

สาขาวิชาการศึกษาศิลปะ

การเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัส

ความหมาย

การเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัส (Multisensory Learning) หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสมากกว่า 2 อย่างขึ้นไปร่วมกันในการเรียนรู้ เช่น ใช้ระบบประสาทการได้ยินร่วมกับระบบประสาทการมองเห็น ระบบประสาทสั่งการให้เคลื่อนไหว และระบบประสาทรับสัมผัสที่ผิวหนัง (การหยิบจับสัมผัสและลงมือทำ) เป็นต้น

ความเป็นมา

ในแต่ละวันมนุษย์เราต้องเผชิญกับข้อมูลต่างๆ รอบตัวโดยการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายอย่าง ร่วมกันอยู่ตลอดเวลาเช่น ขณะที่เรากำลังจะข้ามถนน เราต้องใช้ตาเพื่อมองสัญญาณไฟจราจรว่าอนุญาตให้เราข้ามถนนไปได้ปลอดภัยหรือยัง นอกจากนี้ยังต้องมองรถยนต์ที่วิ่งไปมาในถนนพร้อมกับฟังเสียงเครื่องยนต์เพื่อให้แน่ใจว่ารถยังวิ่งไปมาอยู่หรือรถหยุดสนิทแล้วก่อนที่จะตัดสินใจข้ามถนนไปได้ ปลอดภัยเป็นต้น อันที่จริงแล้วเรื่องการเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัสนั้นไม่ใช่ของใหม่ แต่เป็นเรื่องที่พระพุทธเจ้าทรงตรัสสอนไว้ตั้งแต่ครั้งสมัยพุทธกาล เกี่ยวกับ “อายตนะ” ซึ่งหมายถึงอวัยวะที่เชื่อมต่อระหว่างจิตกับอารมณ์ อายตนะมีอยู่ 2 ประเภทคือ อายตนะภายใน (ตา หู จมูก ลิ้น กาย ใจ) และอายตนะภายนอก (รูป เสียง กลิ่น รส สัมผัส) การเชื่อมต่องานระหว่างอายตนะภายในกับอายตนะภายนอกทำให้เกิดความรู้ที่เรียกว่า “วิญญาณ” ซึ่งเป็นความรู้แจ้งคือ รู้อารมณ์ การรับรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อวิญญาณเกิดขึ้นนี้จะ

ทำให้จิตและเจตสิกธรรมกว้างขวางเจริญยิ่งขึ้นต่อไป ซึ่งบังเอิญตรงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ที่พิสูจน์พบว่า การเรียนรู้ด้วยพหุประสาทสัมผัสช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว

มนุษย์ใช้ประสาทสัมผัสอย่างน้อย 5 ชนิดเป็นจุดเริ่มต้นของการรับรู้คือ การฟัง การมอง การดม กลิ่น การรับรส และการรับสัมผัสที่การรับรู้มีตั้งแต่การรับรู้แบบง่ายเช่น การแยกแยะความแตกต่างของรูปภาพหรือเสียงต่างๆ ไปจนถึงการรับรู้ที่ซับซ้อนมีรายละเอียดมาก และต้องอาศัยการฝึกฝนจนชำนาญ เช่น การมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวหมากบนกระดานหมากรุก การใช้ภาษา การอ่าน การพูด การคำนวณ เป็นต้น อาจกล่าวได้ว่าความสามารถในการรับรู้เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ในสิ่งที่ยากและซับซ้อนยิ่งขึ้นไป นอกจากนั้นการรับรู้ที่ดียังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ อีกด้วย ดังนั้นการพัฒนาทักษะด้านการรับรู้ที่ดีจะช่วยให้เด็กเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งทำได้โดยการฝึกฝนบ่อยๆ จนชำนาญและการฝึกฝนบ่อยๆนี้เองทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของวงจรประสาทในสมองที่ช่วยส่งเสริมให้เด็กมีการรับรู้ที่ดียิ่งขึ้นและส่งผลดีต่อการเรียนรู้สิ่งอื่นๆ ตามไปด้วย ทักษะด้านการรับรู้ที่ดีนั้นเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะคงอยู่ตลอดไปและเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ในสิ่งที่ยากขึ้นไปอีก

การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสในสมัยก่อนมักจะศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสเพียงชนิดเดียว (unisensory learning)

เช่นคุณภาพอย่างเดียวหรือฟังเสียงอย่างเดียว เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นประสาทสัมผัสแต่ละชนิดว่าช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กอย่างไร แต่ในปัจจุบันองค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัยทางด้านประสาทวิทยาศาสตร์ทำให้แนวคิดเดิมนี้อาจเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง กล่าวคืองานวิจัยได้พิสูจน์พบว่าการเรียนรู้แบบพหุประสาทสัมผัสทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวงจรประสาทในสมองที่ช่วยส่งเสริมให้เด็กมีการรับรู้ที่ดียิ่งขึ้น ทำให้เด็กเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว

การเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัสและผลการทำงานของสมอง

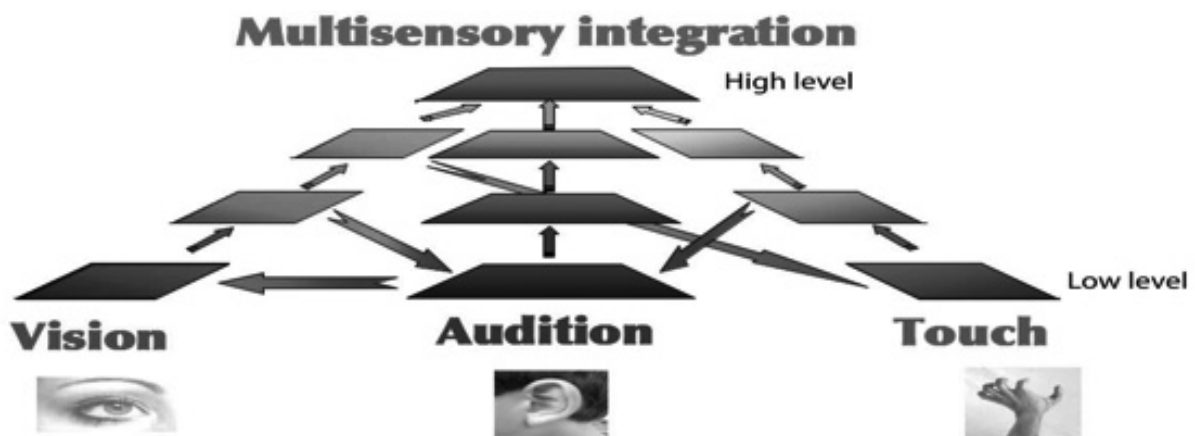
โดยธรรมชาตินั้น สมองมนุษย์ออกแบบมาเพื่อการใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างร่วมกันในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ อยู่แล้ว ทั้งนี้เนื่องจากขณะที่ระบบประสาทรับสัมผัสเฉพาะอย่างพัฒนาขึ้นมาขึ้น ต่อมาจะมีการเชื่อมโยงเข้าด้วยกันกับวงจรประสาทรับสัมผัสชนิดอื่น ขบวนการพัฒนานี้เกิดควบคู่กันไปจนในที่สุดหลายๆ บริเวณของสมองทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ประสาทสัมผัสมากกว่า 1 อย่าง ที่น่าสนใจอย่างมากคือแม้แต่ในสมองบริเวณที่เราเคยเชื่อกันว่าทำหน้าที่รับประสาทสัมผัสเฉพาะเพียงอย่างเดียว ในปัจจุบันกลับพบว่าสมองส่วนเหล่านี้กลับทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัสชนิดอื่นด้วย แสดงว่าการทำงานของสมองแบบพหุประสาทสัมผัส คือรับรู้ประสาทสัมผัสหลายชนิดร่วมกันนั้นเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ และสมองก็ได้ออกแบบมาอย่างดีเพื่อการเรียนรู้แบบใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างร่วมกันในการเรียนรู้ ตัวอย่างสำคัญที่ยืนยันแนวคิดนี้คือเมื่อประสาท

สัมผัสชนิดใดชนิดหนึ่งหายไป ซึ่งอาจเกิดจากความพิการแต่กำเนิดหรือเกิดจากการขาดการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมก็ตาม ประสาทสัมผัสชนิดอื่นที่ยังใช้งานได้ดีจะถูกนำมาทดแทนเพื่อชดเชยการทำหน้าที่ของประสาทสัมผัสที่หายไป ยกตัวอย่างเช่น เด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน เปลือกสมองส่วนรับรู้การได้ยิน จะไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยเสียงอย่างที่ควรจะเป็น ก็จะเปลี่ยนมารับรู้ภาพแทน หรือในเด็กที่มีความบกพร่องด้านการมองเห็น เปลือกสมองส่วนที่รับรู้ภาพไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยแสงอย่างที่ควรจะเป็น ก็จะเปลี่ยนมาทำหน้าที่รับรู้เสียงหรือรับรู้สัมผัสแทน ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ในช่วงวัยเด็กนั้นอาศัยคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นของสมองที่เปิดกว้างให้ประสาทสัมผัสหลายอย่างทำงานร่วมกันเพื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่สุด แม้แต่ในเด็กเล็กๆ อายุไม่ถึงหกเดือนก็พบว่าการสอนด้วยภาพร่วมกับเสียงจะทำให้เด็กเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนด้วยภาพ หรือเสียงเพียงอย่างเดียว

ดังนั้นหากเด็กเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียวก็จะพัฒนาเปลือกสมองส่วนที่ได้รับการฝึกฝนเพียงอย่างเดียว เช่นถ้าฝึกให้เด็กเรียนรู้จากการดูภาพ สมองส่วนที่ทำงานเกี่ยวกับการมองเห็นจะถูกกระตุ้น แต่สมองส่วนที่รับรู้ประสาทสัมผัสหลายอย่าง (multisensory areas) ก็จะไม่ถูกกระตุ้น นอกจากนั้นสมองส่วนที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะไม่ได้รับการฝึกให้ทำงานประสานกัน การเรียนรู้แบบนี้จึงไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าหากปรับวิธีการเรียนรู้ให้ผ่านพหุประสาทสัมผัส คือเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสหลายอย่างร่วมกัน นอกจากจะกระตุ้นการทำงานของเซลล์ประสาทในสมองส่วนที่รับรู้ประสาทสัมผัสหลายอย่างให้ทำงานด้วยแล้ว ยังย้อนกลับมาช่วยพัฒนาระบบ

ประสาทการรับรู้เฉพาะอย่างให้ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เชื่อมโยงกันมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของเด็ก สมองส่วนที่ทำหน้าที่รับรู้ประสาทสัมผัสหลายอย่างหรือ multisensory areas นั้นมีหลายบริเวณเช่น superior temporal sulcus (STS), the intraparietal sulcus (IPS) และสมองส่วนหน้า หรือ prefrontal cortex (PFC) บริเวณเหล่านี้เป็นสมองส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิดที่ซับซ้อน (รูปที่ 1) ซึ่งมี

ความสำคัญต่อการเรียนรู้เนื่องจากเมื่อประสาทสัมผัสหลายชนิดทำงานสอดคล้องกันและตอบสนองอย่างพร้อมเพรียงกันในการเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งจะทำให้เซลล์ประสาทในสมองบริเวณทำหน้าที่รับรู้ประสาทสัมผัสหลายอย่างตอบสนองมากกว่าปกติถึง 10 เท่าส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



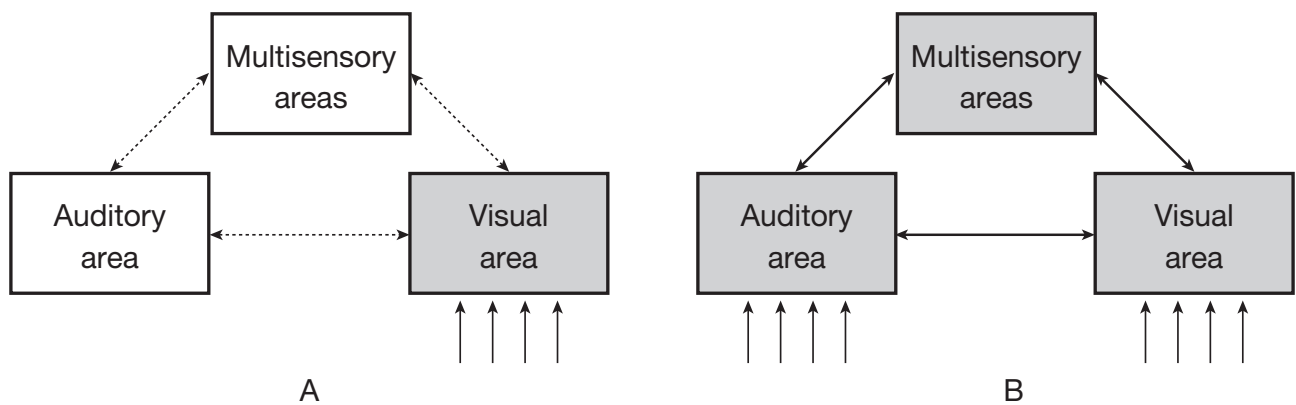
รูปที่ 1

ภาพแสดงการส่งข้อมูลจากเปลือกสมองบริเวณที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกเฉพาะชนิดต่างๆที่เป็น unisensory areas เช่นเปลือกสมองส่วนที่รับรู้การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส ซึ่งเป็นการทำงานระดับเบื้องต้นของสมอง (low level) เมื่อเราใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่าง ข้อมูลเหล่านี้จะเชื่อมโยงถึงกัน (แสดงโดยลูกศรแนวอนอน) และส่งต่อขึ้นไปกระตุ้นสมองส่วนที่ทำงานระดับสูงขึ้นไป (High level) เพื่อนำข้อมูลจากประสาทสัมผัสชนิดต่างๆมาบูรณาการเข้าด้วยกันช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้นส่งผลให้การเรียนรู้ดีขึ้น (Cappe, 2009)

การเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายอย่างยังช่วยพัฒนาประสาทสัมผัสเฉพาะอย่างให้ดีขึ้นไปด้วยยกตัวอย่างเช่น การฝึกดนตรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเรียนรู้ผ่านหูประสาทสัมผัส เนื่องจากการฝึกดนตรีใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างร่วมกันในการทำให้เกิดเสียงดนตรี ทั้งการมองเห็น (การอ่านโน้ต) การฟัง (ฟังเสียงตัวโน้ตดนตรีที่เล่น) การสัมผัส (ปลายนิ้วที่สัมผัสเครื่องดนตรี)

การเคลื่อนไหว (การเคลื่อนไหวมือและนิ้วเพื่อทำให้เกิดเสียงดนตรี) พบว่าการฝึกดนตรีไประยะหนึ่งจะทำให้ประสาทสัมผัสที่รับความรู้สึกเฉพาะอย่างพัฒนาดีขึ้นไปด้วย เช่น ระบบประสาทการฟัง หูของเด็กจะแยกแยะเสียงต่างๆได้ดีกว่าเด็กที่ไม่ได้ฝึกดนตรี ส่วนระบบประสาทการมองเห็น เด็กจะเข้าใจความหมายของตัวโน้ตที่เห็น อ่านโน้ตเข้าใจความหมายดีกว่าเด็กที่ไม่เคย

ฝึกอ่านโน้ตดนตรีเป็นต้น ดังนั้นพอสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างร่วมกันจะส่งผลดีต่อการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสชนิดใดชนิดหนึ่งนอกจากนั้นยังส่งผลดีต่อการพัฒนาประสาทสัมผัสเฉพาะอย่างให้ดีขึ้นกว่าเดิมอีกด้วย กลไกที่เกี่ยวข้องอธิบายได้ด้วยเหตุผลหลายอย่างเช่น



รูปที่ 2

(A) รูปแสดงการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียว ยกตัวอย่างในที่นี้คือการเรียนรู้ด้วยการมองภาพอย่างเดียวจะพัฒนาเปลือกสมองส่วนการมองเห็น แต่สมองส่วนที่รับรู้ประสาทสัมผัสมากกว่า 1 อย่าง (multisensory areas) จะไม่ได้รับการกระตุ้น นอกจากนี้สมองส่วนที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะไม่ได้รับการฝึกให้ทำงานประสานกัน (แสดงโดยเส้นประ) การเรียนรู้แบบนี้จะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าหากปรับวิธีการเรียนรู้ให้เรียนรู้ผ่านการบูรณาการประสาทสัมผัสหลายอย่างดังแสดงในรูป (B) จะกระตุ้นการทำงานของเซลล์ประสาทในสมองส่วนที่รับรู้ประสาทสัมผัสหลายอย่างให้ทำงานประสานกันช่วยให้การรับรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (แสดงโดยเส้นทึบ) นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมระบบประสาทการรับรู้เฉพาะอย่างให้มีการเชื่อมโยงกันมากขึ้นด้วย (ดัดแปลงจาก Di Pino, 2014)

การใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ อย่างร่วมกันในการเรียนรู้ จะช่วยให้เด็กแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่างๆ แยกแยะส่วนที่เหมือนกันและส่วนที่แตกต่างกันได้ดีขึ้น จึงช่วยเสริมประสิทธิภาพการรับรู้ของเด็กให้ดียิ่งขึ้นด้วย เช่น ในการแยกแยะประเภทของนก งานวิจัยพบว่าถ้าหากครูให้เด็กเรียนรู้โดยการดูภาพนกชนิด

เซลล์ประสาทในสมองส่วนการมองภาพไปช่วยเสริมการทำงานของสมองส่วนที่รับรู้เสียง หรือในทางกลับกันเซลล์ประสาทในสมองส่วนที่รับรู้เสียงไปช่วยเสริมการทำงานของสมองส่วนที่รับรู้ภาพ เป็นต้น (รูปที่ 2)

ต่างๆ เพียงอย่างเดียว เด็กจะต้องใช้เวลานานในการจำและมีความยากลำบากในการจำ การสอนวิธีนี้จึงมักจะได้ผลไม่ดีนัก แต่ถ้าหากครูสอนโดยให้เด็กเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายอย่างเช่น ให้เด็กมองภาพนกพร้อมกับดูวิดีโอคลิปที่เห็นนกเคลื่อนไหว ได้ยินเสียงของนก และมีตัวอักษรแสดงชื่อของนกให้เด็กอ่านชื่อ

และรายละเอียดของนกด้วย แบบนี้จะช่วยให้เด็กจำได้ง่ายและแยกแยะนกชนิดต่างๆ ได้ดีกว่าการเรียนรู้อย่างแบบแรก แสดงว่าการใช้ประสาทสัมผัสหลายชนิดร่วมกันในการสอนช่วยให้เด็กรับรู้เรื่องที่ครูสอนได้ดีกว่าการสอนที่ใช้ประสาทสัมผัสเพียงชนิดเดียว

ที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งคือเมื่อฝึกเด็กให้เรียนรู้ผ่านการบูรณาการประสาทสัมผัสหลายอย่างเข้าด้วยกันจนเด็กเข้าใจเรื่องนั้นๆ แล้ว ในภายหลังเมื่อเด็กดูภาพอย่างเดียว หรือฟังเสียงอย่างเดียว สมองส่วนที่รับรู้การมองเห็นหรือการฟังเสียง รวมทั้งสมองส่วน multimodal areas ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ จะทำงานขึ้นมาด้วยอย่างพร้อมเพรียงกัน ทำให้เด็กมีข้อมูลหลากหลายมากขึ้นในการรับรู้และตัดสินใจในการแยกแยะความแตกต่างของตัวกระตุ้น เช่น ในการฝึกเด็กให้แยกแยะใบหน้าคนด้วยการให้เห็นใบหน้าพร้อมกับได้ยินเสียงของคนนั้นด้วย (voice-face training) พบว่าสมองส่วนที่จดจำใบหน้า (fusiform face area) และสมองส่วนที่แยกแยะเสียง (temporal voice area) จะมีความเชื่อมโยงกันมากยิ่งขึ้น ต่อมาเมื่อเด็กจำได้แล้ว เพียงแค่เห็นภาพใบหน้าโดยไม่จำเป็นต้องได้ยินเสียงของคนคนนั้น เด็กก็สามารถบอกได้ว่าภาพใบหน้านั้นคือใครหรือเพียงแค่ว่าเด็กได้ยินเสียงของคนๆ นั้นโดยไม่ต้องเห็นใบหน้า เด็กก็สามารถบอกได้ว่าเสียงนั้นเป็นเสียงของใคร ปรากฏการณ์เหล่านี้สนับสนุนแนวคิดว่าการเรียนรู้ด้วยการบูรณาการประสาทสัมผัสช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กให้ดียิ่งขึ้น

แนวทางการจัดการเรียนการสอนผ่านพหุประสาทสัมผัส

การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับ Multisensory learning ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะกับการพัฒนาสมองของเด็กมีความสำคัญมาก Treichler (1967) ได้กล่าวไว้ว่าคนส่วนใหญ่เรียนรู้ได้เพียง 10% จากการอ่านเพียงอย่างเดียว เรียนรู้ได้เพียง 20% จากสิ่งที่ได้ยินเพียงอย่างเดียว และเรียนรู้ได้เพียง 30% จากสิ่งที่เห็นเพียงอย่างเดียว แต่หากเรียนรู้จากสิ่งที่เห็นและได้ยินเด็กจะเรียนรู้ได้ถึง 50% นอกจากนั้นเด็กแต่ละคนยังมีความถนัดในการเรียนรู้ต่างกัน เด็กบางคนถนัดเรียนรู้ด้วยการฟัง (auditory learners) ในขณะที่บางคนถนัดที่จะเรียนรู้ผ่านการดู (visual learners) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนแบบใช้พหุประสาทสัมผัสจึงตอบสนองความต้องการของเด็กได้หลากหลายกว่า เนื่องจากการเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัสช่วยให้การรับรู้ดีขึ้น สมองมีข้อมูลที่หลากหลายมากขึ้นในการตัดสินใจ เมื่อต้องใช้ความคิดในเรื่องนั้นๆ สมองก็จะทำงานได้รวดเร็วขึ้น ใช้พลังงานน้อยกว่าในการคิดการตัดสินใจ จึงส่งผลให้เรียนรู้ได้ดีขึ้นด้วย

ข้อสำคัญประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึงในการสอนโดยใช้หลักพหุประสาทสัมผัสคือ ความสอดคล้องกันของสิ่งกระตุ้น โดยสิ่งกระตุ้นที่ใช้กระตุ้นประสาทสัมผัสหลายอย่างพร้อมกันในการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กันจึงจะให้ผลการเรียนรู้ที่ดีที่สุดเช่น ภาพสุนัขกับเสียงสุนัขเห่า ภาพกระดิ่งกับเสียงกระดิ่งกึ่งๆกึ่งๆ หรือภาพโทรศัพท์กับเสียงโทรเรียกเข้าเป็นต้น ถ้าหากตัวกระตุ้นประสาทสัมผัสหลายอย่างที่ใช้ในคราวเดียวกันมีความสอดคล้องกันจะช่วยเสริมความจำได้เป็นอย่างดี แต่ถ้าหากตัวกระตุ้น

ประสาทสัมผัสหลายชนิดในเรื่องที่กำลังสอนไม่มีความสอดคล้องกัน นอกจากจะไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ไม่ส่งเสริมความจำแล้วยังอาจเป็นผลเสียต่อการเรียนรู้อีกด้วย

ในปัจจุบันมีหลักสูตรการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจากการนำหลักการของพหุประสาทสัมผัสเพื่อการเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เช่น หลักสูตร multisensory structural language education ซึ่งใช้ประสาทสัมผัสด้านการมองเห็น การฟัง การเคลื่อนไหว

ร่วมกันในการสอนให้เด็กรู้ภาษา มีการนำไปใช้ทั้งในเด็กปกติและเด็กพิเศษ ข้อมูลเหล่านี้แสดงว่าการเรียนรู้โดยผ่านพหุประสาทสัมผัสยังให้ผลดีในการส่งเสริมพัฒนาการด้านการรับรู้ของเด็กพิเศษอีกด้วย

เนื่องจากมีการตระหนักถึง ความสำคัญของการใช้การเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัส จึงนำการเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัสมาใช้มากมาย แสดงว่าการเรียนรู้ผ่านพหุประสาทสัมผัสเป็นเรื่องจำเป็น ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

นवलจันทร์ จุฑาทักติกุล

บรรณานุกรม

1. Beauchamp, M. S., N. E. Yasar, R. E. Frye and T. Ro (2008). "Touch, sound and vision in human superior temporal sulcus." **Neuroimage**. 41(3): 1011-1020.
2. Bulkin, D. A. and J. M. Groh (2006). "Seeing sounds: visual and auditory interactions in the brain." **Curr Opin Neurobiol**. 16(4): 415-419. Epub 2006 Jul 2011.
3. Cappe, C., E. M. Rouiller and P. Barone (2009). "Multisensory anatomical pathways." **Hear Res**. 258 (1-2): 28-36.
4. Di Pino, G., A. Maravita, L. Zollo, E. Guglielmelli and V. Di Lazzaro (2014). "Augmentation-related brain plasticity." **Front Syst Neurosci**. 8:109.
5. Driver, J. and T. Noesselt (2008). "Multisensory interplay reveals crossmodal influences on 'sensory-specific' brain regions, neural responses, and judgments," **Neuron**. 57(1): 11-23.
6. Proulx, M. J., D. J. Brown, A. Pasqualotto and P. Meijer (2014). "Multisensory perceptual learning and sensory substitution." **Neurosci Biobehav Rev**. 41:16-25.
7. Schroeder, C. E. and J. Foxe (2005). "Multisensory contributions to low-level, 'unisensory' processing." **Curr Opin Neurobiol**. 15(4): 454-458.
8. Seitz, A. R., R. Kim and L. Shams (2006). "Sound facilitates visual learning," **Curr Biol**. 16(14): 1422-1427.
9. Shams, L. and A. R. Seitz (2008). "Benefits of multisensory learning," **Trends Cogn Sci**. 12(11): 411-417.