

พัฒนาการทางสติปัญญา

การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการคิด
การเรียนรู้ การจดจำ และการแก้ปัญหา
ผลการศึกษา

แต่ละขั้นพัฒนาการ จะมีความสามารถทางสติปัญญา
ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน ซึ่งแตกต่างจากขั้นอื่น ๆ

ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจท์
เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

- ➔ แนวคิดพื้นฐานที่สำคัญ
- ➔ ลักษณะพัฒนาการของเด็กแต่ละวัย
- ➔ แนวทางการประยุกต์ในการเรียนการสอน

แนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญา

- ได้มาจากพัฒนาการทางชีววิทยา
- สิ่งที่มีชีวิตดำรงชีพอยู่ได้ด้วยการปรับตัวที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม
- วิวัฒนาการทางร่างกายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงร่วมกันของลักษณะทางกรรมพันธุ์และสิ่งแวดล้อม
- พัฒนาการทางปัญญา ก็คือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ ความคิด (cognitive structure) หลังจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

เพียเจต์แบ่งความรู้ความคิดออกเป็น 2 ประเภท

- ประเภทแรกเป็น โครงสร้างความรู้ความคิดในรูปของการกระทำ หรือพฤติกรรม (operative knowledge)
- อีกประเภทหนึ่งเป็น โครงสร้างความรู้ความคิดในรูปของข้อเท็จจริง หรือภาพลักษณ์ (fact or figurative knowledge)

เพียเจท์ใช้คำว่า **สกีม (scheme)** แทนโครงสร้างความรู้
ความคิดแบบแรก ใช้คำว่า **สกีมา (schema)** แทนโครงสร้าง
ความรู้ความคิดแบบหลัง

ตัวอย่างของ**สกีม** ได้แก่ การผูกเชือกกรองเท้า การเล่น
ฟุตบอล การเขียนหนังสือ การดูคนนิ้วมือ

สำหรับตัวอย่างของ**สกีมา** ได้แก่ ช้าง ม้า วัว ควาย มี **4** ขา

สกีมและสกีมาของเด็กเล็ก ๆ

จะเป็น โครงสร้างความรู้ความคิดที่ **ไม่ซับซ้อน**

และมีจำนวน **ไม่กี่อย่าง**

เช่น เด็กทารกก็มีเฉพาะ **การดูด**

และการ **กำมือ** เพื่อจับสิ่งของ

ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสะท้อน (**reflex**) เท่านั้น

เมื่อพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น

โครงสร้างความรู้ความคิดก็จะมีลักษณะที่ซับซ้อนมากขึ้น

และจะพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

เริ่มจาก

ขั้นพัฒนาการรับรู้จากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว

(sensorimotor stage) ไปสู่

ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล

(preoperational stage)

ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม

(concrete operational stage)

และขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม

(formal operational stage)

กระบวนการสำคัญ ต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ความคิด

- จัดระเบียบภายใน (Organization)
- การปรับ (Adaptation)

ปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation)

ปรับขยายโครงสร้าง (Accomodation)

กระบวนการจัดระเบียบภายใน (organization)

เป็นพฤติกรรมของอินทรีย์ที่จัดกระบวนการ
ทั้งทางกายและจิตให้เป็นระบบ

เช่น ในเด็กเล็ก ๆ จะมีโครงสร้างความรู้ความคิด
ในเรื่อง “การมอง” กับ “การจับสิ่งของ” ที่เป็นอิสระจากกัน
เมื่อเด็กพัฒนาขึ้นจะสามารถจัดระเบียบความรู้ความคิด

ให้มีความต่อเนื่องและประสานกัน

เช่น “เขาจะมองจ้องแล้วก็จับสิ่งของนั้น”

แสดงว่าโครงสร้างความรู้ความคิดที่มีอยู่

ได้รับการพัฒนาหรือบูรณาการเข้าด้วยกัน

อย่างเป็นระบบที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

กระบวนการปรับ (adaptation)

เกิดขึ้นควบคู่กับการจัดระเบียบภายใน
แยกเป็นกระบวนการย่อยได้ 2 กระบวนการ

คือ

กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (assimilation)

และ

กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (accommodation)

กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง

กระบวนการที่อินทรีย์

สัมผัสสิ่งที่พบเห็นใหม่ ๆ จากโลกภายนอก

ให้เข้าไปอยู่ในกลุ่มโครงสร้างความรู้เดิม

หรือสก็มาที่มีอยู่แล้วในสมอง

เช่น เมื่อเด็กเห็นสุนัขสีขาว

เขาก็จะทราบว่าเป็นสุนัข และสามารถจัดสุนัขสีขาว

ให้เข้ากับสก็มาของสุนัข ซึ่งได้จัดระเบียบความรู้ไว้แล้ว

กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง

สิ่งที่เด็กพบเห็นรอบ ๆ ตัว

ไม่อาจจัดเข้าโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วได้

ลักษณะนี้ก่อให้เกิดความไม่สมดุล

(disequilibrium) ขึ้น

ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการขยายโครงสร้าง

หรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ที่มีก่อนแล้วเสียใหม่

(accommodation)

เพื่อให้เกิดภาวะสมดุล

(equilibrium)

เช่น เด็กที่ไม่เคยเห็นเก้าอี้เล็กเซอร์มาก่อน
ปัญหาก็คือ จะเรียกเก้าอี้เล็กเซอร์ว่าอะไร
จะเรียกว่าเก้าอี้ ก็ไม่มีอยู่ในสกีมาของเก้าอี้
ที่มีอยู่ในความคิดของเขาซึ่งไม่มีที่รองเขียน

แต่จะเรียกว่าโต๊ะก็ไม่ได้เช่นกัน

เพราะโต๊ะในความคิดของเขาไม่ได้มีไว้สำหรับนั่ง

ด้วยเหตุนี้เขาต้องปรับขยายสกีมาของเก้าอี้

ที่มีอยู่เป็นเก้าอี้อีกชนิดหนึ่ง

ซึ่งเรียกว่าเก้าอี้เล็กเซอร์

เป็นต้น

ขั้นพัฒนาการทางปัญญา

ลักษณะสำคัญของขั้นพัฒนาการ

- **แต่ละขั้น** จะเป็นช่วงระยะของความรู้ความคึกขัน ในลักษณะที่แตกต่างจากขั้นอื่น ๆ การสร้างและจัดระเบียบ
- เมื่อบรรลุถึงขั้นหนึ่ง ก็จะเริ่มพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น ที่มีความต่อเนื่องกันตลอดทุกระยะ
- เป็นลำดับก่อนหลัง ไม่กระโดดข้ามขั้น (ในแต่ละขั้นเด็กอาจมีอายุต่างกัน)

ขั้นพัฒนาการทางปัญญา

กระบวนการพัฒนาการ

จากขั้นต้นไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น

จะอยู่ในรูป**บูรณาการ**อย่างกลมกลืน

ในโครงสร้างความรู้ความคิดในขั้นต้น

จะได้รับ**การปรับหลอม**ให้เป็นโครงสร้างความรู้ความคิดใหม่

ที่มีความ**ซับซ้อน**มากขึ้นในขั้นที่สูงขึ้นต่อ ๆ ไป

4 ขั้นพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์

- ขั้นการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว
(**sensorimotor stage**) อายุประมาณ **0-2** ปี
- ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล
(**preoperational stage**) อายุประมาณ **2-7** ปี
- ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม
(**concrete operational stage**) อายุประมาณ **7-11** ปี
- ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม
(**formal operational stage**) อายุประมาณ **11** ปี ขึ้นไป

ขั้นการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (sensorimotor stage) อายุประมาณ 0-2 ปี

แบ่งเป็น 6 ขั้น

1. ขั้นปฏิกิริยาสะท้อน (อายุ 0-1 เดือน)

พฤติกรรมส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาสะท้อน (reflex)

เช่น การกำมือ การดูด

โครงสร้างความรู้ความคิด (scheme) ที่เกิดขึ้นในสมอง

จึงเป็นปฏิกิริยาสะท้อนเท่านั้น

ซึ่งเกิดจากสิ่งเร้าภายนอกมากกว่าการเกิดขึ้นเอง

เพียงเจ็ดวันที่ผลการสังเกตลูกสาว ชื่อลอเรนซ์ (Laurent)

เมื่ออายุ 2 วัน ว่า

“เริ่มทำปากคล้ายจะดูดอะไรบางอย่าง

ทั้ง ๆ ที่ไม่มีสิ่งใดกระตุ้น

บางครั้งก็คล้าย ๆ กับว่าทำท่าดูดเพื่อเรียกร้องสิ่งที่ต้องการ

เมื่ออายุได้ 3 วัน

ก็จะเริ่มเอาใบหน้าซุกไซ้หาหัวนม

ทันทีที่ริมฝีปากของเขาสัมผัสกับหน้าอกแม่

เขาจะเผยอปาก เอาใบหน้าซุกไซ้ไปมา

จนกว่าจะพบหัวนมที่ต้องการ”

เด็กจะเรียนรู้เริ่มดูสิ่งอื่น ๆ

เช่น นิ้วมือ เสื้อผ้า หมอน

แสดงว่า เริ่มแรกเด็กจะมีโครงสร้างความรู้ความคิด

หรือสกีม “การดูห้วนม” ในสมอง

ต่อมาเมื่อเจอสิ่งเร้าใหม่

ก็มีแนวโน้มที่จะใช้การตอบสนองแบบเดิม (การดู)

ไปใช้กับสิ่งเร้าอื่น ๆ

ลักษณะเช่นนี้ก็คือ

กระบวนการปรับโครงสร้างนั่นเอง (เกิดเป็นส่วนใหญ่)

แต่ก็มีกระบวนการ

ปรับขยายโครงสร้างเกิดขึ้นเช่นกัน

เช่น เด็กทารกจะเรียนรู้

การปรับศีรษะและการเคลื่อนไหวริมฝีปาก

เพื่อหาหัวนมแม่

ซึ่งเป็นการกระทำรูปแบบใหม่ที่เด็กยังไม่เคยทำมาก่อน

2. ปฏิกริยาเวียนซ้ำขั้นปฐม

(primary circular reactions) (1-4 เดือน)

เด็กจะทำกิจกรรมบางอย่างซ้ำ ๆ โดยไม่ตั้งใจ

เช่น การกำมือแล้วแบออก

เมื่อมือแตะริมฝีปากก็จะดูดนิ้ว

หรือเอามือตีหน้าตัวเองซึ่งคุณล้ายกับว่าพยายามจับหน้าตัวเอง

ซึ่งแสดงให้เห็นพัฒนาการที่ก้าวหน้าของเด็ก

เพราะพฤติกรรมส่วนใหญ่

เริ่มเป็นการจัดระเบียบ

หรือประสาน (organization)

กลุ่มการกระทำ (scheme) ต่างๆ

ตั้งแต่ 2 อย่างที่มีอยู่เข้าด้วยกัน

เช่น ประสานการเอามือตบที่ใบหน้าตนเอง

กับการมองจ้องที่มีตนเอง

ประสานการดูกับการมองจ้อง เป็นต้น

3. ปฏิกริยาเวียนซ้ำขั้นที่สอง

(secondary circular reactions) (4-10 เดือน)

เด็กจะมีพฤติกรรมทำซ้ำ ๆ อย่างจงใจ ในรูปของการค้นหา

หรือทำสิ่งที่เขาสนใจนอกร่างกายตนเอง

ตัวอย่างเช่น

ลูเซียน (Lucience) ใช้เท้าเตะตุ๊กตาที่แขวนอยู่ในเปลให้แกว่งไปมา

มองจ้องการแกว่งของตุ๊กตาอย่างสนใจ

ต่อมาเธอก็ทำเช่นนั้นซ้ำอีก

พร้อมกับส่งเสียงหัวเราะ

ซึ่งแสดง**ความพึงพอใจ**ในผลที่เกิดขึ้น

เด็กจะสนใจสิ่งแวดล้อมรอบตัวและเริ่มเลียนแบบพฤติกรรม

แต่จำกัดเฉพาะพฤติกรรมที่เด็กทำได้อยู่แล้ว

เช่น ทำเสียง ทำท่าทางที่เขาเห็น เป็นต้น

จะยังไม่สามารถเลียนแบบพฤติกรรมที่เป็นรายละเอียด

(เช่น การแสดงออกทางสีหน้าของตัวแบบ)

นอกจากนี้

เด็กยังเริ่มเข้าใจความคงอยู่ที่ถาวรของสิ่งต่าง ๆ

เช่น เมื่อตุ๊กตาหล่นจากเปล

เด็กจะมองหาตุ๊กตามากกว่าการละลายตาจากตุ๊กตานั่น

4. การประสานกลุ่มพฤติกรรมเข้าด้วยกัน
เป็นพฤติกรรมใหม่แบบจงใจ (10-12 เดือน)

เป็นพฤติกรรมที่ซับซ้อน

โดยการประสาน **2** พฤติกรรม

แบบจงใจเข้าด้วยกัน

เป็นพฤติกรรมใหม่

(coordination of secondary schemes)

มีวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน

ตัวอย่างเช่น

วันหนึ่งลอเรนท์ ต้องการ**จับกล่องไม้ขีด**

แต่เพียงเท่าที่ได้ยื่นมือไปขวางไว้

ตอนแรกลอเรนท์พยายามไม่ใส่ใจมือที่ขวางไว้

พยายามจะยื่นมือข้ามไปและอ้อม

โดยไม่พยายามเคลื่อนย้ายสิ่งกีดขวางนั้น

หลายวันต่อมาพบว่า

ลอเรนท์จะ**ผลักมือที่ขวางกั้นนั้นออกไปก่อนแล้วจึงจับกล่องไม้ขีด**

แสดงว่าได้ประสาน**พฤติกรรม 2** อย่าง

คือ ผลัก และ จับ เข้าด้วยกัน

เป็นพฤติกรรมที่ต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน เพื่อเป้าหมาย

แสดงว่าเด็กเริ่มเข้าใจเรื่อง

สเปซ (**space**) และเรื่องเวลา (**time**)

เมื่อผลักสิ่งที่กีดขวางออกไป

แล้วจึงยื่นมือไปจับกล่องไม้ขีดได้

เริ่มเข้าใจแล้วว่า

มีของบางอย่างอยู่ข้างหน้าของอีกสิ่งหนึ่งในสเปซ

และมีเหตุการณ์อย่างหนึ่ง (คือการผลัก)

เกิดก่อนเหตุการณ์อีกอย่างหนึ่ง (การจับ)

นอกจากนี้

เด็กยังสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้

เช่น เด็กจะร้องไห้เมื่อเห็นแม่สวมชุดไปทำงานนอกบ้าน

หรือเด็กที่ชอบเล่นน้ำในอ่าง

ก็เริ่มมีอารมณ์รื่นเริงทันทีเมื่อเห็นแม่ปล่อยน้ำลงในอ่าง

ส่วนการเลียนแบบจะพัฒนาขึ้นมาก

สามารถเลียนแบบพฤติกรรมที่แปลกใหม่

และจะเกิดการเรียนรู้โดยการสังเกต

(observational learning)

5. ปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นที่สาม (tertiary circular reactions) (12-18 เดือน)

ในขั้นย่อยที่ 4 เด็กประสานพฤติกรรมแบบเจาะจง 2 อย่าง
เข้าด้วยกัน เพื่อผลอะไรบางอย่าง

ส่วนในขั้นย่อยขั้นที่ 5 นี้

ทำพฤติกรรมที่แตกต่างกันหลายๆ อย่าง
เพื่อสังเกตถึงผลที่จะเกิดขึ้นว่าจะแตกต่างกันอย่างไร

เพียเจท์เรียกลักษณะพฤติกรรมเช่นนี้ว่า

ปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นที่สาม

ตัวอย่าง

วันหนึ่งลอเรนท์เกิด**ความสนใจ**ใ้ะ**ตัวใหม่**ตัวหนึ่ง

เขา**ตีไ้ะ**นั้นด้วย**กำปั้น**ของเขาหลายครั้ง

บางครั้งก็**แรง** บางครั้งก็**ค่อย**

เพื่อ**สังเกตเสียง**ที่เกิดขึ้นว่าจะแตกต่างกันอย่างไร

อีกตัวอย่างหนึ่ง

เด็กอายุ **12** เดือน กำลัง**นั่งเล่นน้ำ**อยู่ในอ่างอาบน้ำ

จับดูน้ำที่ไหลลงมาจากก๊อก

ยื่นมือไปรองน้ำที่ไหลลงมา สังเกตดูว่าน้ำจะ**กระจาย**ออกอย่างไร

ต่อมาก็ทดลอง**ยื่นมือเข้าไปใกล้**ก๊อกน้ำมากขึ้น

แล้วถอยมือห่างออกจากก๊อกน้ำในระยะต่าง ๆ

เพื่อจะ**สังเกตดูว่า**น้ำที่ไหลออกมา นั้นจะ**กระจาย**ออกแตกต่างกันอย่างไร

6. การเริ่มต้นการคิด (the beginning of thoughts) (18-24 เดือน)

ลักษณะสำคัญ

จะไม่ใช้วิธีลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหา
แต่จะเริ่มใช้ความคิดในการแสดงพฤติกรรม

ตัวอย่าง

กรณี ลูกเขียนต้องการจะดึงสร้อยเส้นเล็ก ๆ

ออกจากกล่องไม้ขีดไฟที่ปิดไว้ไม่สนิทสามารถมองเห็นสร้อยได้
แต่ช่องนั้นก็เล็กเกินกว่าที่จะใช้นิ้วมือสอดเข้าไปดึงสร้อยออกมาได้

เพื่อเจ้ที่สังเก้ตว่าก่อนที่ดูเชิยจะแก้ปัญหานี้

ดูเชิยจ้องมองที่กล่องไม้จืดไฟ

และแสดงอาการอ้าปาก หุบปากอย่างซ้ำ ๆ

และค่อย ๆ อ้าปากกว้างขึ้นหลายครั้ง

แล้วจึงเลื่อนฝากล่องนั้นให้กว้างออก

และใช้มือล้วงเข้าไปดึงสร้อยออกมา

เพียเจท์อธิบายว่าการอ้าปากขึ้นลงของลูเซียโนว่า

เป็นลักษณะที่แสดงอาการคิดในใจ

และอนุมานการแก้ปัญหา ก่อนที่จะลงมือทำจริง
ในขั้นนี้นอกจากเด็กจะเริ่มใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหา

แล้วยังสามารถเลียนแบบ

โดยที่ไม่จำเป็นต้องมีตัวแบบปรากฏให้เห็นในขณะนั้นได้

ซึ่งแสดงว่าเด็กมีพัฒนาการด้านการจำเพิ่มมากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนการคิดแบบมีเหตุผล (preoperational stage) (2-7 ปี)

เด็กส่วนใหญ่ในขั้นนี้อยู่ในระดับอนุบาล

พัฒนาการทางภาษา การใช้สัญลักษณ์

และการคิดจะก้าวหน้าขึ้นมาก

ลักษณะสำคัญทางการคิดของเด็ก

มี 5 ประการ คือ

สามารถเลียนแบบโดยไม่ปรากฏแม่แบบ

เริ่มมีความสามารถนี้ตั้งแต่ชั้นย่อยขั้นที่ 6

ของชั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว

และจะแสดงออกชัดเจนอย่างต่อเนื่องในขั้นนี้

ตัวอย่างเช่น

เด็กหญิงคนหนึ่งเล่นกับเพื่อนหญิงคนหนึ่ง

ซึ่งเมื่อมีอารมณ์โกรธมักจะส่งเสียงร้องกรี๊ดและกระแทบเท้า

หลังจากที่แยกกับเพื่อนคนนั้นแล้ว

เธอก็จะสามารถเลียนแบบพฤติกรรมดังกล่าวของเพื่อนได้

การเล่นสมมุติ

ใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุหรือเหตุการณ์

เช่น เด็กเล่นแท่งไม้รูปลูกบาศก์ โดยสมมุติว่าเป็นรถยนต์

ซึ่งไม่ปรากฏให้เห็นในกลุ่มเด็กอายุ 0-2 ปี

บางครั้งก็อยู่ในรูปของการแสดงบทบาท

เช่น เด็กชายสมมุติตนเองว่าเป็นพ่อ เด็กหญิงสมมุติว่าเป็นแม่

สมมุติบริเวณที่เล่นเป็นบ้าน เป็นวัด หรือเป็นโรงเรียน

เพื่อบอกว่าการเล่นลักษณะนี้มีการเลียนแบบเป็นพื้นฐาน

เด็กจะเกิดความพึงพอใจในตนเอง

ที่สามารถเปลี่ยนแปลงโลกแห่งความเป็นจริง

ไปสู่โลกที่เขาฝันหรือจินตนาการ

อย่างไรก็ตามการเล่นสมมุติในระยะนี้

จะสมมุติในสิ่งที่เขาารู้มาก่อน

มากกว่าเป็นการสมมุติในสิ่งแปลกใหม่

การวาดรูป

เป็นการผสมผสาน

ระหว่างการเล่นกับการจินตนาการเข้าด้วยกัน

ภาพที่วาดจะเป็นภาพวาดตามความคิด

มากกว่าการวาดจากสิ่งที่ปรากฏจริง ๆ

ด้วยเหตุนี้ภาพวาดบ้านและต้นไม้บนเนินเขา

เขาจึงวาดตั้งฉากกับแนวลาดเอียงของเนินเขา

แทนที่จะวาดให้ตั้งฉากกับแนวราบ

การมีจินตภาพ

การนึกภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในใจ

อาจไม่เหมือนกับสิ่งที่ป็นจริง

แต่อาจเป็นรูปหรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่นึกถึง

เช่น นึกภาพของแม่ในรูปของหญิงที่ใจดีและทำให้เกิดความรู้สึกอบอุ่น

หรือนึกภาพของเสือในรูปของสัตว์ที่ดุร้าย

ภาพที่นึกในใจนั้นอาจจะแตกต่างจากแม่ที่แท้จริง

หรือต่างจากเสือที่เขาเห็นจากประสบการณ์จริง

การจินตนาการในลักษณะนี้

จึงเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์

จินตภาพของเด็กในขั้นนี้
เกี่ยวกับสิ่งของหรือเหตุการณ์
ที่เป็นภาพนิ่งทั้งสิ้น

(static mental pictures)

จินตภาพที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เคลื่อนไหวจะเกิดขึ้น
เมื่อย่างเข้าสู่การคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม

(concrete operational stage) แล้วเท่านั้น

ภาษาพูด

พัฒนาการที่เด่นชัดที่สุดคือภาษาพูด

เมื่ออายุประมาณ 2 ปี

เขาจะเริ่มใช้คำพูดแทนสิ่งต่าง ๆ

เริ่มแรกจะพูดเป็นคำ ๆ เดี่ยว (one word sentences)

พัฒนาการทางภาษาของเขาจะเร็วมาก

เมื่ออายุได้ 4 ปี

เด็กจะพูดได้มาก สามารถเข้าใจภาษาที่ผู้อื่นพูด

ภาษาพูดของเด็กมี 2 ประเภท

คือ ภาษาพูดแบบยึดตัวเอง (egocentric speech)

และภาษาพูดแบบสื่อสังคม (socialized speech)

แบบยึดตัวเองเป็นภาษาที่ขาดการสื่อความหมายที่แท้จริง

พูดกับผู้อื่น แต่ไม่ใส่ใจว่าจะเข้าใจหรือโต้ตอบอะไร

พูดแบบสื่อสังคม เป็นการสื่อความคิดระหว่างเด็กกับผู้อื่น

เพราะไม่เพียงแต่พูดหรือถาม

แต่ยังสนใจว่าผู้อื่นคิดหรือโต้ตอบอย่างไรต่อคำพูดของเขา

ข้อสังเกตจากการศึกษาของเพียเจท์

เด็กในขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล

อายุประมาณ **2-4** ปี หรือ **5** ปี

จะใช้ภาษาพูดแบบยึดตนเอง

เมื่ออายุได้ประมาณ **6-7** ปี

เด็กจึงจะใช้ภาษาพูดแบบสื่อสังคม

ข้อจำกัด

การยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง

เด็กจะไม่เข้าใจความคิดของผู้อื่น เชื่อว่าคนอื่นคิดเหมือนตน

และเชื่อว่าสิ่งที่ตนคิดเหมือนผู้อื่นคิด

มักคำนึงถึงแต่ความรู้สึกและความคิดของตนเอง

คิดว่าความคิดของตนเองถูกต้องเสมอ

ตัวอย่าง วันหนึ่งเด็กร้องไห้ พ่อก็เข้ามาปลอบ

พร้อมกับให้ของเล่นและขนม ปรากฏว่าเด็กหยุดร้องไห้

วันต่อมาเด็กเห็นพ่อร้องไห้

เด็กก็รีบเข้ามาปลอบพ่อพร้อมกับให้ของเล่นและขนม

เพราะเด็กคิดว่า

ความรู้สึกและความคิดของเขาเป็นเช่นเดียวกับความคิดของผู้อื่น

การรับรู้แบบมุ่งสู่ศูนย์กลาง

ลักษณะเด่นที่เป็นข้อจำกัดของเด็กวัยนี้

การรับรู้แบบมุ่งสู่ส่วนกลาง

เป็นลักษณะที่เด็กจะเพ่งความสนใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ได้ครั้งละลักษณะเดียว หรือครั้งละมิติเดียวเท่านั้น

เช่น เมื่อพิจารณาความสูงของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ก็จะไม่สามารถพิจารณาความกว้างในเวลาเดียวกันได้

หรือกล่าวคือไม่สามารถเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละมิติในสิ่งนั้น ๆ ได้

การใส่ใจเฉพาะสถานะที่ปรากฏ

ระยะนี้เด็กจะสนใจเฉพาะผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง

จะรับรู้เฉพาะการเริ่มต้นและการสิ้นสุด

แต่จะไม่ใส่ใจกระบวนการระหว่างการเริ่มต้นและการสิ้นสุดนั้น

ในด้านการคิดเด็กจะไม่เข้าใจการให้เหตุผล

แบบอุปมาน (inductive) และอนุมาน (deductive)

ตัวอย่าง ถ้าดินสอดำที่ถูกกดด้วยนิ้วมือให้ตั้งเป็นมุมฉากกับพื้น

ได้รับการปล่อยให้ล้มลง

ดินสอดำนี้จะเปลี่ยนจากการตั้งในแนวตั้งไปสู่แนวนอน

หลังจากเด็กในชั้นนี้ได้ดูการเปลี่ยนแปลงของดินสอดำนี้แล้ว

เขาจะไม่ใส่ใจกระบวนการของการเปลี่ยนแปลงของดินสอดำ

แต่เขาจะ**สามารถวาดภาพ** หรือสนใจเฉพาะสภาพการตั้งในแนวตั้ง
(เริ่มต้น)

และเมื่อดินสอดำวางในแนวนอน**(การสิ้นสุด)** เท่านั้น

การคิดย้อนกลับไม่ได้

ไม่สามารถคิดจากผลที่ปรากฏย้อนไปสู่การเริ่มต้นได้

ตัวอย่างเช่น มีเหรียญบาทวางเรียงกัน 2 แถว ๆ ละ 8 เหรียญ

เหรียญทุกเหรียญในแต่ละแถวมีระยะห่างเท่ากัน

เมื่อถามเด็กว่าจำนวนเหรียญทั้ง 2 แถว เท่ากันหรือไม่

เด็กจะตอบว่าเท่ากัน

แต่เมื่อผู้ทดลองขยายระยะห่างของเหรียญในแถวที่ 2 ให้มากขึ้น

เมื่อถามเด็กคนเดิมนั้นว่า

จำนวนเหรียญของทั้ง 2 แถวยังเท่ากันอยู่หรือไม่

เด็กจะตอบว่าไม่เท่ากัน

ที่ตอบเช่นนี้เพราะเด็กไม่อาจคิดย้อนกลับได้นั่นเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (concrete operational stage) (7-11 ปี)

ในขั้นนี้เด็กกำลังเรียนอยู่ในระดับประถมศึกษา

เด็กในขั้นนี้จะสามารถเข้าใจ

ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์

สามารถคิดย้อนกลับได้ (**reversibility**)

สามารถเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์ (**conservation**)

สามารถจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่ได้ (**classification**)

และสามารถเปรียบเทียบลำดับสิ่งของ (**seriation**)

ความสามารถในการคิดย้อนกลับ

ในขั้นนี้ เด็กสามารถคิดย้อนกลับไปสู่จุดเดิมหรือตำแหน่งเดิม
หลังจากที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วได้

เช่นเมื่อรวมมะม่วง 2 กอง กองแรก 5 ผล กองหลัง 7 ผล

เข้าเป็นกองเดียวกันได้มะม่วง 12 ผล

เมื่อเอามะม่วงทั้งหมดลบด้วยกองที่สอง (7 ผล)

ก็จะได้มะม่วง 5 ผลเท่ากับกองแรก

หรือบอกว่า นาย ก หนักเป็นสองเท่าของนาย ข

แล้วเด็กสามารถตอบย้อนกลับได้ว่า นาย ข

มีน้ำหนักเท่ากับครึ่งหนึ่งของนาย ก เป็นต้น

เข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์

เด็กจะสามารถเข้าใจคุณสมบัติทางปริมาณของสิ่งของยังคงอยู่เท่าเดิม
แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนรูปร่างหรือที่อยู่ก็ตาม

การคิดแบบอนุรักษ์มีหลายแบบ

ได้แก่ การอนุรักษ์มวลสาร (substance or mass)

การอนุรักษ์ความยาว (length)

การอนุรักษ์จำนวน (number)

การอนุรักษ์ปริมาตรของของเหลว (liquid volume)

การอนุรักษ์พื้นที่ (area)

การอนุรักษ์น้ำหนัก (weight)

และการอนุรักษ์ปริมาตรของของแข็ง (solid)

เด็กจะเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์

ในแต่ละเรื่องนี้ในช่วงอายุที่แตกต่างกัน

ประเภท	ตัวอย่าง	อายุ
การอนุรักษ์มวลสาร	เข้าใจได้ว่าเมื่อดินเหนียวก้อนหนึ่งถูกแบ่งออกเป็นชิ้นๆ แยกส่วน เมื่อนำมารวมกันก็จะยังมีมวลเท่าเดิม	6-7
การอนุรักษ์ความยาว	เข้าใจได้ว่าลวดตรง 2 เส้นที่มีความยาวเท่ากัน เมื่อตัดลวดเส้นหนึ่งเป็นวงกลม ลวดทั้ง 2 เส้นยังคงยาวเท่ากัน	6-7

ประเภท	ตัวอย่าง	อายุ
การอนุรักษ์จำนวน	เข้าใจได้ว่าเมื่อนำเหรียญบาท จำนวนเท่ากัน วางเรียงกันสองแถวในระยะห่างเท่ากัน เมื่อขยายระยะห่างของเหรียญในแถวที่สอง ก็ยังคงมีจำนวนเหรียญเท่ากันอยู่	5 ½- 7
การอนุรักษ์ปริมาตรของเหลว	เข้าใจได้ว่า เมื่อน้ำจากภาชนะใบหนึ่งไปยังอีกใบหนึ่ง ปริมาตรน้ำยังคงเท่าเดิม	6-7

ประเภท	ตัวอย่าง	อายุ
การอนุรักษ์พื้นที่	เข้าใจได้ว่า เมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ของบ้านและวัว พื้นที่สนามรอบบ้านก็ยังคงเท่าเดิม	7
การอนุรักษ์น้ำหนัก	เข้าใจได้ว่าก่อนดินก้อนหนึ่งที่ถูกป่นเป็นชิ้นเล็กๆ เมื่อรวมกันยังคงมีน้ำหนักเท่าก่อนเดิม	9-12
การอนุรักษ์ปริมาตรของแข็ง	เข้าใจได้ว่าดินก้อนหนึ่งที่ถูกแยกส่วนเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วทิ้งลงไปใ้ในแก้วน้ำจะกินเนื้อที่รวมกันเท่ากับดินก่อนเดิม	11-12

ความสามารถในการจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่

เป็นความสามารถในการจัดกลุ่มหรือประเภทของสิ่งของ
ให้เป็นหมวดหมู่หรือเป็นพวกได้

โดยคำนึงถึงคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน

กระบวนการคิดในลักษณะนี้จะเกี่ยวข้องกับการแยกประเภท

ในรูปของส่วนย่อยของส่วนใหญ่ด้วย

เช่น รูปทรงกลมเป็นสีแดงเป็นกลุ่มย่อยของรูปทรงกลมทั้งหมดทุกสี เป็นต้น

ความสามารถในเรื่องนี้แบ่งออกเป็น **3** ประเภท คือ

การจัดกลุ่มอย่างง่าย

เป็นการจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่ของสิ่งของแบบ **มิติเดียว**

โดยอาจแบ่งตามสีหรือขนาดอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

เช่น แบ่งแท่งไม้สีแดงเป็นกลุ่มหนึ่ง

แท่งไม้สีเหลืองเป็นอีกกลุ่มหนึ่ง

การจัดกลุ่มในลักษณะนี้ได้เกิดขึ้นก่อนการคิดแบบเหตุผล

(preoperational stage)

ก็สามารถเข้าใจได้

การจัดกลุ่มแบบพิจารณาหลายมิติ

การจัดกลุ่มลักษณะนี้จะซับซ้อนมากขึ้น
ต้องจัดกลุ่มโดยพิจารณาคุณสมบัติของสิ่งของหลายๆ มิติ

และวิธีการจัดกลุ่มมีได้มากกว่า **1** วิธี
เด็กในชั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม
จะสามารถเข้าใจการจัดกลุ่มแบบนี้

ตัวอย่าง

จงจัดกลุ่มของกระดาษรูปทรงกลมและรูปสี่เหลี่ยม
โดยแต่ละประเภท มีทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน

การจัดกลุ่มในรูปของส่วนย่อยส่วนรวม

จะสามารถเข้าใจการจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่

ในลักษณะที่กลุ่มเล็กเป็นส่วนย่อยของกลุ่มใหญ่

ตัวอย่างเช่น มีกระดาษรูปสามเหลี่ยมสีแดง จำนวน 3 แผ่น

กระดาษรูปสามเหลี่ยมสีน้ำเงิน จำนวน 2 แผ่น

และกระดาษรูปวงกลมสีน้ำเงิน จำนวน 4 แผ่น

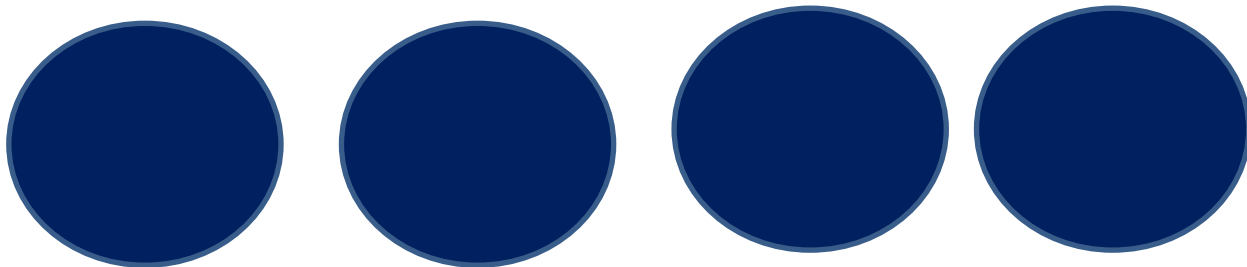
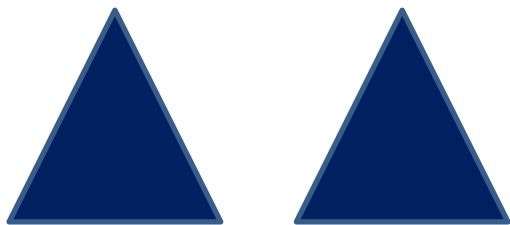
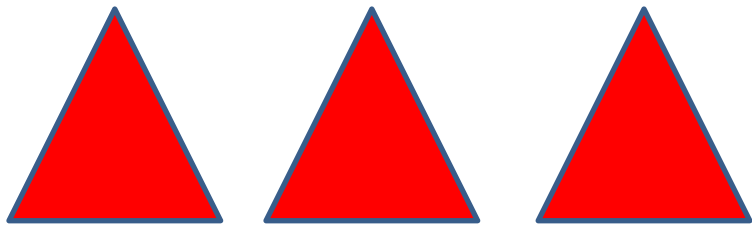
แล้วถามเด็กว่า **มีกระดาษสีแดงมากกว่าหรือมีกระดาษรูปสามเหลี่ยมมากกว่า**

ถ้าเด็กตอบได้ และให้เหตุผลในลักษณะของส่วนย่อยส่วนรวมได้

ก็แสดงว่าเด็กเข้าใจการจัดกลุ่มในลักษณะนี้

จากผลการศึกษาของเพียเจท์

เด็กจะเข้าใจในเรื่องนี้เมื่ออายุประมาณ 8 ปี



ความสามารถในการจัดลำดับสิ่งของ

ความสามารถอีกประการหนึ่งของเด็กชั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม
ก็คือ เขาสามารถจัดลำดับสิ่งต่าง ๆ

โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงปริมาณ

(ความสูง ขนาด น้ำหนัก หรือปริมาตร) ของสิ่งนั้น ๆ ได้

เพียเจต์แบ่งความสามารถในด้านนี้ออกเป็น **3** แบบ ดังนี้

การจัดลำดับอย่างง่าย

เป็นการจัดลำดับสิ่งของโดยเปรียบเทียบ

เฉพาะคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

เช่น เปรียบเทียบเฉพาะความสูงหรือน้ำหนัก

การจัดลำดับลักษณะนี้

เด็กชั้นก่อนการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรมก็สามารถทำได้

การจัดลำดับพิจารณาหลายมิติ

เป็นการจัดลำดับของสิ่งของโดยเปรียบเทียบคุณสมบัติ

ของสิ่งต่างๆ มากกว่า **1** อย่าง

เช่น ให้เด็กจัดลำดับของลูกบอล **4** ลูก

ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง และน้ำหนักแตกต่างกัน

บอลลูกที่	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
1	5	10
2	8	10
3	5	15
4	8	15

เปรียบเทียบด้วยวิธีอนุมาน

เด็กเปรียบเทียบคุณสมบัติของสิ่งของ
โดยอาศัยประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม
แต่การเปรียบเทียบด้วยวิธีอนุมานนี้
เด็กจะต้องใช้ความคิดเปรียบเทียบ
โดยอาศัยเหตุผลทางตรรกศาสตร์

ตัวอย่าง

มีเหล็ก 3 แท่ง ที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีน้ำหนักต่างกัน

ให้เด็กยกเหล็กแท่งที่ 1 เปรียบเทียบน้ำหนักกับแท่งที่ 2

เด็กตอบว่าแท่งที่ 1 น้หนักกว่าเหล็กแท่งที่ 2

ให้เด็กยกเหล็กแท่งที่ 2 เปรียบเทียบกับแท่งที่ 3

เด็กตอบว่า เหล็กแท่งที่ 2 น้หนักกว่าเหล็กแท่งที่ 3

ต่อจากนั้นผู้ทดลองจะถามว่า

ระหว่างเหล็กแท่งที่ 1 กับเหล็กแท่งที่ 3 แท่งใดหนักกว่า

การตอบคำถามนี้จะไม่ให้เด็กยกเหล็กทั้งสองเพื่อเปรียบเทียบ

แต่ให้เด็กเปรียบเทียบโดยวิธีอนุมาน

เวลาและอัตราความเร็ว

เด็กจะไม่สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอัตราเร็ว

จนกว่าอายุ **10-11** ปี

ก่อนหน้านี้เด็กจะพิจารณาว่ารถคันหนึ่งจะวิ่งเร็วกว่าอีกคันหนึ่ง

ก็ต่อเมื่อคันแรกแซงคันที่สองเท่านั้น

เด็กในขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (**preoperational stage**)

จะตอบว่ารถคันใดวิ่งเร็วกว่าคันใด

พิจารณาเฉพาะจุดสุดท้ายที่รถวิ่งไปถึง

ว่าคันใดไปได้ไกลกว่า

โดยไม่พิจารณาว่าจุดเริ่มต้นต่างกันหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal operational stage) (>11 ปี)

จะมีความสามารถคิดแก้ปัญหา

หรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ

สามารถสรุปเหตุผลได้ถึงแม้ว่าข้อมูลที่มีอยู่จะไม่ครบ

สามารถคิดถึงความเป็นไปได้ (**possibility**) ของเหตุการณ์ต่าง ๆ

หรือสามารถตั้งสมมุติฐาน

และสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมุติฐาน

ลักษณะสำคัญ 3 ประการ

- คิดเหตุผลแบบอนุมานเชิงสมมุติ
- คิดหาเหตุผลจากประพจน์
- คิดหาเหตุผลแบบอุปมานเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถคิดเหตุผลแบบอนุมานเชิงสมมุติ (hypothetical deductive reasoning)

การคิดเหตุผลโดยวิธีนี้ เป็นการสรุปเหตุผลจากกฎหรือหลักการทั่วไป
(**general**) ไปสู่เหตุการณ์เฉพาะ (**specific**) โดยใช้ข้อมูลที่สมมุติ
ขึ้น

ตัวอย่าง

ถ้า $A < B$ และ $B < C$

แล้วอนุมานได้ว่า $A < C$

ความสามารถคิดหาเหตุผลจากประพจน์ (propositional reasoning)

เด็กในชั้นนี้จะไม่มีข้อจำกัด

ในการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นนามธรรม

สามารถสรุปเหตุผลจากประพจน์

ซึ่งอธิบายเหตุการณ์หรือสิ่งที่เป็นรูปธรรม

แม้ข้อมูลนั้นจะเป็นประพจน์ที่ขัดแย้งกับข้อเท็จจริงก็ตาม

เช่น ถ้าถามเด็กในชั้นนี้ว่า

“สมมุติว่าเธอเป็นนายกรัฐมนตรีของประเทศไทย
เธอคิดว่าจะแก้ปัญหาอุทกภัยได้อย่างไร”

เด็กจะสามารถคิดหาคำตอบอย่างมีเหตุผลจนได้ข้อสรุป

แต่ถ้าเป็นเด็กในชั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม

เด็กจะโต้แย้งว่าเขาไม่ได้เป็นนายกรัฐมนตรี

ซึ่งเขาก็จะไม่คิดที่จะหาสมมุติฐาน

ที่อาจจะเกิดขึ้นกับเขาในตำแหน่งดังกล่าว

การคิดหาเหตุผลแบบอุปมานเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific inductive reasoning)

เป็นวิธีการสรุปกฎเกณฑ์จากข้อเท็จจริงเฉพาะ
ไปสู่กฎเกณฑ์ทั่วไป

ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์มักจะใช้
ในการสรุปกฎเกณฑ์หรือหลักการ
จากปรากฏการณ์เฉพาะที่เขาได้สังเกต

การผสมสารเคมี

ถ้วยแก้วใบที่ 1 กรดกำมะถันอย่างเจือจาง (Sulfuric Acid)

ถ้วยแก้วใบที่ 2 น้ำ (Water)

ถ้วยแก้วใบที่ 3 น้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่ (Oxygenated Water)

ถ้วยแก้วใบที่ 4 สารประกอบไทโอซัลเฟต (Thiosulphate)

ขวดใบที่ 5 (ขวด g) โปแตสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide)

วิธีทดลอง

- **ชั้นสาริต**
- หยดไปแตสเชียมไอโอดี (ขวด **g**) ลงในแก้ว ก (น้ำ)
ผล ไม่มีสี
- หยดไปแตสเชียมไอโอดี (ขวด **g**) ลงในแก้ว ข
ผล สีเปลี่ยนเป็น สีเหลือง
- **ชั้นการทดลอง**
- จากการสาริต เมื่อนำของเหลวในขวด **g** ผสมกับสารบางอย่างจะทำให้เกิดสีเหลือง
- ผู้ทดลองจะบอกให้เด็กผสมสารจากถ้วยแก้วใบที่ **1, 2, 3** และขวด **g** เพื่อให้เกิดสีเหลือง โดยผสมด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่ไม่ซ้ำเดิม

ผลการทดลอง

- เด็กในขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล จะผสมสารสองชนิดในถ้วยแก้วและหลอดแก้วได้บ้าง แต่จะไม่เกิดสีเหลือง เขาจะทำอย่างเดาสุ่มจึงไม่สามารถบอกเหตุผลที่ทำให้เกิดสีเหลืองได้
- เด็กในขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม จะผสมสารดังกล่าวอย่างเป็นระบบมากขึ้น เช่น ผสมของเหลวในขวด **g** กับแก้วอื่น ๆ เช่น **1+g, 2+g, 3+g, 4+g** แล้วก็หยุดผสม แล้วบอกว่าทำไม่ได้ บางคนก็อาจผสมจนเกิดสีเหลืองได้ แต่ก็จำไม่ได้ว่าแก้วใดบ้างที่ใช้ผสมกันแล้ว อาจผสมของเดิมซ้ำ ๆ กับที่ทำไปแล้ว แม้ว่าจะผสมสารต่าง ๆ เป็นระบบแต่ก็ไม่สมบูรณ์ เพราะขาดการวางแผนอย่างเป็นระบบ
- เด็กในขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (**formal operational stage**) จะสามารถผสมสารต่าง ๆ ให้เกิดสีเหลืองได้อย่างเป็นระบบ และจะสรุปได้ว่าอะไรบ้างผสมกันเป็นสีเหลือง เพราะมีการตั้งสมมุติฐาน วางแผนการทดลอง และสังเกตผลอย่างมีระบบ เช่นอาจดำเนินการผสมดังนี้

วิธีที่	สมมุติฐาน	ผลการผสม
1	$1+g$	F
2	$2+g$	F
3	$3+g$	F
4	$4+g$	F
5	$1+2+g$	F
6	$1+3+g$	T
7	$1+4+g$	F
8	$2+3+g$	F
9	$2+4+g$	F
10	$3+4+g$	F
11	$1+2+3+g$	T
12	$1+2+4+g$	F
13	$1+3+4+g$	F
14	$2+3+4+g$	F
15	$1+2+3+4+g$	F

สรุปว่า

เด็กชั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม
จะสามารถใช้เหตุผลเหมือนนักวิทยาศาสตร์มาก
เขาจะตั้งสมมุติฐาน ทดลอง ควบคุมตัวแปร
บันทึกผลที่เกิดขึ้น

และจากผลนี้เขาจะสรุปอย่างมีระบบ

ลักษณะการคิดเหตุผลแบบอุปมานเชิงวิทยาศาสตร์ประการหนึ่ง
ก็คือ ความสามารถที่จะคิดเกี่ยวกับผลของตัวแปรต่าง ๆ

ได้ครั้งละหลาย ๆ ตัวแปร

สามารถพิจารณาผลของตัวแปรหนึ่ง

โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ให้คงที่

ก่อนที่จะสรุปด้วยวิธีอุปมาน

ซึ่งความสามารถเช่นนี้จะไม่ปรากฏในชั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม