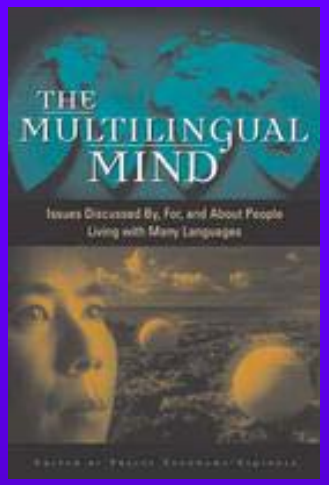
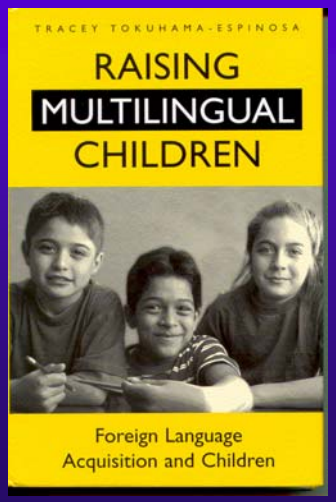
El Cerebro Humano: Evolución y Aprendizaje

Tracey Tokuhama-Espinosa
Universidad San Francisco de Quito
traceyt@mail.usfq.edu.ec
Cumbre Mundial de Evolución
Pre-conferencias, Quito, Ecuador
31 de mayo 2005

Antecedentes e investigaciones



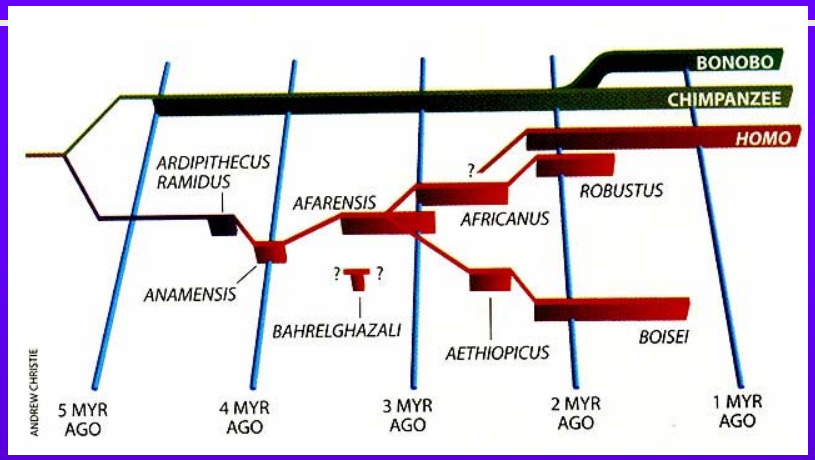


- Autora
- Profesora en Francia, Suiza, Japón, Ecuador (conferencias en Holanda, Alemania, Australia, Noruega, Tailandia, Italia, Inglaterra, Argentina, Bélgica, etc.).
- Educación Comparativa (¿"qué es inteligente" a través de las culturas?)
  - El Cerebro y el Aprendizaje
  - Sistemas Comparativos de Educación
  - Estilos Cognitivos
  - Potencial Humano
  - Dimensiones del Aprendizaje
  - Metodologías de Enseñanza
  - Aprendizaje en diferentes niveles de consciencia
- Enfoque de disciplinas cruzadas en el aprendizaje, (neurología, psicología, pedagogía, lingüística y antropología cultural).

Programa de Hoy

1. Breve Historia del Cerebro Humano
2. Definir *Evolución* del Cerebro
   - El aprendizaje cambia la fisiología del cerebro → La evolución del cerebro está basada en el aprendizaje.
   - ¿Cómo medimos los cambios?
3. ¿Hay cómo localizar habilidades en el cerebro?
   - Habilidades "primitivas" vs. las de "cognición más alta"
   - Habilidades de cognición más alta "naturales" vs. "adapción"
4. Ejemplos de la Evolución moderna del Cerebro
   - Ejemplo: Comunicación y lenguaje oral vs. Lenguaje escrito
   - Ejemplo: Monolingüismo vs. Bilingüismo
5. Preguntas y Discusión

Evolución, comparación de cerebros bonobos y seres humanos

5-6.4 millones de años atrás Ancestro común con los monos y los bonobos (humanos como el "tercer chimpancé"*)	
Bonobo Moderno Chimpancé Moderno	
Hombre Moderno	

(*Jared Diamond 1992)

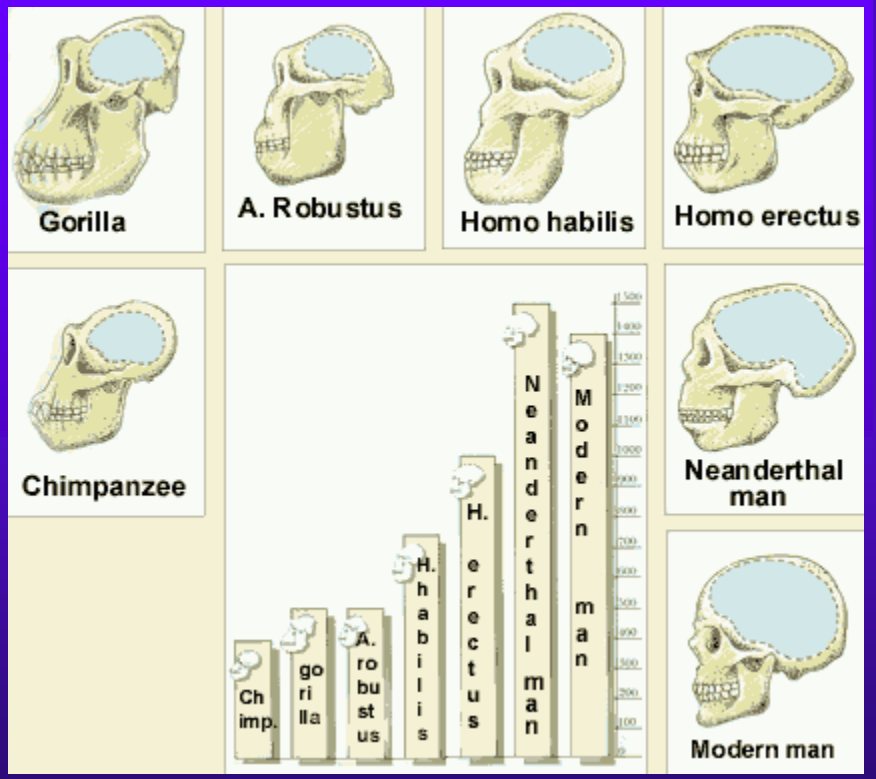
Una breve historia de la Evolución del Cerebro Humano

Época: *Nombre:*	3.2 millones de años atrás *Australo-pithecines*	400 mil de años atrás *Hombre Neandertal*	50 mil de años atrás *Homo Sapiens*
Capacidad craneal promedia (tamaño del cerebro):	Aprox. 450 cc	Aprox. 750 cc	1150 cc en formas tempranas de transición hasta el promedio actual de 1350 cc aprox.

(Texto: William Calvin 2004)

¿Por qué es difícil comparar cerebros de los primeros seres humanos con los de ahora?

- ¡Porque el tamaño no es todo!
- Comparar el tamaño cerebral no nos brinda una descripción completa.
- Los descubrimientos fósiles nos indican el *tamaño* relativo del cerebro, *no la estructura misma*.
- No existen restos de cerebros de 2 millones de años (tejidos blandos), solamente esqueletos, es decir, que conocemos muy poco acerca de cuánto ha cambiado el cerebro; únicamente sabemos que ha crecido de tamaño.



(http://library.thinkquest.org)

El aumento del tamaño del cerebro podría implicar:

- Cerebro más grande significa → ¿mayor inteligencia?
- Cerebros más grandes implicó un cambio en la dieta (aumento del consumo de glucosa, adición de carne)
- ¿Cambios en la dieta, cambios en el cuerpo?
- Entonces, ¿se adaptó el cerebro al cuerpo o el cuerpo al cerebro?
- ¿Por qué no ha crecido aún más el cerebro en el último millón de años?
- "El Big Bang de la Mente": un cambio hacia la inteligencia creativa hace 50,000 años (Calvin).
- ¿Qué era "La Primera Idea"? (Greenspan).

Calvin 2004; Greenspan 2004

Tamaño vs. Conexiones

- Al hablar de la evolución del cerebro humano, probablemente es más importante revisar qué áreas del cerebro han crecido en relación a sus conexiones sinápticas, en lugar de la capacidad craneal total.

¿El peso del cerebro de Albert Einstein era:

a. del mismo tamaño
b. más pequeño
c. más grande

que el cerebro humano promedio?

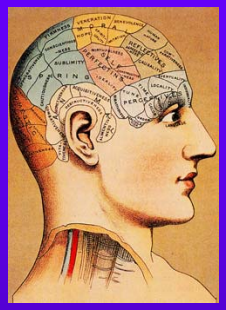
El cerebro continua evolucionando

- Al medir los cambios modernos en el cerebro, podemos hipotetizar sobre su evolución en el tiempo.
- ¿Qué ocasionan los cambios en el cerebro humano moderno?
- Herramientas para medir…

Breve Historia del estudio del cerebro:

- Autopsias
  (1400s, DaVinci)

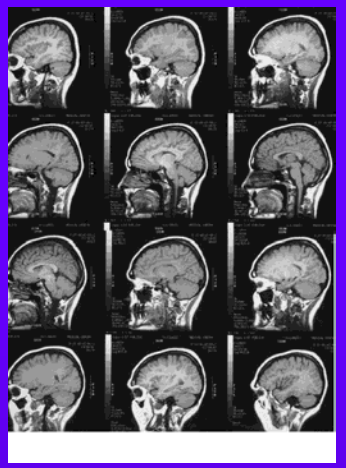
- Frenología
  (1800s, Franz Joseph Gall)



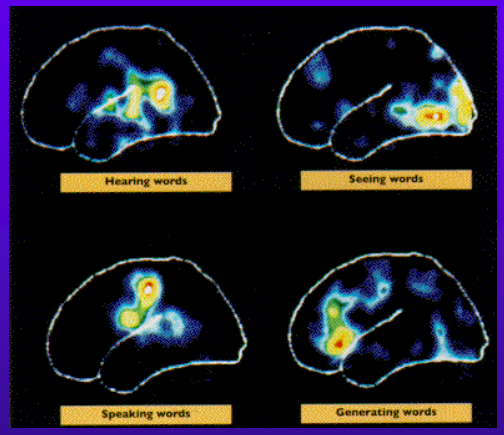
- Radiografías neurológicas
  (1895 Wilhelm Röntgen)

- EEG
  Electroencefalografía
  (1929 Hans Berger)

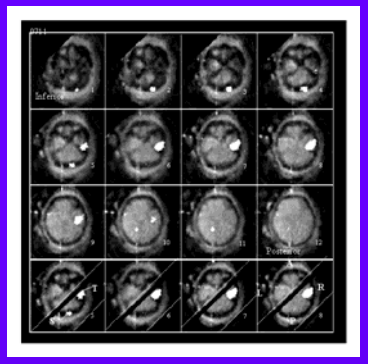
- Tomografía axial computarizada: CAT Scan
  (1972 Godfrey Hounsfield y Allan Cormack)

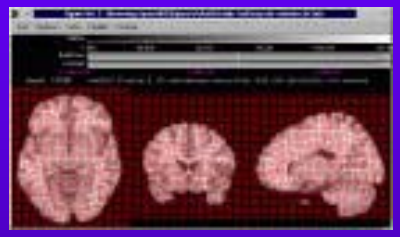


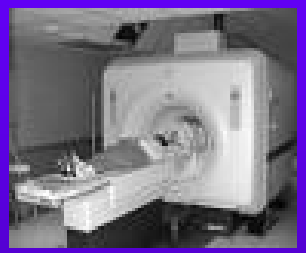
- Tomografía computarizada de emisión de fotones/protones: PET/SPEC Scans:
  (1974 Michael Phelps, Edward Hoffman)



- Imagen de Resonancia Magnética Funcional: (f)MRI Scan (1977/1990's)



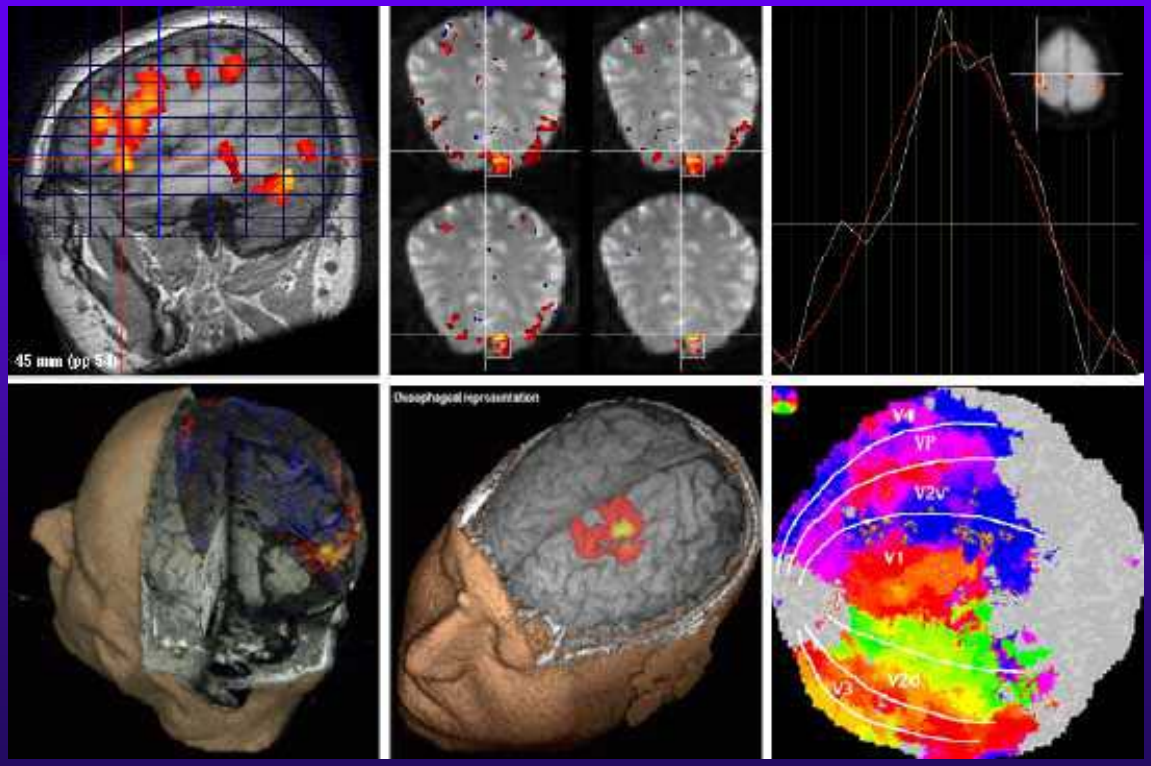




- Escáner 3D (1984 James Clark)

fMRI 3D Escáner e*n vivo* (1992 H. Damasio y R. Frank)

- En la actualidad existe la tecnología para "ver" al cerebro trabajando, en tiempo real, y en 3D, demostrando qué áreas del cerebro son utilizadas durante las diferentes actividades.



Dos descubrimientos claves sobre el cerebro en la última década

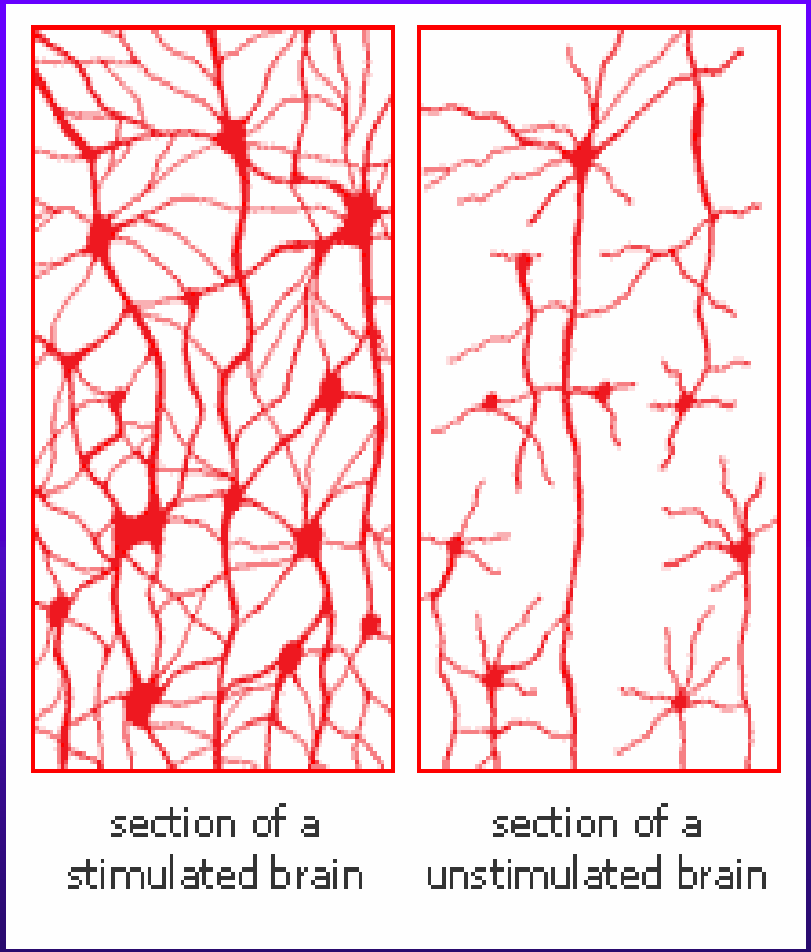
1. No existen dos cerebros iguales. Los cerebros son tan únicos como los rostros: La misma estructura básica, pero con variaciones grandes.

Greenberg 1997

La experiencia da forma al cerebro

2. Usted se va a dormir todas las noches con un cerebro distinto con el que amaneció. ¿Por qué? Experiencia.

Experiencia cambia la estructura física del cerebro *diariamente* (estudio con ratas, malabares, dedo índice derecho y actividad de la corteza motora correspondiente).



Greenspan & Shanker 2004

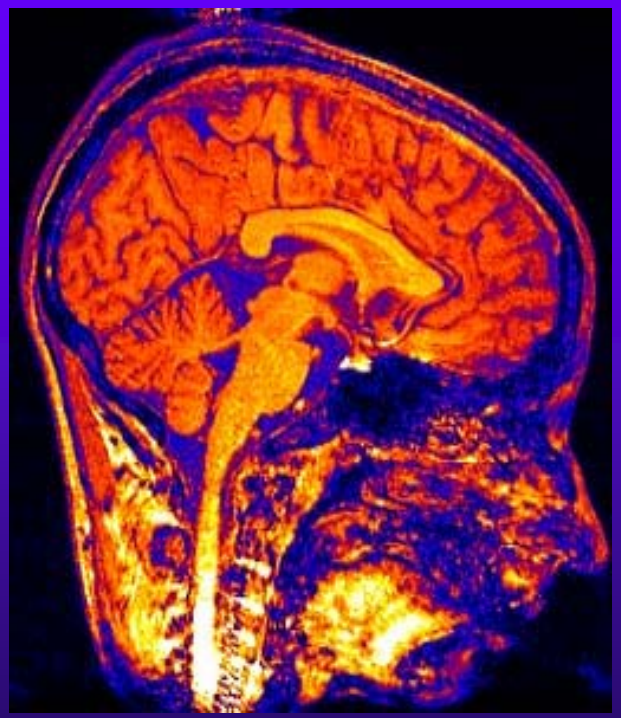
Experiencias→Memorias

¿Memoria = Aprendizaje?

Memoria = Aprendizaje

Criterios de memoria a largo plazo

Para ganar un espacio el la memoria de largo plazo, un concepto tiene que tener por lo menos una de tres características:



1. Valor de supervivencia
2. Asociación (Relacionado con recuerdos anteriores)
3. Valor personal (emocional)

Sousa 2002; Wolfe 2001; Jensen 2000

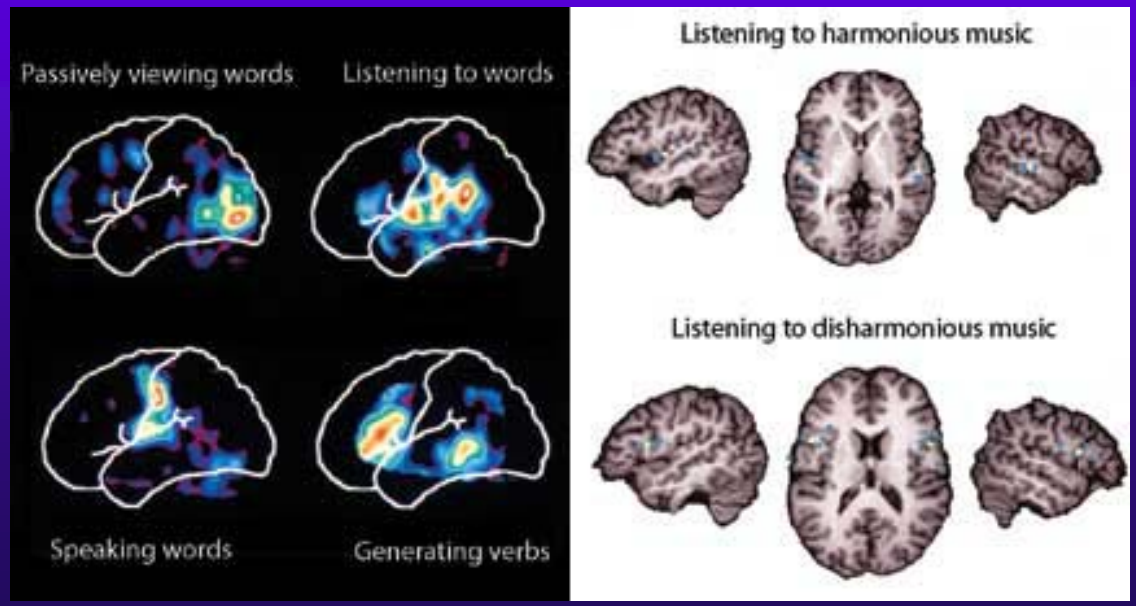
Localización de habilidades en el cerebro

Es una simplificación excesiva fingir poder localizar con precisión las áreas específicas del cerebro relacionadas con habilidades específicas por dos razones:

1. No existen dos cerebros exactamente iguales (ej. uso de manos)
2. La mayorías de las habilidades (visión, lenguaje, etc.) están compuestas por "sistemas" de varias unidades cerebrales interconectadas, no únicamente un "centro".

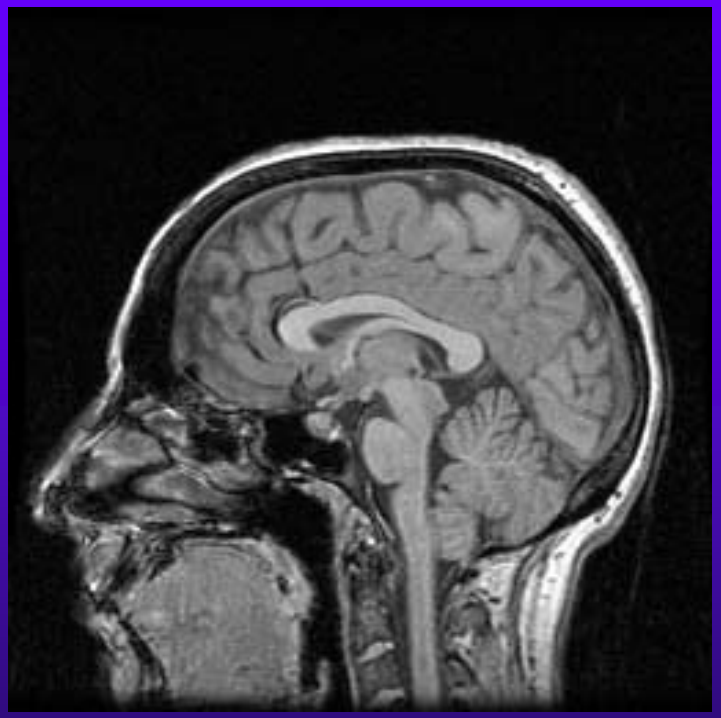
Damasio 2000

http://pr.caltech.edu/periodicals/EandS/photos/LXVII3/brains-pet.jpg



Habilidades “primitivas” vs. Habilidades de “cognición más alta”

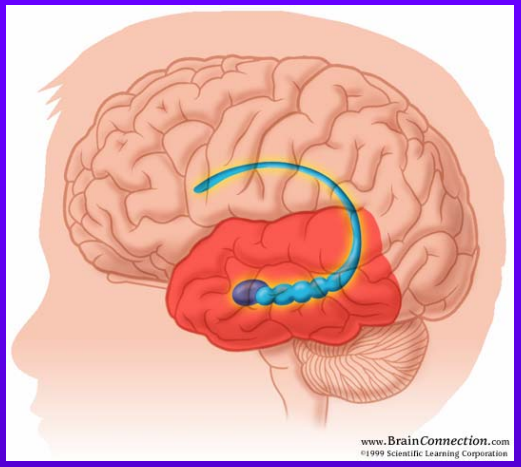
- No podemos decir con exactitud dónde se encuentran todas las destrezas en el cerebro, pero podemos dividir las habilidades en aquellos ubicados principalmente en el sistema límbico (cerebro “viejo"), y aquellos situados en la neocorteza (cerebro “nuevo").
- ¿“Existen algunas cosas para la cual el cerebro fue diseñado y otras a las cuales se ha adaptado;" *O* “El cerebro ha sido destinado a realizar todo lo que hace“?

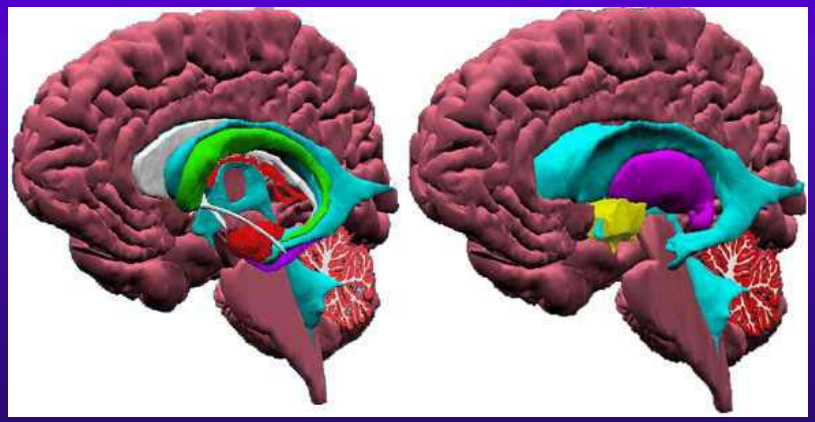


Greenspan & Shanker 2004

Funciones del "viejo" cerebro

- El cerebro está programado para realizar ciertas actividades:
  - Comer
  - Dormir
  - Aparear
  - Protegerse (Mecanismos de vuelo o pelea)
  - Memoria emocional (amígdala)
- Pero no otros…

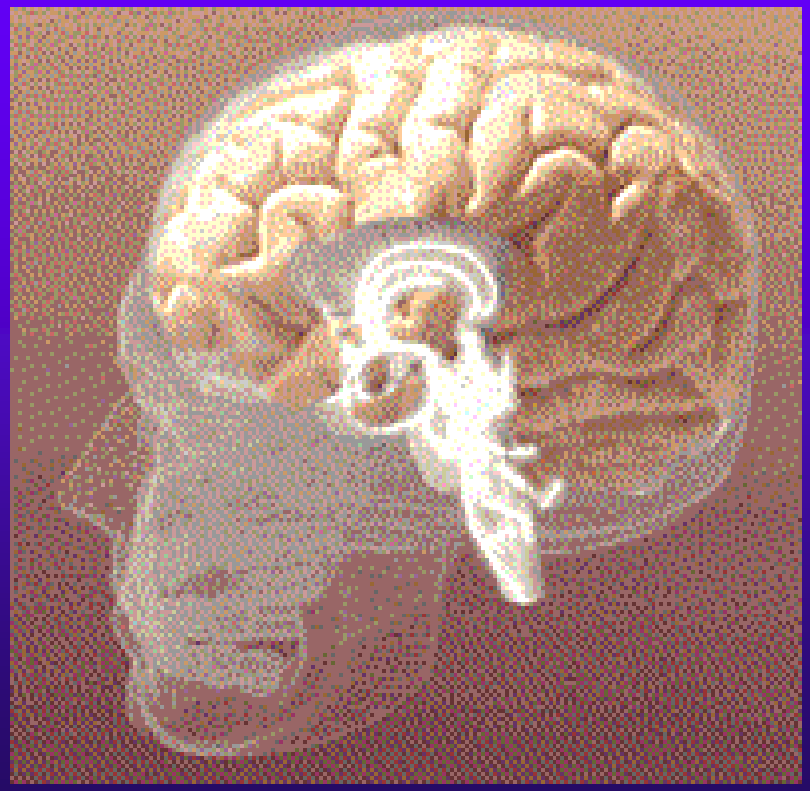




Funciones del "nuevo" cerebro

…Escribir poesía, física nuclear, composición musical e investigación neurocientífica son actividades del "nuevo" cerebro.

- Cognición de orden más alta
- Lluvia de ideas (brainstorming)
- Creatividad y pensamiento divergente
- Cálculo utilizando fórmulas
- Toma de decisiones (personal, social, relacionado a objetos, relacionado al espacio, relacionado a números y relacionado a palabras)
- Lenguaje (escrito)



El aprendizaje cambia la fisiología del cerebro → La evolución del cerebro está basada en el aprendizaje

Websters Dictionary 2004:

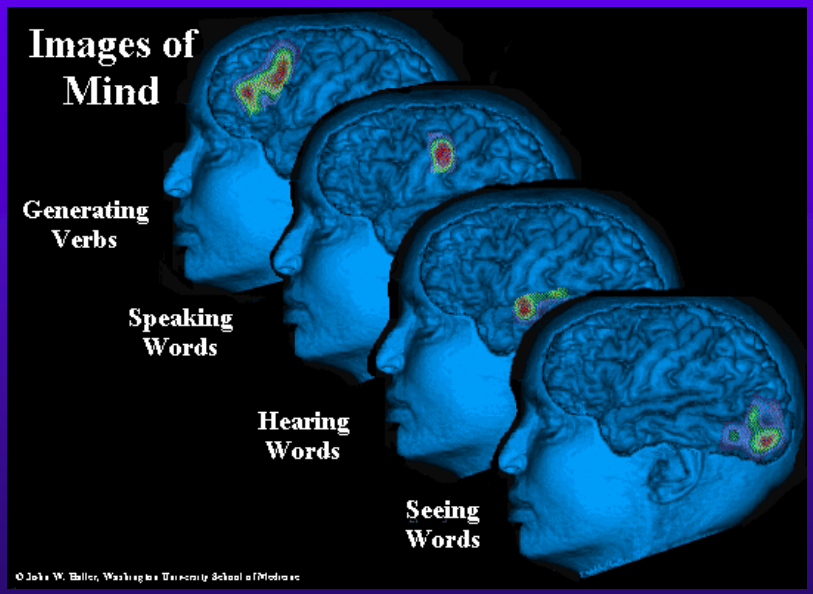
- "EVOLUTION: A process of continuous change from a lower, simpler, or worse to a higher, more complex, or better state : **GROWTH** (2)"

- Independiente si vemos "Evolución" como la vio Darwin (adaptación para supervivencia), o como ven algunos neurocientíficos actuales (adaptación basada en experiencias emocionales, sociales e influido por el ambiente), sabemos que el cerebro ha evolucionado, y eso es (por lo menos en parte), gracias al aprendizaje.

Habilidades “naturales” vs. “adapción”

Un ejemplo:
Lenguaje oral vs. Lenguaje escrito

- El lenguaje formal, estructurado, gramatical y basado en la sintaxis es lo que nos separa de otros animales. De hecho, la capacidad de hablar es lo que algunos biólogos evolutivos creen que es la diferencia entre los *homonids* antiguos y modernos.



Mientras que el lenguaje hablado puede ser una característica innata,* el lenguaje escrito es un ejemplo del desarrollo evolutivo en el cerebro

- Los primeros registros del lenguaje escrito vinieron de los Sumerios hace 6,000 años *para estar al tanto del comercio* (adaptándose a las necesidades sociales de ese tiempo).
- La imprenta ayudó a difundir formularios estándares de escritura hace 800 años (1455AD), pero el alfabetismo universal es todavía un sueño.
- Hace cuatro generaciones no se presumía que todas las personas necesitaban leer y escribir. Hoy en día es una norma social y se está convirtiendo en una necesidad para la supervivencia económica.
- Escribir es quizás la tarea más compleja que pedimos del cerebro, involucrando el uso simultáneo de sistemas varios.

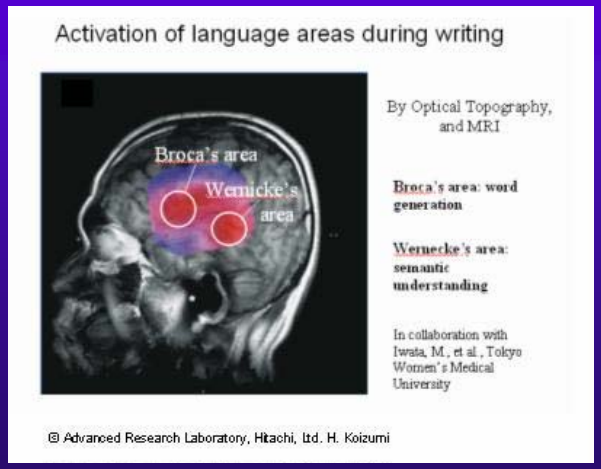
*Chomsky 1998

Destrezas grafomotoras

- Destrezas grafomotoras, o la habilidad de escribir, es independiente de (pero complementario a) las destrezas de motricidad fina o gruesas.
- Escribir demanda el uso simultáneo de la corteza prefrontal (juicio de selección de palabras apropiadas), la corteza parietal izquierda (Área de Wernicke), la corteza occipital (visión) y la corteza motora (coordinación para conseguir que la mano escriba).

Levine 2002; Tokuhama-Espinosa 2000

Evidencia del uso cerebral ampliado en personas bilingües

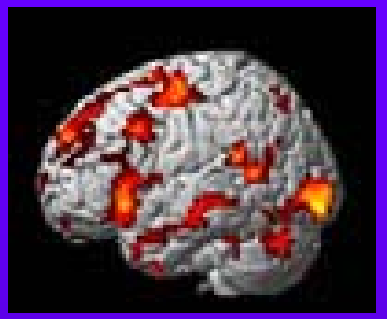


- Personas multilingües utilizan partes de su cerebro que no usan personas monolingües.
- El saber dos idiomas no significa compartir el potencial total de lenguaje de uno; significa utilizar mayor parte del cerebro.
- La ubicación física de L2 varía (basado en semejanzas de idiomas, edad de adquisición, etc.).
- Mayor uso del hemisferio derecho en personas multilingües.
- Ej. Recuperación de derrames más rápida por personas con muchos idiomas.

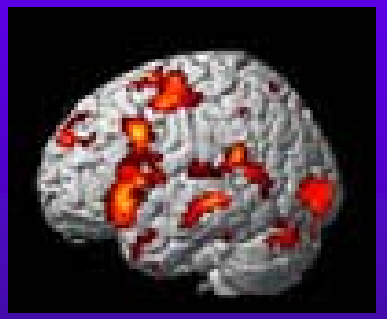
See Benefits of Bilingualism; Dual Language Hypothesis; Obler, Paradis and Universidad de Basel Multilingual Mind scans, 2002

Uso del cerebro en los multilingües

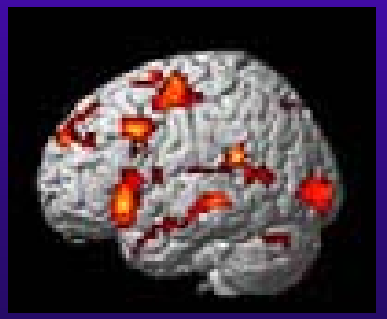
- Activations L1



- Activations L2

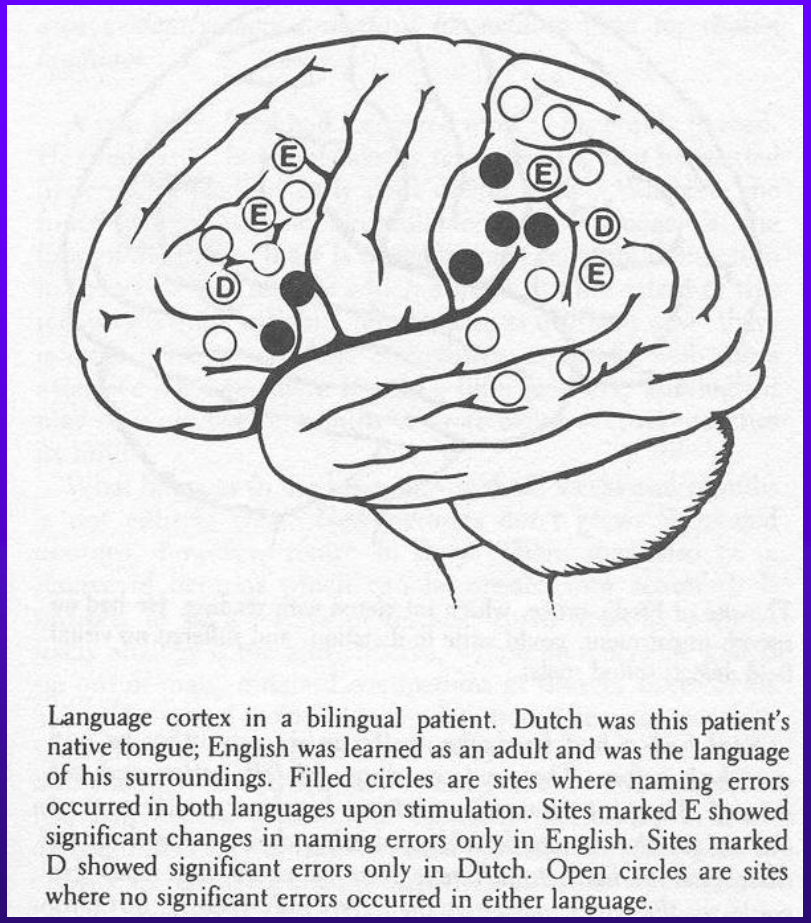


- Activations L3



www.unibas.ch/ multilingualbrain/

Un ejemplo moderno de conexiones nuevas en el cerebro: Destrezas *Biliteracy*



Language cortex in a bilingual patient. Dutch was this patient's native tongue; English was learned as an adult and was the language of his surroundings. Filled circles are sites where naming errors occurred in both languages upon stimulation. Sites marked E showed significant changes in naming errors only in English. Sites marked D showed significant errors only in Dutch. Open circles are sites where no significant errors occurred in either language.

- Un ejemplo del uso adicional de partes del cerebro basado en adaptación de los seres humanos modernos a su ambiente y necesidades es aprender a leer y escribir en más de un idioma.

Universidad de Basel 2003; Calvin 1996; Tokuhama-Espinosa 2003; Calvin and Ojeman 1980

Otros ejemplos de habilidades naturales vs. habilidades aprendidas y cognición más alta:

"Natural"	Adaptación
1. Lenguaje Oral	1. Lenguaje escrito
2. Cantar	2. Composición musical
3. Movilidad (caminar)	3. Andar en patineta
4. Comer	4. Degustaciones gourmet
5. Ideas aleatorias	5. Metacognición

En Resumen

- Hemos visto una breve historia de la evolución del cerebro.
- Hemos discutido que la verdadera medición del uso del cerebro y la inteligencia no está relacionada al tamaño, sino a las conexiones.
- Hemos conversado sobre cómo las experiencias dan forma al cerebro y cómo podemos discutir que la memoria es igual al aprendizaje.
- Hemos revisado cuáles son las funciones altas y bajas del cerebro.
- Hemos indicado cómo las actividades cerebrales altas continúan evolucionando y dimos un ejemplo del Multilingüismo.

Discusión

- ¿Qué tecnologías nuevas llevarán a una mejor comprensión del cerebro evolutivo?
- ¿Cómo sería un cerebro humano en el futuro?
- ¿Qué implicaciones tiene la información del cerebro en la enseñanza de la nueva generación?
- ¿"Existen algunas cosas para la cual el cerebro fue diseñado y otras a las cuales se ha adaptado;" *O* "El cerebro ha sido destinado a realizar todo lo que hace"?
- ?

"Pensar es más fácil describir, que definir."

-Sousa, 2000: 246

Para mayor información:
traceyt@mail.usfq.edu.ec
www.Multi-Faceta.com

Tracey Tokuhama-Espinosa
traceyt@mail.usfq.edu.ec

Ed.M, Maestría en Educación, Universidad de Harvard, Cambridge, USA
Especializada en educación internacional, neuropsicología y desarrollo de lenguaje.
B.A., Relaciones Internacionales, Universidad de Boston, *magnum cum laude*
B.S., Comunicación, Universidad de Boston, *magnum cum laude*

Puesto Actual

- Profesora de Educación, Universidad San Francisco de Quito
- Directora, Centro de Desarrollo Educativo, Quito
- Diseñadora de Exhibiciones y Gerente de Proyecto, *¡Elé!, El Museo Interactivo de Ciencias*, USFQ
- Coordinadora, *Asociación de Educación y Servicios para la Comunidad*, proyectos de los profesores y la comunidad USFQ.

Referencias

- Adler, A. (1989). *Individual psychology of Alfred Adler: A systematic presentation in selections from his writings*. New York: HarperCollins.
- Ames, C. (1992). Classroom goals, structures, and student motivation. Journal of Educational Psychology, 84(3), 261-271.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social-cognitive theory*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Bransford, John and Allen L. Brown, Rodney Cocking. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School, 1st Edition*. Washington, DC: National Academies Press.
- Bridgeman, Roger. (2002). *1000 Inventions & Discoveries*. New York, NY: Dorling Kinderley.
- Calvin, William H. (1996). *How Brains Think: Evolving intelligence, then and now*. New York, NY: Basic Books.
- William H. Calvin and George A. Ojemann, *Inside the Brain: Mapping the Cortex, Exploring the Neuron* (New American Library, 1980), chapter 3
- Chomsky, N. (1998). *On Language*. New York: The New Free Press.
- Damasio, Antonio R. (2000). *Descartes' Error: Emotion, reason and the human brain*. New York, NY: Harper Collins.
- Daniels, Harvney, and Marylin Bizar. (1998). *Methods That Matter: Six Structures for Best Practice Classrooms*. Portland, ME: Stenhouse Publishers.
- Dweck, C. (1986). Motivational processes affecting learning. American Psychologist. 41(10), 1040-1048.

- Erikson, E. (1993). *Childhood and society*. New York: W. W. Norton & Company.
- Feldman, R. (1997). *Psicología con aplicaciones en países de habla hispana, 4ta edición*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Frankl, V. (1998). *Man's search for meaning* (Revised ed.). New York: Washington Square Press.
- Franken, R. (1994). *Human motivation*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Gardner, Howard. (2000). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences in the 21st Century*. New York, NY: Basic Books.
- Greenberg, M. (1997). Class notes, *Neuropsychology*, Harvard University.
- Greenspan, S. and Shanker, S. (2004). *The First Idea: How Symbols, Language and Intelligence evolved from out primate ancestors to modern humans*. MA: DaCapo Press.
- Izard, C. (1990). Facial expressions and the regulation of emotions. Journal of Personality and Social Psychology, 58, 487-498.
- Jensen, Eric. (1998). *Teaching With the Brain in Mind. Alexandria*, VA: Association for
- Jensen, Eric. (2000). *Brain-Based Learning,* Revised edition. San Diego, CA: Brain Store Inc.Supervision & Curriculum Development.
- Jung, C. (1997). *Man and his symbols* (reissue). New York: Laurelleaf.
- Kleinginna, P., Jr., & Kleinginna A. (1981a). A categorized list of motivation definitions, with suggestions for a consensual definition. Motivation and Emotion, 5, 263-291.
- McClelland, D. (1985). *Human motivation*. New York: Scott, Foresman.

- Press.Stipek, D. (1988). *Motivation to learn: From theory to practice.* Englewood Cliffs, NJ:
  Prentice Hall.
- Sousa, David. (2002). *Como Aprende el Cerebro, 2da edición.* Thousand Oaks, CA: Corwin
- Staedter, Tracy. (1999). *Los Exploradores de National Geographic: Rocas y Minerales.* Mexico, D.F:: National Geographic Society.
- Tokuhama-Espinosa, Tracey. (2003). *The Multilingual Mind: Questions by, for and about people living with many languages.* Westport, CT: Praeger Press.
- Tomlinson, Carol Ann. (1999). *The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners.* Alexandria, VA: Association for Supervision & Curriculum Development.
- University of Basel. (2003). Multilingual Mind brain scan study. Basel, Switzerland.
- Wolfe, Patricia. (2001). *Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice.* Alexandria,VA: Association for Supervision & Curriculum Development.
- Ytuarte y Martha Urbiola. (2002). *Cerebro, Inteligencia y Aprendizaje.* México: Urbiola Ytuarte & Asociados, S.A. de C.V.
- Zull, James E. (2002). *The Art of Changing the Brain.* Herdon, VA: Stylus Publishing.
- *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School, expanded edition.* (2000). Washington D.C.: Nacional Academy Press.