La cognición hecha cuerpo florece en metáforas…

Embodied cognition blossoms in metaphors…

Jorge Soto Andrade

Departamento de Matemáticas
Facultad de Ciencias
Centro de Investigación Avanzada en Educación
Universidad de Chile

Artículo publicado en: A. Ibañez, & D. Cosmelli, (Editores), "Nuevos Enfoques de la Cognición, Acción e Intención", Santiago, Universidad Diego Portales, pp. 71-90, 2007.

Resumen
En este artículo se presenta diversos ejemplos concretos y estudio de casos que aportan evidencia sobre la manera en que la cognición hecha cuerpo "florece" principalmente mediante metáforas, que involucran cambios significativos en el modo cognitivo del sujeto que las aprehende o las construye. Nuestro ámbito de experimentación es el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, en diversos cursos a alumnos y profesores en ejercicio, sin vocación matemática especial. Nuestros experimentos ponen en relieve el tránsito del modo cognitivo verbal-secuencial, dominante en la enseñanza tradicional de la matemática, a otros modos cognitivos menos habituales, eventualmente no verbales y no secuenciales. Ulteriores investigaciones son sugeridas por los resultados obtenidos.

Palabras Clave: Cognición corporizada, metáforas, modos cognitivos.

Abstract
This paper presents various concrete examples and case studies that provide evidence on the way embodied cognition "blossoms" mainly through metaphors, that involve a significant turn in the cognitive style of the subject who is apprehending or constructing them. Our experimental background is provided by the learning-teaching process of students and in-service teachers, who do not intend to major in mathematics. Our experiments emphasize the transit from the verbal-sequential cognitive style, dominant in the traditional teaching of mathematics, to other less usual cognitive styles, eventually non verbal and non sequential. Further research is suggested by our findings.

Key Words: Embodied cognition, metaphors, cognitive styles.

La cognición hecha cuerpo florece en metáforas…

La cognición hecha cuerpo, llamada también "cognición corporizada" ("embodied cognition") en la literatura (Varela & Thomson, 1998, Núñez & Freeman, 2000, Lakoff & Núñez, 2000) es una noción fundamental en ciencias cognitivas contemporáneas. Alude al hecho que nuestro conocer no es un simple percibir una realidad objetiva "allí afuera" ni tampoco un procesamiento de información captada por nuestras ventanas sensoriales, sino que un proceso que se construye a partir de nuestra experiencia corporal sensorimotriz.

En este artículo queremos presentar ejemplos que muestran en qué medida esta cognición hecha cuerpo florece mediante metáforas, especialmente metáforas conceptuales. En este contexto es necesario un abordaje en "primera persona", en el sentido de Varela & Shear (1999), ya que las metáforas más relevantes involucran a menudo un cambio o un giro abrupto en el modo cognitivo del sujeto que las aprehende o las construye.

Las evidencias experimentales que aportan agua a nuestro molino provienen, por ahora, del ámbito didáctico, particularmente del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en grupos de alumnos de primer ciclo universitario, opción humanista, y también de profesores en ejercicio, de enseñanza primaria y secundaria. Están basadas en observación de alumnos, tests, pruebas, exámenes y entrevistas.

Metáforas, Analogías, Símiles y Representaciones

Metáforas, Analogías y Símiles forman parte de los *tropos* retóricos. Etimológicamente, "tropo" significa "giro" en griego. Así entonces, en retórica, un tropo es un giro o figura de lenguaje, una expresión tomada en un sentido que va más allá de su sentido literal.

Originalmente, los tropos eran considerados sólo como ornamentos de lenguaje, como artificios retóricos. Más recientemente, desde el siglo XVIII, se comenzó a percibir la importancia de su rol cognitivo.

En griego, metáfora significa "transferencia" o "transporte". Una metáfora asimila dos objetos aparentemente no relacionados, describiendo el primero como si fuera el segundo. Transporta entonces significado de un dominio a otro.

Las analogías son comparaciones entre dos cosas, similares en algún aspecto. Se las suele usar para explicar lo poco familiar por lo familiar..

Un símil o comparación es una figura de lenguaje en que la similaridad entre dos objetos está explícitamente expresada: tanto el tenor como el vehículo son explícitos y están ligados por un indicador explícito de semejanza, usualmente la palabra "como".

Así entonces las comparaciones "muestran su juego". Por el contrario, las metáforas "no gritan agua va".

"Une métaphore est une brevis qui broute dans le pré du voisin" (Una metáfora es una oveja que pasta en el prado del vecino), propone Vinsauf, citado por Prandi (2001).

Usualmente, las metáforas son poéticas en tanto que las analogías son prosaicas.

Un ejemplo notable: Auguries of Innocence (Augurios de Inocencia), extracto (William Blake, 1757 – 1827)

To see a world in a grain of sand
And a heaven in a wild flower,

Hold infinity in the palm of your hand
And eternity in an hour.

(Ver un mundo en un grano de arena
Y un cielo (paraíso) en una flor silvestre,
Sostener el infinito en la palma de tu mano
y la eternidad en una hora.)

Este poema es seguramente una metáfora…¿Pero una metáfora de qué?

Preguntamos a alumnos de primer ciclo universitario (curso de matemáticas 0, opción humanista del Programa de Bachillerato de la Universidad de Chile) qué les sugería este poema. Tres cuartos de ellos aproximadamente dijeron sin mayor vacilación que era, para ellos, una metáfora del curso de matemáticas que acababan de hacer. Hicieron entonces una lectura cognitiva de este poema, que admite seguramente muchas otras…

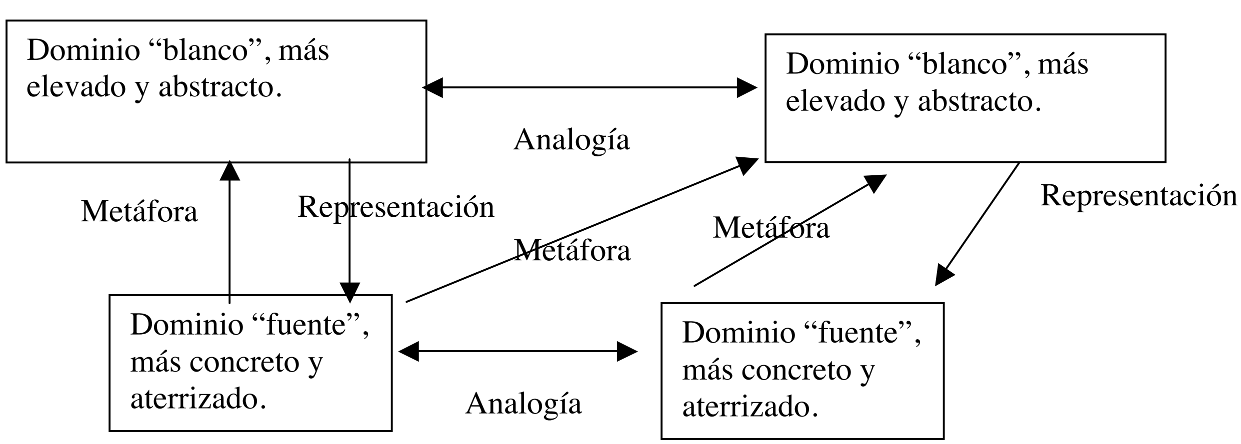
El rol cognitivo de las metáforas

Durante la última década se ha tomado progresivamente conciencia del hecho que las metáforas no son sólo artefactos retóricos, sino que potentes herramientas cognitivas, que nos ayudan a aprehender o a construir nuevos conceptos, así como a resolver problemas de manera eficaz y amigable. (Acevedo, 2005; Araya, 2000; Detienne, 2005; Dubinsky, 1999; Duval, 1995; Edward, 2005; English, 1997; Ferrara, 2003; Gardener, 2005; Johnson & Lakoff, 2003; Lakoff & Núñez, 2000; Parzysz et al., 2003; Pesci, 2005; Pouilloux, 2004; Presmeg, 1997; Seitz, 2001; Sfard, 1997, Soto-Andrade, 2005). Luego de "las metáforas con que vivimos" (Johnson & Lakoff, 1998), han ingresado al escenario "las metáforas con las que calculamos" (Bills, 2003).

Se reconoce así la existencia de metáforas conceptuales (Lakoff & Núñez, 2000), que son transformaciones o "mapeos" de un dominio "fuente" a un dominio "blanco", que transportan la estructura inferencial del primero en la del segundo y nos permiten entender el segundo, usualmente más abstracto y opaco, en términos del primero, más "aterrizado" y transparente.

Por lo demás, el término "metáfora" es usado hoy día en un sentido cada vez más laxo, como sinónimo de "representación", "analogía", "modelo", "imagen", etc. (Parzysz et al., 2003).

Es sin embargo posible discernir diferencias operacionales entre estos términos. Intentamos ilustrar algunas, para el caso de metáforas, representaciones y analogías, en el siguiente mapa:



Como indicado, operacionalmente las metáforas conceptuales "suben", de un dominio cognitivo más concreto y familiar a uno más abstracto y nuevo, las representaciones "bajan" de uno más abstracto y extraño a uno más concreto y familiar y las analogías van "a nivel", en ambas direcciones, entre estos dominios. Además, podemos tener metáforas que suben desde distintos dominios fuente hacia el mismo dominio blanco y viceversa: desde un mismo dominio fuente a distintos dominios blanco.

Ejemplo:

Hay una analogía entre el paseo al azar de una pulga por los vértices de un triángulo equilátero y una lucha sin piedad por un mercado de consumidores entre 3 productores. Por otro lado, podemos representar el mencionado paseo al azar, por una repartición iterada de fluido (por ejemplo, jugo de chirimoya) entre 3 amigos, que comienza con uno de ellos como detentor de todo un litro de jugo y los demás, nada… Esto es, si ya entendemos en alguna medida lo que es un paseo al azar. Pero si estamos recién descubriéndolo o construyéndolo, diríamos que la repartición de jugo es una metáfora del paseo al azar de la pulga. De esta manera podemos llegar a aprehender las probabilidades de presencia de la pulga en los distintos vértices, que son algo abstractas. Una variante de esta metáfora es aquella en que vemos a la pulga misma partirse en porciones de pulga que van a parar a los distintos vértices (ver más abajo, subsección sobre metáforas para contenidos matemáticos: el paseo al azar de la pulga).

Metáforas como functores entre categorías:

Un dominio cognitivo puede ser mirado como una categoría, en el sentido matemático del término. Una categoría esta definida por sus objetos, las flechas (o morfismos) entre los objetos y la composición de flechas. En este caso, los objetos son las aserciones del dominio cognitivo, las flechas son las implicaciones entre ellas y la composición de flechas es simplemente la concatenación lógica:

Si A implica B y B implica C entonces A implica C.

Las metáforas admiten a menudo realizaciones concretas, con las que los niños pueden jugar, en el marco de un abordaje constructivista y corporizado a los objetos y métodos matemáticos.

Como las metáforas transfieren objetos de un dominio a otro, nos permiten sacar partido de nuestras intuiciones en ambos dominios y transferir comprensión de uno a otro. De hecho, podemos así transferir comprensión entre las probabilidades, la termodinámica, la hidráulica, la economía, la sociología, etc.

Las metáforas necesitan un suelo fértil para crecer.

Ese suelo es suministrado en gran medida por las experiencias sensorimotoras y lúdicas de la primera infancia. Como dice D. Tall (2005), "Metaphors are "metbefores" " (Las metáforas son algo que encontramos antes).

Recíprocamente, las metáforas emergen espontáneamente como una herramienta privilegiada para comunicar experiencias somáticas y cenestésicas (Bertherat, 1998).

Es nuestra hipótesis de trabajo que estas experiencias corporizadas previas son sumamente significativas y relevantes, más tarde, cuando uno se encuentre con conceptos abstractos.

Si nuestra hipótesis es correcta, se sigue que es un gran error didáctico decir, por ejemplo: "En el segundo ciclo básico, o en la enseñanza media, los niños deben acceder al pensamiento abstracto, así que ¡fuera con el material concreto! Debemos enseñar usando lenguaje abstracto, resolver problemas abstractos usando métodos abstractos, calculando con algoritmos eficaces…” Nuestra hipótesis es que los niños a quienes les fue así robada una parte de su infancia, tendrán mayores dificultades más adelante para desarrollar su pensamiento abstracto. Porque las metáforas que podrían ayudarlos no tendrán un suelo propicio en que crecer…

Un ejemplo: la media y la desviación estándar de una variable aleatoria, pueden ser aprehendidas (y descubiertas) a partir de nuestra intuición y experiencia estática (juegos de equilibrio o de balancín) y dinámica (juegos de giro).

Apariciones de las metáforas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Primeramente como metáforas del proceso mismo:

La metáfora itinerante : Aprender es un viaje, con etapas más arduas que otras, con altos en el camino, retornos a un lugar ya visitado, etc.

Metáforas topográficas: Hay diferentes caminos para llegar a la solución, distintos abordajes de un mismo sujeto, que tiene varias facetas o laderas.

La metáfora gastronómica: Enseñar es entregarle al aprendiz un sandwich, que éste debe tomar, comer y digerir (se espera…). Muchas teorías de aprendizaje discuten a veces sobre la composición y los ingredientes del sandwich, pero rara vez se reconoce ni mucho menos se cuestiona la metáfora misma. Incluso los programas oficiales y currícula están redactados en esos términos: “el objetivo de este curso es entregar técnicas y métodos para …”

En segundo lugar, como metáforas para los contenidos matemáticos.

Un ejemplo paradigmático: El paseo al azar de una pulga.

Una pulga se pasea al azar por los vértices de un polígono regular, saltando alegremente desde cada vértice a uno de sus dos vecinos inmediatos con probabilidad ½ (como si lanzara una moneda para decidir a cuál salta…). Si parte de un cierto vértice, ¿dónde la encontraremos después de m saltos?

Abordajes metafóricos del problema:

La **Metáfora salomónica** ve a la pulga partida en dos mitades en el primer paso, cada media pulga aterrizando en uno de los dos vecinos inmediatos, y así sucesivamente en cada paso. Van apareciendo así pedacitos de pulga en cada vértice del polígono, que podemos ir añadiendo fácilmente paso a paso, para calcular la porción de pulga presente en cada vértice después de m pasos. Nótese que esta metáfora facilita el descubrimiento de la analogía ya mencionada entre el paseo al azar de la pulga y la evolución de un mercado de consumidores disputado por varios productores (3 en este caso). La probabilidad de encontrar a la pulga en un cierto vértice resulta ser la parte del mercado controlada por un cierto productor.

La **Metáfora hidráulica** ve el cálculo de las probabilidades en cuestión como el flujo o escurrimiento de 1 litro de fluido probabilista por una red de mangueras, con repartición equitativa en cada bifurcación.

La **Metáfora genealógica** ve un árbol genealógico, cuyo patriarca (o matriarca), distribuye su herencia de 1 millón de pesos entre sus descendientes, y éstos a su vez entre los suyos, y así sucesivamente… Esta metáfora se aplica tal cual al caso de una pulga que se pasea simétricamente por la recta discreta de los enteros relativos. Si se pasea por los vértices de un polígono regular con *m* vértices, habría que pensar que los descendientes del patriarca son de *m* colores distintos (en el espectro político, por ejemplo) dispuestos en el disco de colores habitual, de modo que cada uno tuvo dos descendientes de los dos colores vecinos exactamente, entre los cuales repartió su parte de herencia por igual.

La **Metáfora pedestre** ve un enjambre de pulgas partiendo del vértice dado y dividiéndose en mitades iguales entre los dos vecinos, cada vez. Para $m = 10$, por ejemplo, ladinamente soltamos $2^{10} = 1024$ pulgas, que se irán repartiendo por mitades por los vértices del polígono. Basta sólo ir registrando la cantidad de pulgas que van llegando a cada vértice hasta la 10ª bifurcación. El porcentaje de pulgas que llegó a cada vértice da entonces la probabilidad de presencia de la pulga aleatoria original en ese vértice, al cabo del 10º salto.

La **Metáfora platónica**: En su mundo ideal, Platón ve que cuando se lanza una moneda cae una vez cara y otra vez sello, por igual. De esta manera, las probabilidades se asignan, o calculan, como frecuencias relativas de una estadística platónica…

Los modos cognitivos: vehículos de las metáforas

Las metáforas que tienen un mayor impacto cognitivo involucran un cambio en el modo cognitivo del sujeto.

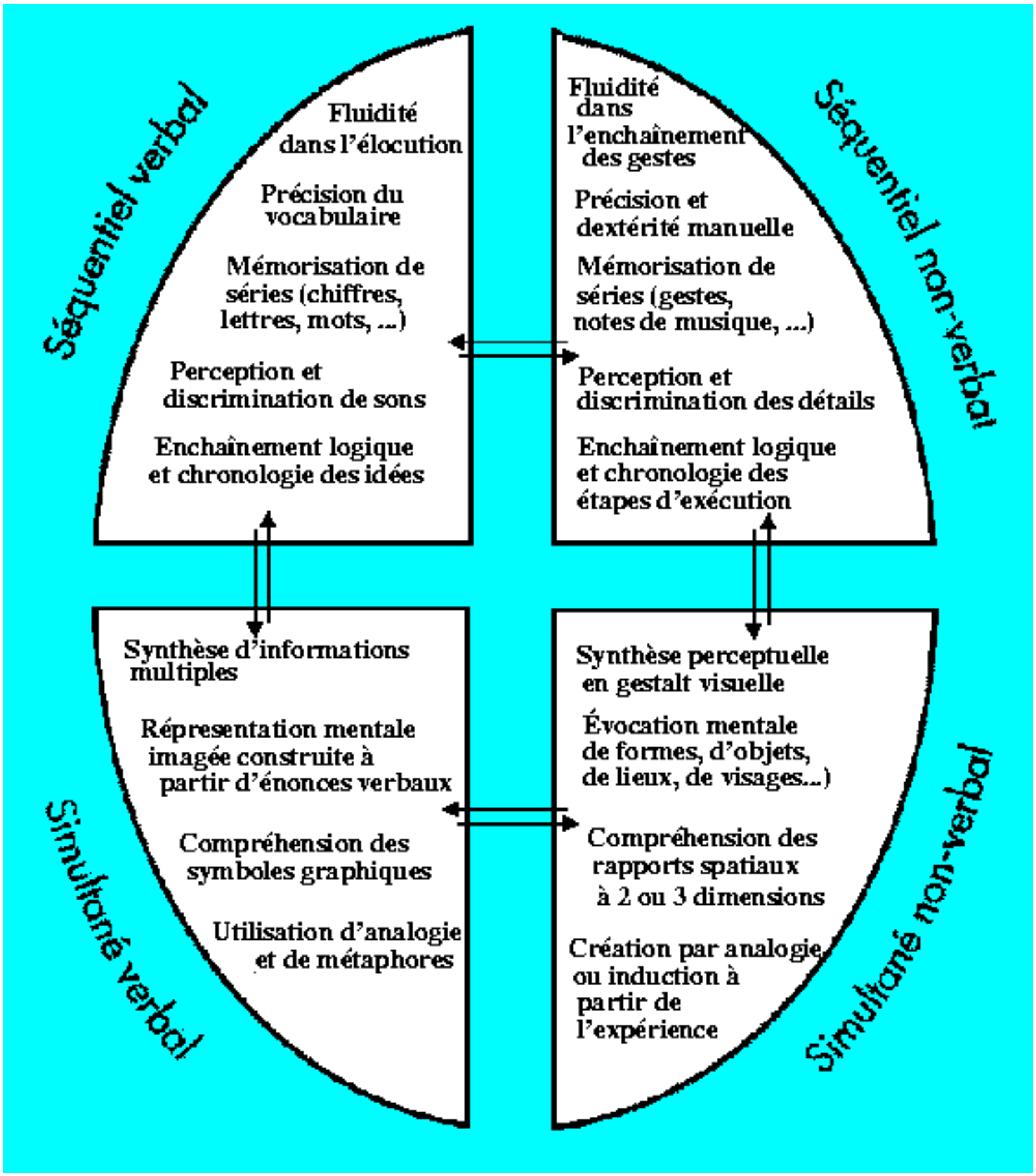
Por ejemplo, cuando explicamos como resolver ecuaciones de primer grado con ayuda de la metáfora de la balanza, cambiamos del modo cognitivo verbal-secuencial al no verbal no secuencial: En lugar de verificar una igualdad mediante un cálculo aritmético o algebraico, uno pone pesos en ambos platillos y mira…

Los cuatro modos (o estilos) cognitivos básicos, propuestos por J. Flessas y F. Lussier (2004), a partir de los trabajos de Alexander Luria (1972), pueden ser presentados en la siguiente tabla de doble entrada:

Los 4 estilos cognitivos	**Verbal**	**No-verbal**
Secuencial	**SV** Fluidez en la elocución. Precisión del vocabulario Memorización de series (cifras, letras, palabras. Percepción y discriminación de sonidos. Concatenación lógica y cronológica de las ideas.	**SnV** Fluidez en la concatenación de los gestos. Precisión y destreza manual. Memorización de series (gestos, notas musicales). Percepción y discriminación de los detalles. Concatenación lógica y cronológica de etapas de ejecución.
No-Secuencial (Simultáneo)	**nSV** Síntesis de informaciones múltiples. Representación mental en imágenes,	**nSnV** Síntesis perceptual en gestalt visual. Evocación mental de formas, objetos, lugares,

	construida a partir de enunciados verbales. Comprensión de símbolos gráficos. Utilización de analogías y metáforas.	rostros… Comprensión de relaciones espaciales en 2 y 3 dimensiones. Creación por analogía o inducción a partir de la experiencia.

Esta tabla es una traducción del diagrama original de Flessas y Lussier (2004) intitulado "Funciones cognitivas asociadas a los 4 cuadrantes del aprendizaje", que reproducimos a continuación.



En el ámbito de la matemática, Flessas y Lussier (loc. cit.) hacen también un primer intento de distinguir los 4 estilos cognitivos:

Los 4 estilos cognitivos en Matemáticas	**Verbal**	**No-verbal**
Secuencial	**SV** • Memorización de tablas de operaciones. • Utilización del conteo, de la seriación, de la reversibilidad. • Dominio de los algoritmos. • Resolución lógica de problemas en etapas sucesivas. • Operaciones sobre las rectas numéricas y las fracciones. • Leyes algebraicas.	**SnV** • Estimación de longitudes y ángulos. • Precisión en las medidas. • Esmero en la presentación de los cálculos y operaciones.
No-secuencial (Simultáneo)	**nSV** • Resolución razonada de problemas mediante representaciones visual en imágenes de las situaciones. • Puesta en relación de los datos de un problema en forma de esquemas, diagramas o gráficos.	**nSnV** • Disposición espacial de cálculos complejos (multiplicaciones, divisiones). • Representación de volúmenes, superficies y rotaciones en geometría. • Comprensión mediante representaciones concretas.

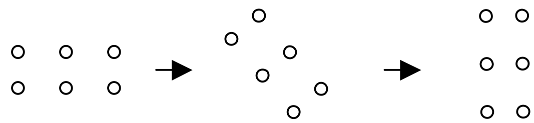
Un segundo ejemplo: ¿Tenemos la misma cantidad de dedos en ambas manos?
Hay varias maneras de abordar este problema: Podríamos contar laboriosamente los dedos de cada mano y comparar los resultados. Aquí está en obra el modo cognitivo verbal y secuencial. Pero también, podemos constatar que tenemos la misma cantidad de dedos en cada mano con un simple gesto, que pone en correspondencia cada dedo de una mano con su homólogo de la otra. Ahora está en juego el modo cognitivo no verbal y simultáneo (no secuencial). Claro que tambien podemos poner en correspondencia los dedos de ambas manos uno por uno, eventualmente de una manera no natural: el índice con el anular , el pulgar con el meñique… Esto es no verbal pero secuencial…

Un tercer ejemplo: Metáforas para la conmutatividad de la multiplicación

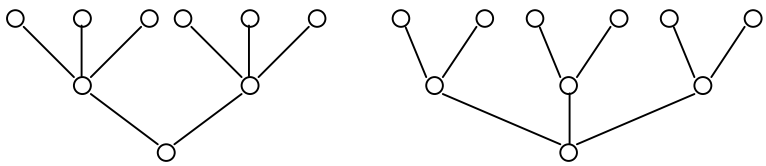
¿Cómo ven Uds. que 2 por 3 es lo mismo que 3 por 2?

¡Con ayuda de alguna metáfora!

Metáfora del área: 2 por 3 es la cantidad de fichas que hay en un arreglo de 2 filas de 3 fichas cada una y 3 por 2 es la cantidad de fichas que hay en un arreglo de 3 filas de 2 fichas cada una, como en la figura:



Metáfora del árbol: 2 por 3 es la cantidad de puntas que tiene un árbol de 2 ramas que se bifurcan en 3 ramitas cada una y 3 por 2 es la cantidad de puntas que tiene un árbol de 3 ramas que se bifurcan en 2 ramitas cada una



Nótese que la primera metáfora hace obvia la conmutatividad del producto, porque aparece como la invariancia del área (o la cantidad de fichas de un arreglo) por rotación de éste. Aparece aquí un "ya visto" ("metbefore" en el sentido de Tall, 2005) que forma parte de nuestra experiencia psicomotriz de la infancia. ¡Se trata bien de cognición hecha cuerpo!.

Por el contrario, la segunda metáfora no hace tan obvia la conmutatividad. Esto sugiere, como lo han intuido Lakoff y Núñez (2000), que la multiplicación no es a priori conmutativa, y podría haber permitido barruntar que hay ejemplos "naturales" de multiplicación no conmutativa.

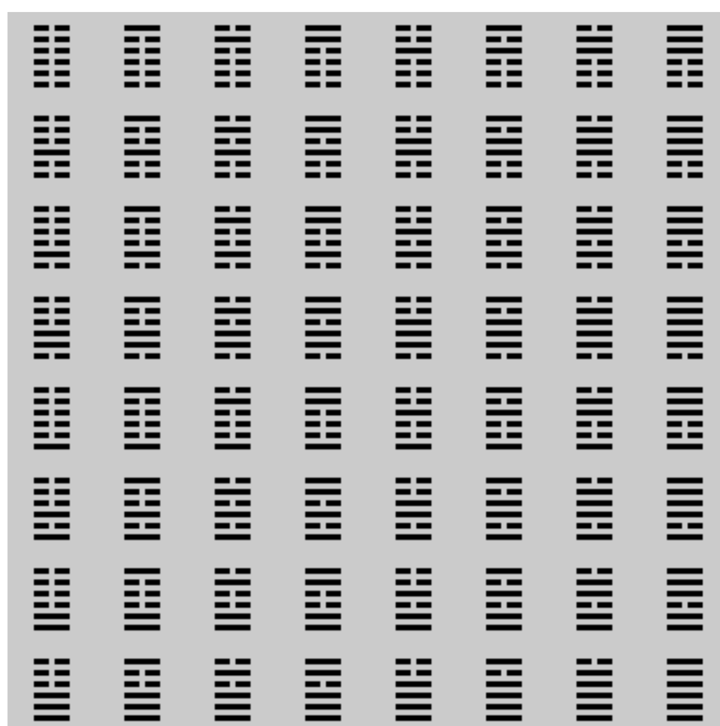
Ejemplos de tránsitos entre modos cognitivos:
La secuencia numérica, de otras maneras...

¿Cómo podría Ud. describir la secuencia

0, 1, 2, 3, ...

con un modo cognitivo no verbal, sin usar guarismos ni nombres?

Una antigua respuesta aparece en el arreglo cuadrado siguiente de los 64 hexagramas del antiguo Yi Jing (I Ching), debido al filósofo y matemático chino Shao Yong (1011 - 1077), tomado de Marshall (2006). En él podemos reconocer, como lo hizo el multifacético matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), la secuencia de los números 0 al 63, en su orden natural, pero escritos en el sistema binario. Leibniz había tenido en su juventud la intuición del sistema binario como un lenguaje universal y



había desarrollado incluso la aritmética binaria. Quedó entonces muy sorprendido cuando su amigo jesuita Joachim Bouvet, de vuelta de una misión en China, le mostró el cuadrado de Shao Yong.

Para reconocer la secuencia, es necesario leer los hexagramas pensando que su primera línea (de arriba hacia abajo) indica la presencia o ausencia del 1, la segunda, la del 2, la tercera, la del 4, etc.

Para ejemplificar el tránsito de un modo cognitivo a otro, deberíamos recordar cómo se obtiene de manera no verbal la descripción binaria de los números, tal como lo hemos hecho en nuestros cursos.

En lugar de decir que para obtener la descripción binaria del número 39, por ejemplo, debemos descomponer 39 como suma de potencias de 2:

$$39 = 32 + 4 + 2 + 1$$

y anotar entonces

$$100111,$$

porque aparece el 32, no aparece el 16, no aparece el 8, sí aparece el 4, el 2 y el 1, procedemos de la siguiente manera.

Nos apoyamos en la metáfora: “Los números son cantidades” y trabajamos directamente con una cantidad. Por ejemplo, la cantidad de alumnos en la sala.

Sin contarlos, ni pedirles que se cuenten, como si fueran los indígenas amazonianos de Dehaene (2004), les proponemos el juego cooperativo de “emparejarse”, es decir, ¡formar parejas! Puede que quede uno solitario o no. En seguida, le pedimos a las parejas que se emparejen a su vez. Puede que quede una pareja sola y algunos cuádruples. Ahora le pedimos a los cuádruples que se emparejen, para formar óctuples, y así sucesivamente. El juego termina naturalmente por agotamiento y queda como “resultado”: eventualmente un alumno no emparejado, eventualmente una pareja solitaria, eventualmente un cuádruple solitario, etc. Así llegamos en forma no verbal y cooperativa a la descomposición binaria de la cantidad de alumnos.

Por ejemplo, puede haber quedado un alumno solitario, una pareja solitaria, un cuádruple solitario y un grupo de 32 solitario. Ahora sólo queda codificar el resultado de alguna manera. Los mismos alumnos proponen cómo.

Por ejemplo, como una cadena de Si y No. En este caso SI, SI, SI, NO, NO, SI.

O bien mediante 1 y 0, con 1 en lugar de SI y 0 en lugar de NO. Si escribimos de derecha a izquierda la secuencia, queda 100111.

O mejor aún, mediante una barrita entera, en lugar del SI y una quebrada en dos para el NO. En la simbología del clásico Yi Jing (I Ching), la barrita entera representa al principio Yang (masculino) y la barrita quebrada representa el principio Yin (femenino). Si escribimos esta codificación desde arriba hacia abajo, para nuestro caso, con seis SI o No, obtendremos uno de los clásicos hexagramas chinos. A saber, el último hexagrama de la 5ª fila en el cuadrado de Shao Yong.

De esta manera cada número entero comprendido entre 0 y 63 queda perfectamente codificado por un hexagrama, yendo desde aquel que consta sólo de barritas quebradas hasta aquel que consta sólo de barritas enteras.

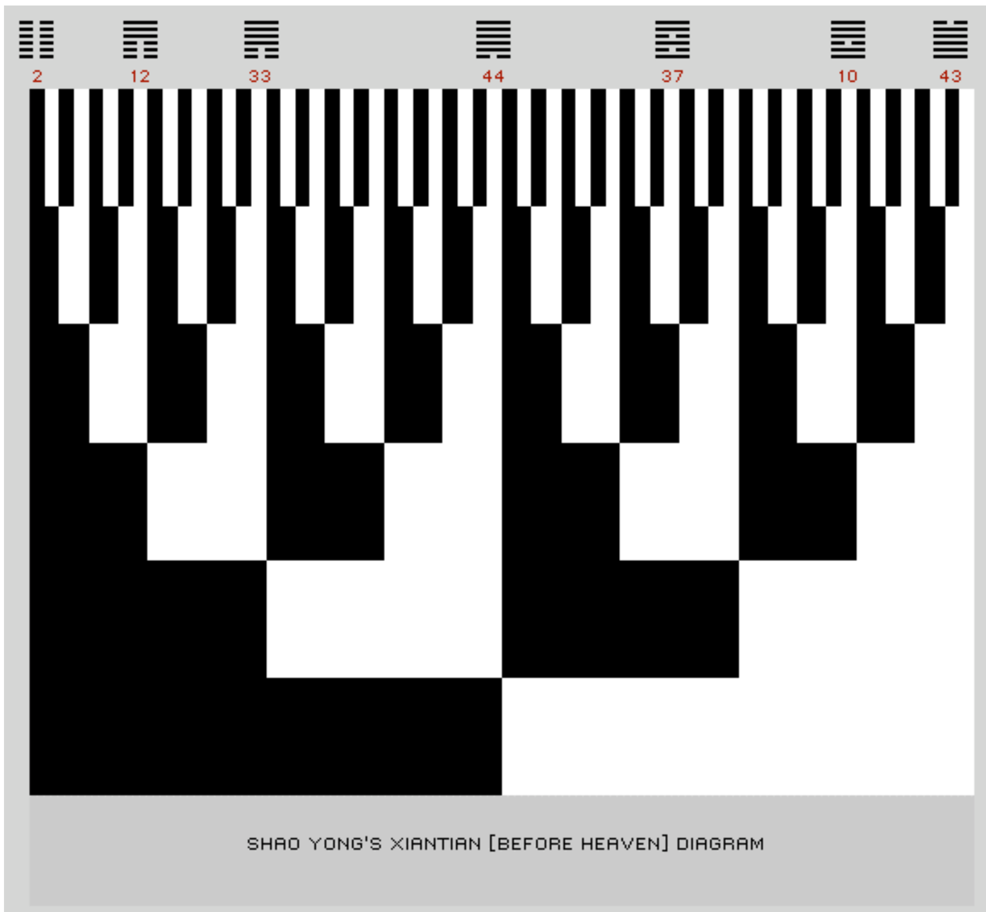
Hemos obtenido así una versión no verbal, pero todavía secuencial, de la sucesión numérica 0, 1, 2, 3, …, 63.

Podemos constatar que si esta secuencia, dispuesta en un cuadrado, es presentada durante 2 o 3 segundos a un sujeto no especialmente entrenado, difícilmente será capaz de reproducirla satisfactoriamente en seguida. La pregunta surge entonces: ¿Cómo podría ser presentada esta secuencia numérica, que es ya no verbal, de modo simultáneo, como una foto o retrato?

La simultaneidad sería testeada mostrando un par de segundos la imagen a sujetos no especialmente entrenados y observando si logran luego reconstruirla exitosamente.

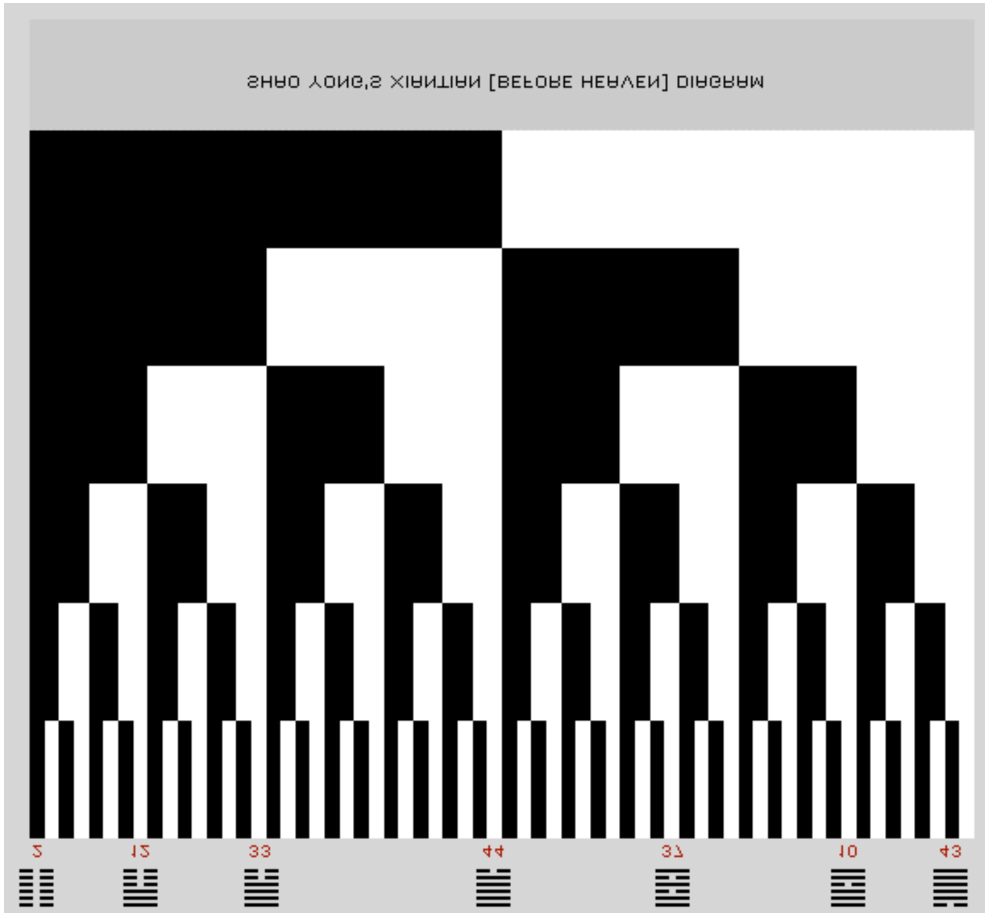
Una antigua respuesta a esta pregunta, está dada por el diagrama siguiente (Marshall, 2006):

El Xiantian ("Antes del Cielo") del mismo Shao Yong:



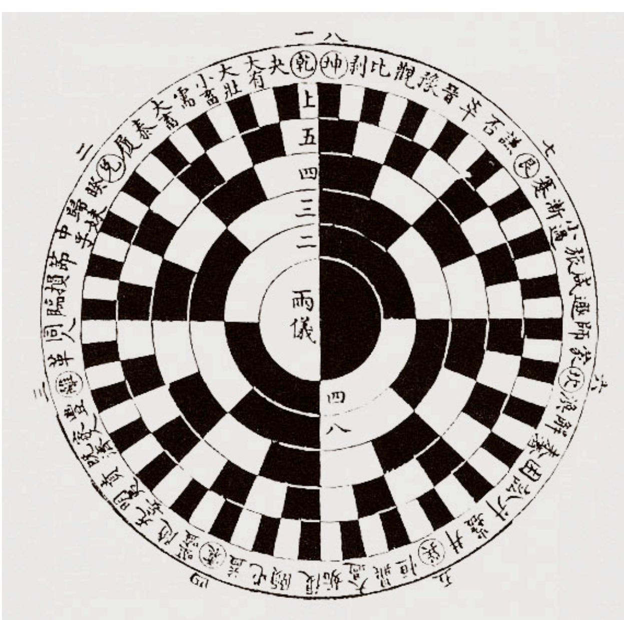
Hemos podido constatar, en estudio de casos, que de un curso de 30 profesores y profesoras de educación básica, aproximadamente 6 lograron redescubrir en menos de media hora este diagrama o encontrar diagramas equivalentes a él, algunos pasando por el árbol binario, como etapa intermedia. Por otra parte, de un curso de 35 alumnos de primer ciclo universitario, opción humanista del Programa de Bachillerato, más del 50% fue capaz de reconstruir esta imagen, después de haberla atisbado sólo 2 o 3 segundos. Tuvieron menos dificultades con la imagen siguiente (Marshall, 2006):

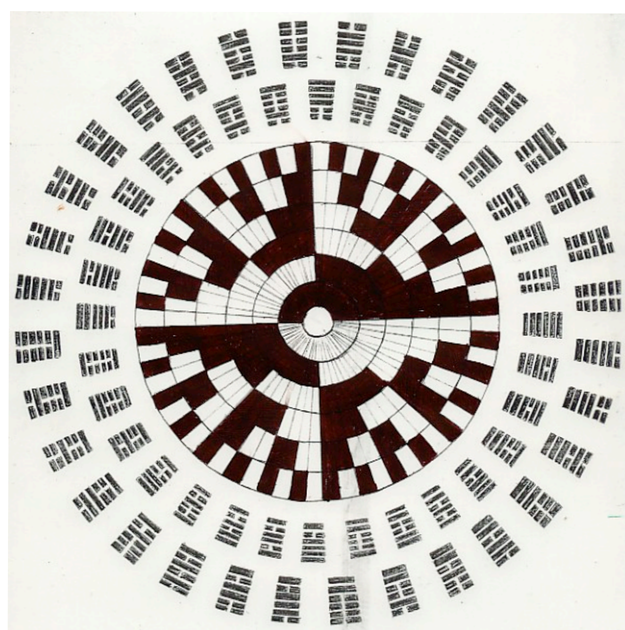
El Xiantian, invertido: una antigua versión china del árbol binario.



Más notable aún, observamos una profesora entre 30, Ofelia, que redescubrió espontáneamente la versión circular del árbol binario (Marshall, 2006), como modo no verbal simultáneo de codificar la secuencia 0, 1, 2, 3, ..., 63.

Xiantian circular: el árbol binario en un disco, versión de Shao Yong (izquierda) y versión de Ofelia (derecha)





¿Qué ve el lector al mirar estos diagramas desde lejos?

Esta imagen también pudo ser reconstruida por alumnos de primer ciclo universitario que sólo la habían atisbado unos pocos segundos (en una pregunta optativa de examen de fin del curso de Matemáticas 0, Programa de Bachillerato de la Universidad de Chile).

Discusión

Hemos presentado aquí varios ejemplos de experimentos cognitivos, puestos en obra con alumnos y profesores en el aula, que sugieren que efectivamente nuestra cognición hecha cuerpo "florece en metáforas". Estos experimentos tienen lugar en el ámbito de la enseñanza de la matemática, disciplina que era considerada hace sólo unas décadas como particularmente "desencarnada", adoleciendo de una enseñanza basada primordialmente en un solo modo cognitivo: el verbal-secuencial. Nuestra investigación se apoya en un abordaje en primera persona, en que los sujetos atestiguan el impacto cognitivo de la emergencia de metáforas y el tránsito del modo cognitivo dominante a otros, en su proceso de aprendizaje. Los resultados obtenidos en esta exploración preliminar sugieren varias avenidas de investigación, tanto en forma de estudios estadísticos comparativos que apunten a validar los mejores niveles de aprendizaje obtenidos con nuestros abordajes, como estudios de casos en primera persona, sobre la emergencia y aprehensión de metáforas y el tránsito entre distintos modos cognitivos.

Referenciass

Acevedo, I. (2005), Metaphors in mathematics classrooms : Analyzing the dynamic process of teaching and learning to graph function, Proc. CERME 4, http://ermeweb.free.fr/CERME4/

Araya, R. (2000), *La inteligencia matemática,* Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Bertherat, T. (1989), Le repaire du tigre, Paris: Editions du Seuil (Versión castellana: 1998, La guarida del tigre, Buenos Aires: Paidós).

Bills, C. (2003), Metaphor in young children's mental calculation, *Proc 4th CERM.E,* http://ermeweb.free.fr/CERME4/

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*, Grenoble: La pensée sauvage.

Dehaene, S. (1997). La bosse des maths, Paris; Odile Jacob.

Dehaene, S. (2004). Cognition et capacités arithmétiques: Ce que nous apprennent les indiens Mundurucu, http://www.info-metaphore.com/articles/epistemologie.html

Detienne, C. (2005). *La métaphore dans le discours scientifique*, http://www.info-metaphore.com/articles/epistemologie.html,

Dubinsky, E., (1999). *Review of Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images,* L. English (Ed.), *Notices of the Amer. Math. Soc.*, 46(5), 555-559.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine*, Bern: Peter Lang

Edward, L. (2005). *Metaphors and Gestures in Fraction Talk,* WG 1, Proc. CERME 4, http://ermeweb.free.fr/CERME4/.

English, L. (Ed.)ç (1997). *Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images,* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc., Publishers.

Ferrara, F. (2003). Bridging perception and theory: What role can metaphors and imagery play?, WG 1 , Proc. CERME 3, Bellaria, Italie, http://ermeweb.free.fr/CERME3/.

Flessas, J.. & Lussier, F. (1995). Épreuve de simultanéité verbale; les styles cognitifs en quatre *quadrants,* Montréal: Service des Publs. de l'Hôpital Ste-Justine.

Flessas, J. (1997). L'impact du style cognitive sur les apprentissages, *Revue d'Education et Francophonie*, Vol. XXV No 2, http://www.acelf.ca/c/revue/revuehtml/25-2/r252-03.html

Flessas, J., & Lussier F. (2005). *"La neuropsychologie de l'enfant"*, Paris: Dunod.

Gardner, H. (1996). *Les intelligences multiples*, Paris: Retz.

Gardner, H. (2005). *Las cinco mentes del futuro: Un ensayo educativo*, Buenos Aires: Paidós. http://www.pz.harvard.edu/PIs/HG_Multiple_Lenses.pdf

Johnson, M., & Lakoff, G. (2003). *Metaphors we live by,* New York: The University of Chicago Press.

de La Garanderie, A. (1982). *Pédagogie des moyens d'apprendre: les enseignants face aux profils pédagogiques*, Paris: Éditions du Centurion.

de La Garanderie, A. (1989). *Les profils pédagogiques. Discerner les aptitudes scolaires*. Paris; Éditions du Centurion.

Lakoff, G., & Nuñez, F. (2000). *Where Mathematics comes from ?,* New York: Basic Books.

Luria, A.: (1973). The working brain. An introduction to neuropsychology, New York: Penguin.

Marshall, S. J. (2006), http://www.biroco.com/yijing/

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Núñez, R., & Freeman, W. J. (eds.). (2000). *Reclaiming Cognition: The primacy of action, intention and emotion*, Bowling Green, OH: Imprint Academic.

Palmquist, R. (2001). Cognitive style and users' metaphors for the Web : An exploratory study, *J. acad. librariansh.,* 27 (1), 24-32.

Parzysz, B. et al. (2003). *Introduction to Thematic Working Group 1, Role of metaphors and images in learning and teaching mathematics,* Proc. CERME 3, http://ermeweb.free.fr/CERME3/.

Pesci, A. (2005). *Mediation of metaphorical discourse in the reflection on one's own individual relationship with the taught discipline: an experience with matematics teachers*, WTG1, Proc. CERME 4, Sant Feliu de Guíxols, http://ermeweb.free.fr/CERME4/

Pouilloux, J. Y. (2004). *Article sur la Métaphore*, Paris: Encyclopædia Universalis.

Presmeg, N. C. (1997). *Reasoning with metaphors and metonymies in mathematics learning*, dans L. D. English (Ed.*), Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images*, 267-279, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Ass, Seitz, J. (2001). *The biological and bodily basis of metaphor,* http://philosophy.uoregon.edu/metaphor/neurophl.htm

Sfard, A. (1994). *Reification as the birth of metaphor*, For the Learning of Mathematics*,* 141, 44-54.

Sfard A. (1997). *Commentary: On metaphorical roots of conceptual growth.*in L. English (Ed.), *Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images*, 339-371, London: Erlbaum.

Soto-Andrade, J. (2006). Un monde dans un grain de sable: Métaphores et analogies dans l'apprentissage des maths, *Ann. Didactique Sciences Cogn*,,11, 123– 147.

Tall, D. (2005). A Theory of Mathematical Growth through Embodiment, Symbolism and Proof, *Ann. de Didactique et de Sciences Cogn*., 11, 195-215.

Varela F. J. (1995), Resonant cell assemblies: a new approach to cognitive functions and brain synchrony. *Biol Res*, 28, 81-95

Varela F., Thompson, E., Rosch, E. (1998). *The embodied mind: Cognitive science and human experience,* Cambridge: MIT Press.

Varela, F. J., & Shear, J., Eds. (1999). *The View from Within: First-person Approaches to the Study of Consciousness,* Exeter: Imprint Academics.

Jorge Soto Andrade
Depto. Mat. Fac. Ciencias, U. de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile
sotoandr@uchile.cl sotoandrade@gmail.com