บถึงพิการหรือตาย

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของสาขาวิทย์และประเมิณผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในโครงการพัฒนา และส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดในการสร้างได้จากการตัดแปลงแบบทดสอบของ Torrance ประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะเป็นกิจกรรม 5 กิจกรรม

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อายุ 11-15 ปี สร้างโดย สุมาลี กาญจนชาติ (2525) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และผลวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance มี 3 ข้อคือ (1) "การใช้ประโยชน์" โดยกำหนดที่ดินให้เป็นรูปภาพ แล้วให้นักเรียนคิดว่าจะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง โดยให้พยายามคิดเรื่องการให้ประโยชน์ที่เป็นไปได้อย่างแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ของที่ดิน บริเวณต่าง ๆ ในช่องว่างที่กำหนดให้ (2) "นักประดิษฐ์" โดยกำหนดวัสดุที่ใช้แล้วมาเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่นด้านวิทยาศาสตร์ การใช้สอยในชีวิตประจำวันโดยพยายามคิดเครื่องมือ

หรือของใช้ที่แปลก ๆ ใหม่ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (3) "นักค้นคว้า" โดยกำหนดสถานการณ์ว่านักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่า ที่ยังไม่เคยมีใครสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่งแต่ในสภาพแวดล้อมหรืออุณหภูมิที่แตกต่างกัน พืชชนิดนี้จะเจริญเติบโตแตกต่างกันด้วย นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นได้นำต้นกล้า กิ่ง ใบ ผล รวมทั้งเมล็ดของต้นไม้นั้นมาอย่างละ 10 กิโลกรัม แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยให้นักเรียนคิดวิธีการทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีการทดลองประกอบย่อ ๆ นักประดิษฐ์ ใช้อุปกรณ์สารเคมีหรือเครื่องมืออื่น ๆ ด้วยก็ได้

4. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สร้างโดย ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ คือ (1) "นักนิยมนไฟร" ตั้งคำถามว่า "ถ้านักเรียนไปตั้งค่ายพักแรมในป่า เกิดหลงป่าเป็นเวลานานรู้สึกกระหายน้ำ นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะได้น้ำดื่มแก้กระหาย" (2) "นักพยากรณ์" ตั้งคำถามว่า "ถ้าปริมาณก๊าซออกซิเจนบนโลกเหลือครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง หรือมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตบนโลกอย่างไรบ้าง" (3) "นักเทคโนโลยี" ตั้งคำถามว่า "มนุษย์ได้ใช้พลังงานจากน้ำมันมาเป็นเวลานาน ประกอบกับประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้น ทำให้ประสบปัญหาเรื่องพลังงานเป็นอย่างมาก นักเรียนคิดว่ามีวิธีการตัดแปลงหรือใช้สิ่งอื่นใดได้บ้าง ในการแก้ปัญหาพลังงานนี้" (4) "นักทดลอง" ตั้งคำถามว่า "ถ้านักเรียนได้รับวัตถุแข็งมาชิ้นหนึ่ง โดยไม่ทราบว่าเป็นอะไร นักเรียนคิดว่าจะนำวัตถุชิ้นนี้มาศึกษา หรือทดลองอย่างไรบ้าง"

5. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างโดย ชูจิต ตันบรรณาวิน (2527) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ กัทสนีย์ พลุกขชลธาร ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อคือ (1) ให้นักเรียนบอกสิ่งที่เหมือนกันระหว่างเกลือกับน้ำตาลทรายมาให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนจะคิดได้ (2) ในเวลากลางคืนถ้าคนบนโลกไม่เห็นดวงจันทร์อีกเลย นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์นี้จะเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง อธิบายวิธีการทดลองมาด้วย (3) นักเรียนคิดว่าอีก 100 ปีข้างหน้ามนุษย์จะให้ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ ไปประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้อะไรบ้าง จงบอกรายละเอียดของเครื่องมือชิ้นเท่าที่จะ

ทำได้ (4) ถ้านักเรียนจับแมลงวันได้ตัวหนึ่ง นักเรียนจะนำแมลงวันตัวนั้นไปทดลองในเรื่องใดได้บ้าง อธิบายวิธีทดลองมาด้วย

6. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สร้างโดย อุดร จันทรสร้าง (2527) โดยอาศัยการสร้างจาก Torrance Test Of Creative Thinking ของ Torrance แบบทดสอบประกอบด้วย 3 ข้อคือ (1) "สมมติว่า" เป็นการสมมติเหตุการณ์อย่างหนึ่งขึ้นให้นักเรียนคาดคะเนว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอย่างไรบ้าง โดยตั้งคำถามว่า "ตามปกติแต่ละภาคของประเทศไทยในฤดูต่าง ๆ มีอุณหภูมิแตกต่างกัน แต่โดยเฉลี่ยแล้วอุณหภูมิในประเทศไทยมีค่าประมาณ 27-30 องศาเซลเซียส สมมติว่าอุณหภูมิของประเทศไทยลดลงเหลือ 2 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอย่างไรบ้าง" (2) "การใช้ประโยชน์" กำหนดสถานการณ์ให้แล้วให้นักเรียนคิดหาประโยชน์จากสถานการณ์นั้นให้มากที่สุด สถานการณ์ มีดังนี้ "ในฐานะนักเรียนอาศัยอยู่ในจังหวัดที่มียางพาราอยู่มาก นักเรียนคิดว่าเราควรใช้ประโยชน์จากต้นยางพาราได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่าง ๆ จากต้นยางพารา หรือประโยชน์อย่างอื่นจากต้นยางพารา" (3) "ดัดแปลงเพิ่มเติม" เป็นการกำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้นักเรียนคิดดัดแปลงลักษณะหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบเรือ ใดยังก็ได้ เพื่อให้นักเรียนคิดได้เร็ว มีลักษณะแปลกใหม่ มีอุปกรณ์ประกอบเรือที่ทันสมัย

7. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สร้างโดย ประจิต นามโคตร (2530) ซึ่งศึกษาการสร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของ Torrance (ฉบับทดสอบด้วยภาษาไทย) ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อคือ (1) "ปลาทอง" โดยตั้งคำถามว่า "เด็กชายประสาเลี้ยงปลาทองไว้ในตู้ 5 ตัว ต่อมาประสาพบว่าปลาทองในตู้ตาย 1 ตัว โดยไม่ทราบว่ปลาทองตัวนั้นตายเพราะเหตุใด ให้นักเรียนคิดหาสาเหตุที่ทำให้ปลาทองตัวนั้นตาย" (2) "จะทำอย่างไรดี" โดยตั้งคำถามว่า "ถ้าเสื้อของนักเรียนเปื้อน นักเรียนต้องการทำเสื้อตัวนี้ให้แห้งโดยเร็ว โดยที่เมื่อเสื้อตัวนั้นแห้งแล้วอยู่ในสภาพที่ใส่ได้ นักเรียนจะทำอย่างไร" (3) "สมมติว่า" โดยตั้งคำถามว่า "สมมติว่าตั้งแต่วินนี้เป็นต้นไปพืชทุกชนิดไม่ออกดอกอีกเลย นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตบนโลกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรขึ้นบ้าง"

จากการศึกษาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวมาทั้งหมด
พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) สร้างตามแนวแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance
 - 2) สร้างสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและ
นักเรียน อายุ 11-15 ปี
 - 3) ลักษณะแบบวัดจะเป็นการสร้างสถานการณ์ ให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหา
หลายแนวทาง ในเวลาจำกัด
 - 4) เน้นการใช้ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการทดลอง ในการคิดแก้ปัญหา
 - 5) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อของแบบทดสอบ
ทุกชนิด ยกเว้นของชุดจิต ต้นอรรถนาวิน หาได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องใน
การคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ส่วนของชุดจิต จะมีการเพิ่มการ
ตรวจให้คะแนนในเรื่อง ความละเอียดละออในการคิดไว้ด้วย
- สำหรับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยใน
ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ประจิด นาม
โคตร ซึ่งวัดความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม และความยืดหยุ่นในการคิด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

กรมการฝึกหัดครู (2522) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทย
ในระดับชั้นประถมศึกษาถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่า ในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ความคล่องในการคิดพัฒนาสูงขึ้น
และสูงมากในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และสูงที่สุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ส่วนความคิดริเริ่มค่อนข้างจะคงที่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 จากนั้นจะสูงขึ้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่จะกลับลดลงในชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 และสูงขึ้นอีกในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Nuttai (อ้างถึงใน ชีชีวาลย์, 2525) ได้ศึกษานักเรียนเกรด 6 จำนวน
189 คน โดยขอร้องให้ครูจัดลำดับนักเรียน ตามลำดับความคิดสร้างสรรค์ของ
นักเรียนแล้ววัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบ Minnesota Test Of

Creative Thinking อีกครั้งหนึ่งพบว่าความคิดสร้างสรรค์ที่วัดจาก MTCT และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ครูได้จัดลำดับมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสติปัญญาด้วยนอกจากนี้ยังพบว่า สถานภาพทางเศรษฐกิจ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ที่ครูจัดลำดับให้

Yamamoto (อ้างถึงใน อารี, 2527) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบมหาวิทยาลัย Minnesota พบว่าความคิดสร้างสรรค์จะลดลงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นและลดต่ำลงเล็กน้อยในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6

สุวัฒน์ (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนหมู่บ้านเด็ก กับโรงเรียนที่สอนตามปกติกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในช่วงอายุ 6-8 ปี, 8-10 ปี และ 10-12 ปี จากโรงเรียนหมู่บ้านเด็กจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 50 คน และโรงเรียนวัดพนัญเชิงจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่เป็นรูปภาพของ ดร. อารี รังสีนันท์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในช่วงอายุต่างกันแตกต่างกัน โดยที่ความคิดสร้างสรรค์จะสูงขึ้นช้า ๆ ตามระดับอายุที่สูงขึ้น 2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโรงเรียน มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์

อารีและคณะ (อ้างถึงใน อารี, 2527) ได้ศึกษาถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอนุบาล ประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3 และ 4 เพื่อสำรวจและเปรียบเทียบคุณสมบัติ 3 ประการคือ ความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบ ก. ของ Torrance กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ กลุ่มนักเรียนจากภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกรุงเทพฯ จำนวน 3,123 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความคิดละเอียดลออสูงสุด กลุ่มที่มีความคล่องในการคิดต่ำสุด คือกลุ่มนักเรียนระดับอนุบาล ส่วนนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีความคิดละเอียดลออต่ำสุด จากผลการวิจัยสรุปว่า

1) เมื่ออายุของนักเรียนเพิ่มขึ้นหรืออยู่ในระดับชั้นเรียนที่สูงขึ้น ความคล่องในการคิดจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามระดับอายุหรือระดับชั้นเรียน

2) ในชั้นอนุบาลจะมีความคิดริเริ่มสูงและจะลดต่ำลง เมื่ออยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และจะเริ่มสูงขึ้นอีกในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4

3) ความคิดละเอียดลออจะค่อย ๆ พัฒนาดีขึ้นเรื่อย ๆ แต่เป็นไปอย่างเชื่องช้า

Ahmed (อ้างถึงใน ศศิธร, 2529) ได้ศึกษาถึงผลของความต้อยทางสังคม วัฒนธรรมต่อความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มาจากครอบครัวที่ได้เปรียบทางสังคม วัฒนธรรม และครอบครัวที่ต้อยทางสังคม วัฒนธรรม จำนวน 50 คน เป็นนักเรียนระดับ 7, 9, 11 จากโรงเรียน 5 ระดับ คือระดับดีมาก ระดับดี ระดับปานกลาง ระดับค่อนข้างต่ำ และระดับต่ำ โดยมีนักเรียนทั้งระดับภูมิหลังของครอบครัว ประเภทของโรงเรียนและระดับชั้นจำนวนเท่า ๆ กัน และใช้ความเพียงพอของอาคารเรียน ห้องสมุด อุปกรณ์ อัตราส่วนของครูกับนักเรียน อุปกรณ์กีฬาและอื่น ๆ เป็นเกณฑ์ในการจัดระดับโรงเรียนและใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Bager Mehdi ทั้งชุดที่ใช้ภาษาพูดและไม่ใช้ภาษาพูด ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ผลของการวิจัยพบว่า ภูมิหลังของครอบครัว ระดับชั้น ประเภทของโรงเรียน มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Balen (อ้างถึงใน มารศรี, 2530) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของเพศชายและหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัย Clayton จำนวน 573 คน ใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ผลการวิจัยพบว่าเพศชายมีความซัดอยู่ในการคิดมากกว่าเพศหญิง แต่ความคล่องในการคิดและความคิดริเริ่มของนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่างกัน

Crawford (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ กับบททางเพศของเพศชายและเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัย จำนวน 148 คน เป็นชาย 94 คน หญิง 54 คน ปรากฏว่าเพศหญิงมีความสัมพันธ์กับความคิดละเอียดลออ เพศชายมีความสัมพันธ์กับความคิดริเริ่ม

เชาวนา (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่แปลและดัดแปลงมาจากของ Wallach และ Kogan ทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 7 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนที่มีหลักสูตรปกติและหลักสูตรเสรี จำนวน 360 เป็นนักเรียนชาย 180 คน นักเรียนหญิง 180 คน พบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน

รัฐนี้ (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูในด้านความเข้มงวด การลงโทษ กับความคิดสร้างสรรค์ของบุตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา และบิดามารดาของกลุ่มตัวอย่าง 66 คู่ ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Wallach และ Kogan และสอบถามการอบรมเลี้ยงดู ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์จะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับอายุ หรือระดับชั้นเรียน (สุวัฒน์, 2527 และ อารีและคณะ อ้างถึงในอารี, 2527)
2. ความคิดสร้างสรรค์จะเพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลง ในบางช่วงอายุ แล้วจะเพิ่มสูงขึ้นอีกสลับกันไปเป็นช่วง ๆ (กรมการฝึกหัดครู, 2522 และ Yamamoto อ้างถึงใน อารี, 2527)
3. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน

(เชาวนา อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534 และ รัฐนี้ อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534)

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับกับเชาวน์ปัญญากับความคิดสร้างสรรค์

Torrance (อ้างถึงในอารี, 2527) ได้ทำการศึกษาพบว่า คะแนนจากข้อทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนเชาวน์ปัญญา และเมื่อศึกษาต่อมาพบว่า เด็กที่มีเชาวน์ปัญญาสูงจะเป็นเด็กที่ครูชอบ และยอมรับมากกว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง

Wallach And Kogan (อ้างถึงใน อารี, 2527) ได้ศึกษานักเรียนเกรด 5 จำนวน 151 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ วัดเด็กที่มีเชาวน์ปัญญาสูงและเด็กที่มีเชาวน์ปัญญาต่ำ ผลการวิจัยพบว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์

สูงอาจเป็นเด็กที่มีเชาว์ปัญญาสูงหรือต่ำก็ได้ และในทางเดียวกันเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ อาจเป็นเด็กที่มีเชาว์ปัญญาสูงหรือต่ำก็ได้

Yamamoto (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 75 คน และนักเรียนเกรด 11 จำนวน 84 คน ในการวิจัยแบ่งนักเรียนแต่ละระดับออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ละหมวดวิชาของนักเรียนเกรด 9 และ 11 มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างต่ำ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคะแนนวิชาสังคมศึกษา ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้พบว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ แต่ละระดับชั้นเรียน มีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเชาว์ปัญญากับความคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กับเชาว์ปัญญา (Torrance อ้างถึงในอารี, 2527 และ Wallach และ Kogan อ้างถึงใน อารี, 2527)
2. ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำมากและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Yamamoto อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534)
3. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน (Yamamoto อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534)

2.6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สุมาลี (2525) ได้ทำการศึกษาเรื่อง พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน โรงเรียนประถมศึกษา และมีธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,220 คน ซึ่งใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคะแนนความตรง อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และ

ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 154 คน ซึ่งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการหาความตรงร่วมสมัย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน อายุ 11-15 ปี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่มีระดับอายุ ต่างกัน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี และจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นโดยลำดับ

ยงยุทธ (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง และไม่กำหนดแนวทางกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพลังราษฎร์พิทยาสวรรค์ อำเภอดำชะอี จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองใช้กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มควบคุมใช้กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ทั้งสองกลุ่มเขียนเนื้อหาเดียวกันคือ เรื่องยากับชีวิตผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ยากับชีวิตของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประดิษฐ์ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 ประเภทโรงเรียนสหศึกษา ถึงกึ่งครบถ้วนศึกษา จำนวน 400 คนจาก 7 โรงเรียนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ ละเอียต กิระอนันต์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุดร (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนระดับจังหวัด โรงเรียนระดับอำเภอ และโรงเรียนระดับตำบลในจังหวัดตรัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในโรงเรียนระดับจังหวัด ระดับอำเภอ ระดับตำบลในจังหวัดตรังจำนวน 450 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนระดับจังหวัด ระดับอำเภอ และระดับตำบลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนในระดับต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับเพศมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ธวัชชัย (2528) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจำรศีกศิลปาคาร กลุ่มทดลองใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองต่างจากกลุ่มควบคุม และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงลักษณ์ (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ที่เป็น

สมาชิกร่วมมนุษยศาสตร์ โรงเรียนสาธิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดกิจกรรมมนุษยศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคล่องในการคิดไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่มีความยืดหยุ่นในการคิดและมีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุลจักร (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกม กับวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอธิบาย กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ของโรงเรียน สุวรรณสุทธาราม กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการสอน กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกม แผนการสอนวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอธิบาย แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความมีมนุษยสัมพันธ์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองแตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พจนา (2529) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ กลุ่มทดลองใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาญชัย (2529) ศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ในการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนวัดไร่ขิง จังหวัดนครปฐม จำนวน 120 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการ สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพ หรือแผนภูมิ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความคิดสร้าง- สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มารศรี (2530) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตการศึกษา 10 กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 10 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและ นักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 3) ความคิดสร้าง สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ไม่แตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาณี (2531) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบฝึก การคิดแบบอุปนัยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างยนต์ แบ่ง เป็นกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยและแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย เครื่องมือที่ใช้ใน การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบการฝึกการคิดแบบนิรนัย แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ทำแบบฝึก การคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย มีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ศรีพกา (2532) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอน โดยใช้บทเรียนโมดูล กับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้บทเรียนโมดูล กับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้บทเรียนโมดูล กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้านคือด้านความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิดและความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียน ที่ใช้บทเรียนโมดูล กับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

กัมปนาท (2534) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในเขตการศึกษา 11 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของประจิต นามโคตร ผลการ วิจัยพบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 สูงกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความ คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล เขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนในเขตเทศบาล และเขตสุขาภิบาลสูงกว่านอกเขตสุขาภิบาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนในเขตเทศบาลกับเขตสุขาภิบาลไม่ แตกต่างกัน 4) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี ความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Foster (อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกความ คิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ในระดับ 5 และ 6 ที่ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับเรื่องวงจรไฟฟ้าจากชุดแบตเตอรี่และหลอดไฟ โดยกลุ่มควบคุมทำกิจกรรม เป็นรายบุคคล และกลุ่มทดลองทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน โดยทำกิจ กรรมชนิดเดียวกัน และทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Verbal Form A) และทดสอบด้วยการปฏิบัติจริงในเรื่องของไดอะแกรมการสร้างวงจรไฟฟ้า จากชุดทดสอบแบตเตอรี่และหลอดไฟ พร้อมทั้งวัดทัศนคติด้วย ผลการวิจัยพบว่าความ คิดสร้างสรรค์วัดด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ไม่แตกต่างกัน แต่

กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบโดยปฏิบัติ สูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งระดับ 5 และ 6 รวมทั้งทัศนคติการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้าก็ไม่แตกต่างกัน

บรรจงลักษณ์ (2534) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนบ้านหม้อ พัฒนานุกูล อำเภอบ้านหม้อ จังหวัดลพบุรี จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มะลิวรรณ (2534) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราณ จังหวัดนครปฐม จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คนและกลุ่มควบคุม 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับ

นักเรียน กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชูเกียรติ (2534) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในเขตการศึกษา 10 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในเขตการศึกษา 10 จำนวน 576 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ประจิต นามโคตร ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล เขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในเขตเทศบาลสูงกว่านักเรียนในเขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาลและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตสุขาภิบาล สูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธงชัย (2535) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในเขตการศึกษา 9 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในเขตการศึกษา 9 จำนวน 640 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ประจิต นามโคตร ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล สุขาภิบาล และนอกเขต

สุชาภิบาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาลสูงกว่านักเรียนในเขตสุชาภิบาล และนอกเขตสุชาภิบาล และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตสุชาภิบาล สูงกว่านักเรียนนอกเขตสุชาภิบาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนที่ ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยทำเป็นรายบุคคลและรวมกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน (Foster อ้างถึงใน กัมปนาท, 2534)
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ชงชัย, 2527; กัมปนาท, 2534; ชูเกียรติ, 2534 และ ชงชัย, 2535)
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ประดิษฐ์, 2527)
4. สถานที่ตั้งของโรงเรียนต่างกัน ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน (อุดร, 2527; กัมปนาท, 2534; ชูเกียรติ, 2534 และ ชงชัย, 2535)
5. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง, ชุดการสอน, บทเรียนโมดูล, กลุ่มสัมพันธ์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู (พจนา, 2529; ศรีพกา, 2532 และ บรรจงลักษณ์, 2534)
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ไม่แตกต่างกัน (ประดิษฐ์, 2527; อุดร, 2527; มารศรี, 2530; กัมปนาท, 2534; ชูเกียรติ, 2534 และ ชงชัย, 2535)
7. ขนาดของโรงเรียนไม่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน (มารศรี, 2530)

4.6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์
 อำนาจ (2523) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ ของ
 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของจังหวัดปทุมธานี ตัวอย่างประชากรของการ
 วิจัยได้แก่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของจังหวัดปทุมธานี จำนวน 120 คน
 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ประกอบชุดทดสอบ 2 ชุด ได้แก่ชุดทดสอบการ
 ระบุและควบคุมตัวแปร และชุดทดสอบการสมดุลของคาน ผลการวิจัยพบว่า 1) พัฒนา
 การทางสติปัญญาของผู้เรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนมากยังอยู่ในขั้นปฏิบัติการ
 รูปธรรม 2) ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านปฏิบัติการทางความคิด เกี่ยวกับ
 สัดส่วน กับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านปฏิบัติการทางความคิดแยกตัวแปรและ
 ควบคุมตัวแปร มีความสัมพันธ์กับระดับชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 3) ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาด้านปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับการแยกตัวแปร
 และควบคุมตัวแปรมีความสัมพันธ์กับ ระดับอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 4) ระดับพัฒนาการทางด้านปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับสัดส่วนกับระดับอายุ
 ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) ระดับพัฒนาการทาง
 สติปัญญาในด้านปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน กับพัฒนาการทางสติปัญญาใน
 ด้านปฏิบัติการทางความคิดในการแยกและควบคุมตัวแปร มีความสัมพันธ์กันอย่าง
 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมหมาย (2524) ศึกษาเปรียบเทียบการคิดแบบอนุรักษตามทฤษฎีของเพียเจต์
 ของเด็กไทย ต่างระดับอายุและสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่างกัน ซึ่งกำลังเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-5 ปีการศึกษา 2523 ของโรงเรียนสามัญราชวินิตา จำนวน
 96 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบการคิดแบบอนุรักษความยาว พื้นที่
 ที่และปริมาตร ผลการวิจัยพบว่า ที่ระดับอายุ 11-12 ปี เด็กมีความสามารถด้าน
 อนุรักษความยาว พื้นที่ ส่วนในเรื่องปริมาตรนั้น มีเฉพาะเด็กที่มีสถานภาพ
 ทางเศรษฐกิจและสังคมสูง คะแนนความคิดแต่ละด้าน สูงกว่าเด็กที่มีสถานภาพ
 ทางเศรษฐกิจและสังคมที่ต่ำกว่า

พีระศักดิ์ (2525) ได้ศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างขั้นสติปัญญาการเรียนรู้อยู่ ตาม
 ทฤษฎีของเพียเจต์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดราชบุรี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 348 คน เครื่องมือในการวิจัยคือแบบวัดระดับสติปัญญาการเรียนรู้อย่าง
 Gilbert M. Burney ซึ่งปรับปรุงเป็นภาษาไทย โดย ยุพา วีระไวทยะ และแบบ
 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม สร้างโดยสถาบันส่งเสริมการสอน
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับพัฒนาการเรียนรู้อย่างตามทฤษฎี
 ของเพียเจต์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีความสัมพันธ์กันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ระดับสติปัญญาการเรียนรู้อย่างกับการคิดแบบนามธรรม
 กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 3) ระดับสติปัญญาการเรียนรู้อย่างกับการคิดแบบกึ่งนามธรรมกับทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) ระดับสติปัญญา
 การคิดแบบรูปธรรม กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ไม่มีความ
 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 5) นักเรียนมีระดับสติปัญญาการเรียนรู้อย่างปฏิบัติ
 การคิดแบบรูปธรรม ขึ้นกับการคิดแบบกึ่งนามธรรม และขึ้นกับการคิดแบบนามธรรมมีทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมแตกต่างกัน

พิศวาท (2527) ศึกษาพัฒนาการทางการคิดแบบอนุรักษด้านความยาว พื้นที่
 และด้านปริมาตรในเด็กระดับอายุต่างกัน และเปรียบเทียบพัฒนาการทางการคิดอนุรักษ
 ของเด็กชาวเขา เด็กในเมืองและในชนบท ในจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่าง
 ประกอบด้วยนักเรียนระดับอายุ 4 ปี 6 เดือน ถึง 8 ปี 6 เดือน ซึ่งกำลังเรียนอยู่
 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ปีการ
 ศึกษา 2526 - 2527 แยกเป็นเด็กกลุ่มชาวเขา เด็กในเมือง และในชนบท กลุ่มละ
 48 คน รวมทั้งสิ้น 144 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสัมภาษณ์วัดความคิด
 แบบอนุรักษความยาว ด้านพื้นที่และปริมาตรของ Piaget และ Inhelder และ
 ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า เด็กชาวเขา เด็กในเมืองและเด็กในชนบท
 ได้คะแนนทางความคิดแบบอนุรักษทุกด้านสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการคิดแบบ
 อนุรักษด้านความยาว ด้านพื้นที่และด้านปริมาตร ในเด็กอายุต่างกัน แตกต่างกันอย่าง
 มีนัยสำคัญทางสถิติ และพัฒนาการทางการอนุรักษด้านความยาว ด้านพื้นที่และด้าน
 ปริมาตรของเด็กชาวเขา เด็กในเมืองและเด็กในชนบท แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติที่ระดับ .05

การุณี (2527) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาและความสนใจทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์สูง เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2527 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล แบบทดสอบความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้นต่อเนื่องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญา ขึ้นปฏิบัติการรูปธรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้นปฏิบัติการนามธรรม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนที่มีระดับพัฒนาการขึ้นปฏิบัติการรูปธรรมและขึ้นต่อเนื่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์สูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนที่มีความสนใจในทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พจนา (2528) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ ขึ้นการคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม ตามทฤษฎีของเพียเจต์ ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 5 จำนวน 1,225 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อใช้วัดพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ ได้ค่าเที่ยงตรง ตรงกับแบบสัมภาษณ์ Piagetian Task Instrument ร้อยละ 88 มีค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 0-11 คะแนนอยู่ในขั้นการคิดปฏิบัติการแบบรูปธรรม 12-19 คะแนนอยู่ในขั้นต่อเนื่อง 20-25 คะแนนอยู่ในขั้นการคิดแบบปฏิบัติการ

นามธรรม 2) จากการศึกษาสำรวจพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ ของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง 1,225 คน พบว่านักเรียนมีสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม
ร้อยละ 32.1 ขึ้นต่อเนื่องร้อยละ 60.9 และขึ้นการคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม
ร้อยละ 7.0

ปราโมทย์ (2528) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ขึ้นการคิด
แบบปฏิบัติการแบบนามธรรม ตามทฤษฎีของเพียเจต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน
ปลาย เขตการศึกษา 7 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขต
การศึกษา 7 สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2527 จำนวน 1,152 คน ผลการ
วิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ ใช้วัดพัฒนาการทางสติปัญญา
การเรียนรู้ ได้ค่าความเที่ยงตรง ตรงกับแบบสัมภาษณ์ Piagetian Task
Instrument ร้อยละ 88 มีค่าความเชื่อมั่น .8063 การแบ่งพัฒนาการทางสติปัญญา
การเรียนรู้ ของนักเรียนทำได้จากแบบทดสอบ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ นักเรียนได้คะแนน
0-11 คะแนน อยู่ในขั้นการคิดและปฏิบัติการแบบรูปธรรม 12-19 คะแนนอยู่ในขั้น
ต่อเนื่อง 20-25 คะแนน อยู่ในขั้นปฏิบัติการนามธรรม 2) จากการศึกษาสำรวจ
พัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 1,152 คน พบว่า
นักเรียนมีสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม ร้อยละ 56.5 ขึ้น ต่อเนื่อง
ร้อยละ 37.2 และขึ้นการคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม ร้อยละ 6.3

พิชัย (2528) ได้ศึกษาระดับสติปัญญาขึ้นการคิดด้วยนามธรรม ตามทฤษฎี
ของเพียเจต์ ของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ปวช.ปีที่ 1 ในเขตภาคเหนือของ
ประเทศไทยเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 25 ข้อซึ่งมีค่าความ
เชื่อมั่น .8063 กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาช่างอุตสาหกรรมชั้น ปวช.ปีที่ 1 ปีการ
ศึกษา 2527 ในเขตภาคเหนือจำนวน 840 คน ผลของการวิจัยพบว่านักศึกษาช่าง
อุตสาหกรรมชั้น ปวช. ปีที่ 1 ในเขตภาคเหนือ มีพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้นการคิด
แบบรูปธรรมร้อยละ 67.9 ขึ้นต่อเนื่องร้อยละ 30.9 และขึ้นการคิดด้วยนามธรรม
ร้อยละ 1.2

ภูมิรินทร์ (2529) ได้ศึกษาความสามารถเชิงตรรกปฏิบัติและการให้เหตุผล
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 11 กลุ่มตัว
อย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 11

จำนวน 1,324 คน กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 684 คน เป็นนักเรียนในเขตอำเภอเมือง 280 คน นอกเขตอำเภอเมือง 404 คน มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 640 คน แบ่งเป็นนักเรียนในเขตอำเภอเมือง 231 คน นอกเขตอำเภอเมือง 409 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงตรรกปฏิบัติ และการให้เหตุผลของ Raven ซึ่งปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียนไทย เมื่อ พ.ศ. 2521 ผู้วิจัยใช้วิธีทดสอบเป็นรายกลุ่ม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน ผลของการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการใช้ตรรกปฏิบัติทุกชนิด และตรรกปฏิบัติรวม (RTLO) ได้ดีกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เขตอำเภอเมืองมีความสามารถเชิงตรรกปฏิบัติ การจัดแบ่งกลุ่มแบบพหุคูณการทดแทน การหาความสัมพันธ์ของเหตุผลและตรรกปฏิบัติรวม ได้ดีกว่านักเรียนนอกเขตอำเภอเมือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตอำเภอเมืองมีความสามารถในการเรียงลำดับ การจัดแบ่งกลุ่มแบบพหุคูณ การหาความสัมพันธ์ของเหตุผลและตรรกปฏิบัติรวม ได้ดีกว่านักเรียนนอกเขตอำเภอเมือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการจัดจำแนกประเภท การทดแทนอัตราส่วนและความน่าจะเป็นไม่แตกต่างกัน

สมพร (2530) ได้ศึกษาความสามารถเชิงตรรกปฏิบัติและการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 9 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,405 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 724 คน แบ่งเป็นนักเรียนในเขตอำเภอเมือง 231 คน และนอกเขตอำเภอเมือง 493 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 681 คน แบ่งเป็นนักเรียนในเขตอำเภอเมือง 196 คน และนอกเขตอำเภอเมือง 485 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดความสามารถเชิงตรรกปฏิบัติและการให้เหตุผลของ Raven ผู้วิจัยใช้วิธีทดสอบเป็นรายกลุ่มกลุ่มละ 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการใช้ตรรกปฏิบัติและตรรกปฏิบัติรวม ดีกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เขตอำเภอเมืองมีความสามารถเชิงตรรกปฏิบัติรวม ได้ดีกว่านักเรียนนอกเขตอำเภอเมืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการจัดจำแนกประเภท

การเรียงลำดับ อัตราส่วนและความน่าจะเป็น ไม่แตกต่างกัน 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตอำเภอเมืองมีความสามารถในการเรียงลำดับ การจัดกลุ่ม พหุคูณ การทดแทน การหาความสัมพันธ์ของเหตุผลและตรรกปฏิบัติรวมได้ดีกว่านักเรียนนอกเขตอำเภอเมือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการจัดจำแนกประเภท การทดแทน อัตราส่วนและความน่าจะเป็นไม่แตกต่างกัน

สมปอง (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนตามหลักการ จากทฤษฎีของเพียเจต์ กับการสอนตามปกติในวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ยีน และ DNA กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดเพื่อวินิจฉัยระดับพัฒนาการทางสติปัญญาชื่อ Piagetian Task Instrument แผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องยีน และ DNA ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนตามหลักของเพียเจต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม

พิชยา (2532) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในจังหวัดเลย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2,158 คน แบ่งเป็นชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1,083 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,075 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และแบบวัดพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นปฏิบัติการรูปธรรมชื่อ Piagetian Paper-And-Pencil Test For Assessing Concrete Operation Reasoning ของ Paul H. Ankly และ Lyle K. Joyce ซึ่งปรับเป็นภาษาไทยโดย ผศ.ดร.อาภา จันทรสกุล ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่าน 60% จำนวนร้อยละ 54.4 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นปฏิบัติการรูปธรรมจำนวน ร้อยละ 29.1 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Michael J. และ Okey (อ้างถึงใน นิธยา 2532) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดหาเหตุผล ในชั้นปฏิบัติการนามธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ระดับ 7-12 โดยใช้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 492 คน ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเพิ่มขึ้นจาก 2.76 ไปเป็น 6.81 ในระดับ 12 และพบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับคะแนนการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

วรรณ (2533) ได้ศึกษาความคิดรวบยอดด้านอนุรักษ์ ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการเล่นเกมการศึกษาปกติ และที่เสริมด้วยเกมฝึกด้านมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นอนุบาล โรงเรียนอนุบาลสระบุรี อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี จำนวน 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการเล่นเกมการศึกษาปกติและเสริมด้วยเกมฝึกด้านมิติสัมพันธ์ กลุ่มควบคุม ได้รับการเล่นเกมการศึกษาปกติ เครื่องมือที่ใช้คือเกมการศึกษาปกติ เกมการศึกษาปกติเสริมด้วยเกมการฝึกด้านมิติสัมพันธ์ และเครื่องมือทดสอบเกี่ยวกับความคิดรวบยอดด้านอนุรักษ์ ของดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ ที่สร้างขึ้นโดยอาศัยทฤษฎีของเพียเจต์ พบว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมให้เล่นเกมการศึกษาปกติ และเสริมด้วยเกมการฝึกด้านมิติสัมพันธ์ กับ เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเล่นเกมการศึกษาปกติ มีความคิดรวบยอด ในด้านการอนุรักษ์ต่างกัน กล่าว คือเด็กที่ได้รับการเล่นเกมการศึกษาปกติและเสริมด้วยเกมการฝึกด้านมิติสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยของความคิดรวบยอด ในด้านการอนุรักษ์สูงกว่า เด็กที่ได้รับการเล่นเกมการศึกษาปกติ

สรุปผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ ได้ดังนี้

1. ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ส่วนใหญ่ยังอยู่ในชั้นปฏิบัติการรูปธรรม (อำนาจ, 2523; พจนา, 2528; ปราวิมภักดิ์, 2528 และ พิรัช, 2530)
2. ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิระศักดิ์, 2525; นิธยา, 2532 และ Michael J. และ Okey อ้างถึงใน นิธยา, 2532)

3. นักเรียนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจ และสังคมสูงมีความคิดแบบอนุรักษ์ใน แต่ละด้านสูงกว่านักเรียนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมที่ต่ำกว่าและนักเรียนใน เขตเมือง, ชนบท, นักเรียนชาวเขามีความสามารถด้านการอนุรักษ์ ในด้านต่าง ๆ แตกต่างกัน (สมหมาย, 2524 และพิศวาท, 2527)

4. การจัดการเรียนการสอนตามหลักการและทฤษฎีของเพียเจต์ และการ เตรียมความพร้อมของเด็ก, การใช้เกมหลายชนิดประกอบการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาการทางสติปัญญาด้าน การอนุรักษ์สูงกว่าการสอนตามปกติ (สมปอง, 2530 และวรรณา, 2533)

5. นักเรียนในระดับอายุและชั้นเรียนที่สูงขึ้นจะมีความสามารถเชิงตรรก ปฏิบัติสูง ขึ้น และนักเรียนในเขตเมือง มีความสามารถเชิงตรรกปฏิบัติดีกว่านักเรียน เขตนอกเมือง (ภูมิรินทร์, 2529 และ สมพร, 2530)