METÁFORAS, HERRAMIENTAS PARA INTERPRETAR ARGUMENTOS VARIACIONALES

Leonora Díaz, Eduardo Carrasco
U. Metropolitana de Ciencias de la Educación y U. de Valparaíso Chile
leonoradm@yahoo.es, ecarrascr17@yahoo.com
Campo de investigación: Pensamiento variacional Nivel: Medio

Resumen. *En este estudio se asume una naturaleza de la noción de variación como red semántico-operacional transversal, que imbrica distintos contenidos escolares de ciencia experimental y de matemática, particularmente aquellos de tiempo, distancia y velocidad. Se estudian metáforas cotidianas, escolares y matemáticas para el tiempo y la determinación de posibles eslabones entre ellas, postulados con base en un estudio de aspectos histórico epistemológicos, didácticos, cognitivos y socioculturales, propios del acercamiento socioepistemológico y en el marco de desarrollo de una ingeniería didáctica (Díaz, Gutiérrez, Ávila y Carrasco, 2006) Y de este modo aportar una visión compleja y dinámica para entender la naturaleza de la construcción de saberes matemáticos*
Palabras clave: metáforas, actividad matemática, pensamiento variacional

Las textualidades estudiantiles provinieron de las secuencias surgidas de esa ingeniería y se analizaron recurriendo a las metáforas para interpretar argumentos variacionales. Se las consideró en su calidad de herramientas de la cognición. Por su parte los elementos historico-epistemológicos y socioculturales exigieron su uso en calidad de analizadores sociales. En ese marco conceptual las metáforas entran a escena en el aula de secundaria, a propósito de la actividad matemática con la variación. Recurrir a esta herramienta en sus dos acepciones, permitió distinguir un tiempo cotidiano formado por una red compleja de intencionalidades y coordinaciones que se estructuran a partir de las necesidades de coordinación con lo otro, con los otros y de las proyecciones intencionales hacia un futuro y un pasado, y, un tiempo matemático en su calidad de parámetro y figurado sobre la base de la metáfora de una distancia horizontal. Este estudio ilustra la utilidad de la metáfora -en tanto herramienta de la cognición y como analizador social- para determinar saberes matemáticos comprometidos en prácticas de referencia tanto del aula, como de la vida cotidiana, de las profesiones y de la comunidad matemática.

La metáfora conceptual

Informa el diccionario de la Real Academia Española (2001) que esta voz proviene del latín metaphŏra, y esta a su vez del griego μεταφορ, traslación. Añade que *consiste en* *trasladar el sentido recto de las voces a otro figurado, en virtud de una comparación tácita. Por ejemplo: Las perlas del rocío. La primavera de la vida. Refrenar las pasiones (*RAE, 2001*).* En tanto que una analogía requiere conocer los dos campos de conocimiento que ella relaciona, la metáfora recurre a un solo campo, conocido, llevando al campo por conocer tanto las posibilidades que la hacen útil, así como las restricciones propias de ese campo ya conocido. Da cuenta del proceso de construcción de saber, trasladando esquemas conceptuales que explican lo conocido, hacia lo que queremos conocer. Tales esquemas son los que permiten significar y actuar en las nuevas situaciones, diferentes a las ya conocidas.

La metáfora como herramienta de la cognición

Asumimos que la cognición no actúa con esquemas conceptuales preconcebidos sino que se despliega en una co-definición con el entorno, en un constante redefinirse según la actividad que ejercemos en los distintos escenarios que nos toca vivir. Es decir la cognición se co-define en la medida que estamos en el mundo. Un estar que se entiende en las acciones que desarrollamos con nosotros mismos, con otros y con el medio. En el desarrollo de esas acciones, al seno de nuestros entornos culturales, vamos construyendo nuestra forma de ser, de estar y las estructuras cognitivas que nos permiten actuar y en las que, a su vez, se manifiesta nuestra acción. De modo que, reconocer qué prácticas humanas han estado al seno de la construcción de ideas matemáticas, inicia con asumir que éstas se construyen desde la actividad matemática ejercida, que por tanto no se entienden como objetos establecidos que están ahí para ser usados. Investigaciones actuales desde las ciencias cognitivas y en particular desde la lingüística, entienden a la metáfora como una herramienta de la cognición.

El estudio epistemológico de las matemáticas es un estudio epistemológico de las matemáticas humanas, unas matemáticas que son corporales, sociales y entretejidas con el mundo que viven quienes las usan, las construyen o las enseñan. Núñez y Lakoff (2000, p. 5) señalan: (…*) el análisis de las ideas matemáticas muestra que la matemática basada en la mente humana usa metáforas conceptuales como parte de la matemática misma… la mayor parte de las personas da sentido a los conceptos abstractos en términos concretos, usando ideas y modos de razonamiento basados en el sistema sensorio-motor. El mecanismo por el cual los conceptos abstractos son comprendidos en términos de lo concreto, es el llamado ´metáforas conceptuales´. El pensamiento matemático* *también usa metáforas conceptuales, como cuando relacionamos a los números con los puntos de una línea*. Metáforas que se usan en la construcción de ideas matemáticas y que, una vez que ellas han actuado, siguen ejerciendo su poder heurístico y de significado.

La metáfora como analizador social

Las metáforas son compartidas socialmente. Identificarlas permite no solo reconocer como se da la construcción de las matemáticas en la cognición de las personas, sino también reconocer esa construcción en grupos de referencia, sociedades y culturas humanas. Tal elaboración se expresa en metáforas compartidas por comunidades que construyen o trabajan con las matemáticas. Como describe Lizcano (1999, p. 31): (…) *el análisis sistemático de los conceptos en tanto que metáforas es una vía privilegiada de acceso al sustrato social que constituye todo discurso y, en particular, permite traslucir la articulación social que vértebra ese discurso opaco por excelencia, ese discurso que hace del concepto 'claro y distinto' su seña de identidad: el discurso científico*.

Cómo operan las metáforas

Lizcano (1999) ve en la resta la metáfora de extraer: "*restar es quitar*". Esta resta tiene un gran poder hacia el pensamiento heurístico y el entendimiento del estudiantado, al asociar a la resta con una acción muy conocida por éste. Al mismo tiempo, y sin querer, esta resta entendida como quitar porta la imposibilidad de quitar más de lo que se tiene: "*para obtener realmente una cantidad negativa aislada, habría que quitar (retrancher) de cero una cantidad efectiva, sacar (óter) algo de nada: operación imposible*" (Camot citado en Lizcano, 1999, p. 38).

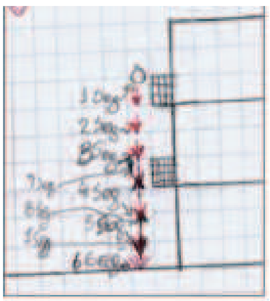

Figura 1

Por su parte John Wallis ilustra en su "Arithmetica Infinitorum" (1972) las restricciones que ejerce en él esta metáfora de la resta para establecer a los negativos como legítimos números en la obra matemática. Argumenta que constructos tales deberían ser a la vez mayores que el infinito y menores que cero, por lo que le son ¡inconcebibles! De este modo la metáfora como analizador social, da cuenta de coacciones que un saber socialmente construido impone a la actividad de las personas que la usan. Por tanto permite reconocer lo concebible y lo inconcebible cristalizados en prácticas sociales que condicionan la actividad matemática de hoy. En otras ilustraciones de cómo opera la metáfora en tanto herramienta de la cognición, constatamos que estudiantes de secundaria representan la caída de la pelota al tratar de conocer y trabajar con el tiempo, tal como se muestra en la Figura 1. En su dibujo el tiempo se superpone al desplazamiento y este desplazamiento se representa como una trayectoria.

Observemos distancias epistémicas: la que el dibujo estudiantil guarda con respecto a la *gráfica tradicional distancia- tiempo* de la Figura 2. El tiempo, que no encuentra espacio propio en la Figura 1, en la gráfica tradicional se dispone en uno de los ejes. Mientras que en la representación que construye Galileo respecto de la caída (Figura 3) el tiempo sí tiene su espacio propio. Toma lugar en el segmento AB del esquema de Galileo, en tanto que el segmento CD corresponde a la distancia recorrida. Observemos que esta composición galileana de ejes es paralela, a diferencia de la composición cartesiana de la gráfica tradicional *distancia- tiempo,* que es perpendicular. Ello muestra que la humanidad ha construido arduamente el significado del tiempo matemático y su visualización. En esta construcción podemos reconocer una metáfora en la cual *el tiempo es una distancia*. Así, esta metáfora traslada, las distinciones y significados que tenemos sobre las distancias espaciales, al tiempo matemático, construyendo un significado para este último. Por ejemplo tenemos que una distancia ha de ser recorrida y entonces recorreremos el tiempo matemático de igual forma. Nos basta colocar un parámetro que de cuenta de este ´tiempo/distancia´ y tal parámetro asumirá valores tanto hacia el futuro como hacia el pasado. Ello permite que funciones con una de sus variables el tiempo matemático, se puedan graficar en ejes coordenados, fungiendo el tiempo matemático como una distancia recorrida.

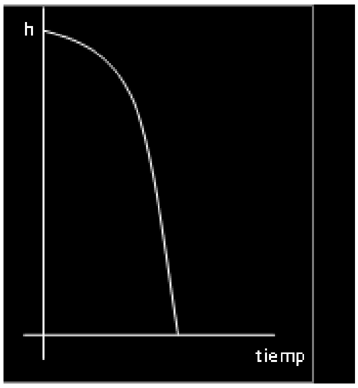

Figura 2

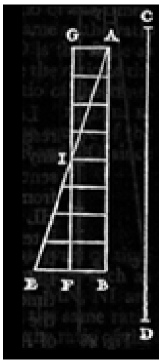

Figura 3

La metáfora que construimos, no sólo define prácticas posibles para actuar con el concepto, sino que establece restricciones. Así al pensar el tiempo bajo la metáfora de flujo continuo representado en el eje X, no podemos dar cuenta adecuadamente del sentido subjetivo del tiempo, dar cuenta por ejemplo de cómo el tiempo subjetivo varía su velocidad. Ello explica en parte las fuertes resistencias vividas por la comunidad científica para concebir un tiempo matemático a contrapelo de esa vivencia subjetiva, implicando grandes esfuerzos establecer la metáfora de una distancia. Esta metáfora de ´tiempo-distancia´ debe ser construida entre nuestros estudiantes. Ellos han construido significados del tiempo como sujetos sociales y por tanto las metáforas que portan son aquellas que la cultura cotidiana sustenta en tanto estructuras estructurantes, a su vez, de su subjetividad.

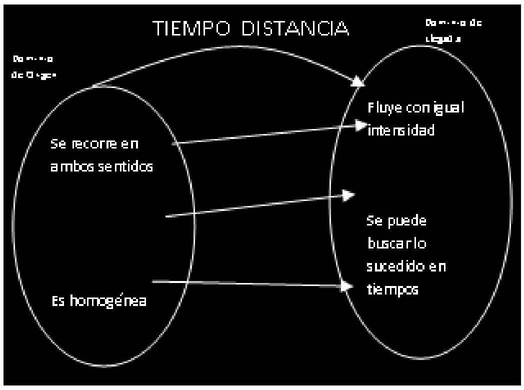

Figura 4

Metáfora del tiempo subjetivo

La metáfora del río dota de significado al transcurrir del tiempo en la subjetividad de las personas, semantizando nuestra experiencia subjetiva temporal como una corriente en la que, por una parte, en todo momento el futuro vendría al presente y se alejaría al pasado; y, por otra parte, en todo momento se experimenta un avance progresivo desde el momento presente hacia el futuro. Toboso (2003) añade a esta metáfora cotidiana del tiempo, un vértice con el que destaca la participación activa de la persona, quien no se deja llevar simplemente por la corriente. Tal vértice modula un flujo discontinuo, distinguiendo a la vez que articulando el ahora y el momento presente, elementos constitutivos de esta experiencia subjetiva del tiempo. En el ahora nos experimentamos nosotros mismos aún cuando, instante a instante, a su vez, cambiamos. El momento presente es el momento fugaz en el que somos distintos al momento anterior. Tal vértice marca la distinción y la relación entre la visualización psicológica de futuro (protensión o tensión de proyecto personal) y de pasado (retensión o tensión ejercida desde nuestra historia personal). Entre los tiempos que construye el cotidiano y aquellos que portan nuestros estudiantes, se encuentra el tiempo subjetivo (Toboso, 2003) cuya episteme dista de modo sustantivo de aquella que caracteriza a la concepción del ´tiempo-distancia´, como se observa en el diagrama de la Figura 6.

Algunas de las textualidades estudiantiles recabadas por Carrasco (2006) ilustran distancias entre epistemes de tiempos subjetivos y del tiempo matemático:

"En esta clase el tiempo no pasa nunca"
(E15, Cuestionario)

"El tiempo pasa lento y pasa rápido, pero cuando me gusta es cuando yo lo hago, es decir, yo hago mi tiempo"
(E19, Cuestionario)

"(Cuando escucho la palabra tiempo, se me vienen a la mente) momentos de mi infancia, imágenes de mí, alegre"
(E6, Cuestionario)

"Ya es tiempo de ir a estudiar"
(E19, Cuestionario)

Con las flechas del esquema de la Figura 6 (Díaz, 2007) se busca sintetizar aspectos principales de cada tiempo. En la faceta proyectivo-cualitativa encontramos una componente retensiva que da cuenta de un tiempo pasado que se trae al presente y a la vez una componente proyectiva con la que se significa al tiempo futuro, que el sujeto visualiza desde ese mismo presente. Por su parte las líneas punteadas bajo la faceta paramétrica representan ese tiempo medido por un reloj y que el estudiantado se representa, para unas situaciones, como intervalos y, en otras, como cifras o números. El tiempo matemático, que responde a la metáfora de la distancia, se representa en el esquema como una recta infinita en ambas direcciones.

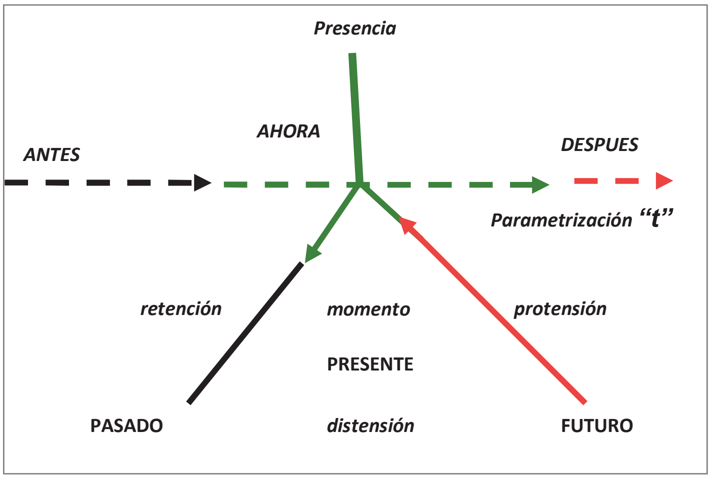

Figura 5

Así entonces la decodificación de las metáforas subyacentes a la actividad matemática desarrollada, permite identificar restricciones que están viviendo al seno de esa actividad, posibilitando determinar como en la actividad matemática del aula se hacen presentes prácticas de referencia y eventualmente visualizar prácticas sociales asociadas a la actividad matemática con gráficas de variación en el tiempo que el estudiantado desarrolla. Como señala Lizcano (1999)

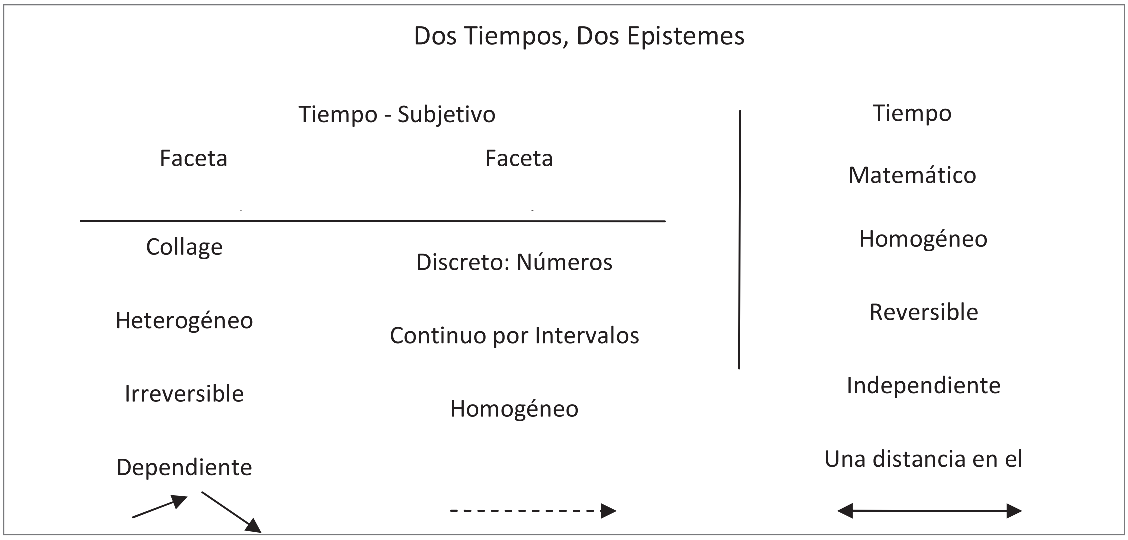

Figura 6

identificar las metáforas le permite ir decodificando imaginarios culturales, entendidos como un elemento esencial de la cultura, como un conjunto de imágenes simbólicas y representaciones míticas de una sociedad, imágenes no siempre conscientes en todos sus miembros. Es en el lenguaje que podemos indagar aquello, como señala Lizcano (1999, p.27) "*Creemos estar expresándonos libremente y estamos diciendo lo que la estructura de nuestra lengua y la multitud de metáforas que la habitan (que nos habitan) nos obligan a decir*".

Proyecciones de la metáfora como herramienta de la cognición individual y social

La socioepistemología acentúa el foco de la actividad humana, atendiendo a que la cognición no es un conjunto de símbolos, ideas e imágenes estáticas sino que se va co-definiendo con el mundo en la medida que se interactúa con él. En palabras del neurobiólogo Varela, la cognición es la "*historia del acoplamiento estructural que enactúa (hace emerger) un mundo*" y que ésta funciona "*a través de una red de elementos interconectados capaces de cambios estructurales durante una* *historia ininterrumpida*" (Varela, 1990, p. 109). Así el campo de las ciencias cognitivas pone el centro en la experiencia humana. Entonces nuestra mirada a la metáfora no va detrás de qué estructuras ideacionales se pueden reconocer a través de ella, sino que, con base en la metáfora, busca identificar unas actividades posibles de realizar y aquellas otras que la metáfora desalienta. Y cómo es que, en esas actividades, se van significando y construyendo conceptos-herramientas matemáticos (Considerar los conceptos matemáticos como herramientas significa reconocer su intencionalidad, en el uso y que el mismo se resignifica mientras su uso así lo requiere, en un marco de acciones de carácter retroactivo).

La socioepistemología considera tres planos de análisis: Actividad, Práctica de Referencia y Práctica Social (Cantoral, 2009). El recurso a ellos se inicia identificando actividades que individuos y/o grupos sociales realizan con determinado saber. Las prácticas sociales regulan las de referencia, las que a su vez lo hacen con las actividades. De este modo, onjuntos sistematizados de prácticas de referencia permiten identificar aquellas compartidas por la sociedad -que integran esos grupos que desarrollan esas actividades- que trascienden generaciones en el tiempo, constituyendo por ende, una práctica social. En el esquema de la Figura 7 ilustramos las relaciones antedichas. Para nuestro propósito interesan esos vínculos entre una práctica social, prácticas de referencia y unas actividades entre las que circulan argumentos variacionales. Las primeras ejercen su influencia a través de las prácticas de referencia, pero también las personas en la actividad van modificándolas por lo que resignificarán a su vez esas prácticas sociales, cada uno de estos procesos ocurren en escalas temporales distintas, en una co-definición dinámica y compleja.

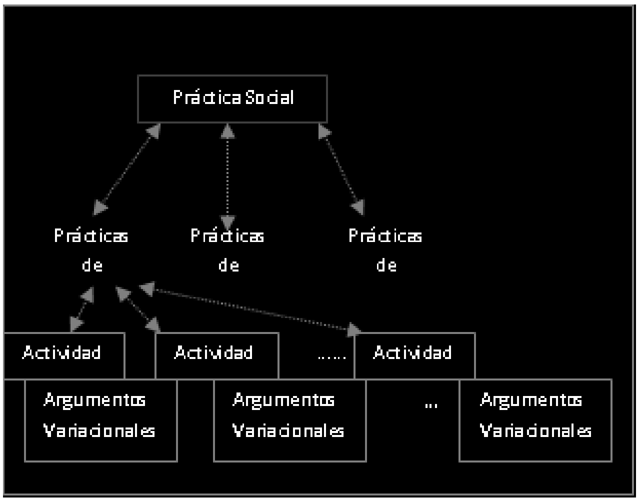

Figura 7

De este modo, en un primer nivel tendremos un conjunto de argumentos para actividades intencionadas, a la luz de prácticas de referencia. Las metáforas en su calidad de herramientas de la cognición y subyacentes a estos argumentos, nos permitirán reconocer, de acuerdo a un análisis de discurso de las textualidades de las personas, aquello que se hace en los dominios de partida respecto de los dominios de llegada. Por su parte las metáforas en su calidad de analizadores sociales, y mediante una descentración para entender cada espacio –de partida y de llegada- en sus propias relaciones, permiten distinguir aquellas prácticas que subyacen a ciertas distinciones en cada espacio (Lizcano, 1999). Aquí la metáfora se presenta en dos modos: naturalizada y viva. La primera como reflejo de lo institucionalizado, que oculta su construcción pero que aún actúa, tanto en sus posibilidades como en sus restricciones, y que por tanto, puede dar cuenta de prácticas institucionalizadas. Y la metáfora viva que, en vías de institucionalizarse, da cuenta de la emergencia de conocimientos.

Reconocer ambos tipos de metáforas presentes en argumentos traídos a escena a propósito de actividades matemáticas, relativas a prácticas de referencia tanto del aula, como de la vida cotidiana, de las profesiones y de la comunidad matemática, aporta una visión compleja y dinámica para entender la naturaleza de la construcción de saberes matemáticos.

Referencias bibliográficas

Carrasco, E. (2006). *Interpretación y construcción de gráficas de variación en el tiempo*. Tesis de maestría no publicada, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada.

Cantoral, R. (2009, enero). *Prácticas sociales en el eje de la escuela.* Conferencia efectuada en el VI Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, universidad de los Lagos, Puerto Montt, Chile.

Díaz, Gutiérrez, Carrasco y Ávila (2007). Las representaciones sobre la variación y su impacto en los aprendizajes de conceptos Matemáticos. Proyecto Fondecyt 1030413. Informe Final. CPEIP. Santiago de Chile.

Díaz, L. (2007). Profundizando en los entendimientos estudiantiles de variación. En R. Cantoral, O. Covián, R. Farfán, J. Lezama y A. Romo (Eds.). Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Un reporte Iberoamericano *(pp. 287-308). México: Díaz de Santos-CLAME A.C.*

Díaz, L. (2008). Matrices de Sentido para las Nociones de Velocidad y Tiempo. En P. Lestón (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 21*, (pp. 223-229). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Lakoff, G. Núñez, R. (2000). *Where Mathematics Comes From, How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. Estados Unidos: Basic Books.

Lizcano, E. (1999). La metáfora como analizador social. *EMPIRIA, 2,* 29-60. Obtenido el 30 de diciembre de 2008 desde http://www.uned.es/dpto-sociologia-I/Lizcano/index.htm.

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española 22.* Extraído el 30 de diciembre de 2008 desde www.rae.es.

Toboso, M. (2003). Tiempo y sujeto: nuevas perspectivas en torno a la experiencia del tiempo. Extraído el 25 de enero de 2005 desde http://aparterei.com/

Varela, F. (1990). *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Wallis, J. (1972). Arithmetica Infinitorum, *Opera Mathematica 1.* 355-478. New York: Georg Olms Verlag.