

Revista de la Escuela Ciencias de la Educación - 1a ed. - Rosario

Laborde editor 2008

426 p.; 15 x 21 cm.

ISSN 1851-6297

1. Pedagogía-Educación. I. Título

CDD 370.1

1ª EDICIÓN: DICIEMBRE 2008

DIRECTORA: ESP. LIC. SUSANA DEL VALLE N. COPERTARI

© LABORDE EDITOR - 2000 ROSARIO

3 DE FEBRERO 1065

TEL/FAX: (0341) 449 8802

ROSARIO (C.P. 2000) - SANTA FE - ARGENTINA

E-MAIL: labordelibros@citynet.net.ar

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN: LILIANA AGUILAR

AGRADECEMOS A:

- ASOCIACIÓN COOPERADORA "JOSÉ PEDRONI" DE LA FACULTAD DE HUMANIDADES Y ARTES UNR.
- COAD ASOCIACIÓN GREMIAL DE DOCENTES E INVESTIGADORES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO.
- AGCER ASOCIACIÓN DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN DE ROSARIO.
- AMSAFE ROSARIO ASOCIACIÓN DEL MAGISTERIO DE SANTA FE (DELEGACIÓN ROSARIO).
- CTA CENTRAL DE TRABAJADORES ARGENTINOS.

I.S.S.N. Nº: 1851-6297

QUEDA HECHO EL DEPÓSITO QUE MARCA LA LEY 11.723

MARCA Y CARACTERÍSTICAS GRÁFICAS REGISTRADAS EN LA

OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LA NACIÓN

IMPRESO EN ARGENTINA

REVISTA DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Año 4 • Nº 3 • 2008



Asociación Cooperadora
"José Pedroni"
de la Facultad de Humanidades
y Artes UNR

CoAd

Asociación Gremial de Docentes
e Investigadores de la Universidad
Nacional de Rosario



Asociación del Magisterio
de Santa Fe
(Delegación Rosario)

agCER

Asociación de Graduados en
Ciencias de la Educación de Rosario

CTA
central de trabajadores de la Argentina

education is enforced and students can get aware of the enormous prominence of modeling in Mathematics education.

References

- Blum, W. (2005). "Modellieren im Unterricht mit der "Tanken"-Aufgabe". In: Mathematik lehren, H. 128, p. 18-21, Erhard Friedrich Verlag, Seelze.
- Fuchs, K.J.; Blum W. (2008). "Selbständiges Lernen im Mathematikunterricht mit beziehungsreichen Aufgaben". In: Thonhauser, J. (Hrsg.) Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen (p. 135-148). Waxmann Verlag, Münster.
- BMUKK Lehrplan Mathematik (2004). AHS-Lehrplan Mathematik, BMUKK, Wien (<http://www.bmukk.gv.at>).
- Maaß, K. (2005a). "Modellieren im Mathematikunterricht der S I". In: JMD 26 (2), p. 114-142, Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Maaß, K. (2005b). "Stau – eine Aufgabe für alle Jahrgänge!" In: PM Heft 47 (3), p. 8-13, Aulis Verlag Deubner, Köln.
- Meissner, A. (1996): "Gedanken zum Erwerb der grundlegenden Begriffe der Analysis unter Verwendung von Computern und grafikfähiger TR". MU, Heft 6, S. 42-59.
- Möhringer, J. (2006). Bildungstheoretische und entwicklungsadäquate Grundlagen als Kriterien für die Gestaltung von Mathematikunterricht am Gymnasium. Dissertation, LMU München.
- Schneider, E. (1999): "Analysisausbildung mit dem Computer". In: mathematica didactica, Heft 22, Bd. 1, S. 50-75.
- Siller, H.-St.; Maaß, J. (2008). "Fußball EM mit Sportwetten". In: Brinkmann, A.; Oldenburg, R.: ISTRON – Anwendung und Modellbildung im Mathematikunterricht, dtVerlag franzbecker, Hildesheim (to appear in print).
- Deuber, R. (2005). "Lebenszyklus einer Weissblechdose – Vom Feinblech zur versandfertigen Dose". In: <http://www.swisseduc.ch/chemie/wbd/docs/modul2.pdf>, Baden.
- Vollrath, H.J. (2001): Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

COGNICIÓN, PROTOFÍSICA Y LENGUAJE

Raúl Hugo Baldi
(EEM Nº 43 de González Catán)
Julia Eleonor Contin
(UTN Facultad Regional Haedo)

Resumen

Conformamos en nuestra mente combos de improntas, paquetes de experiencia que esperamos ver aparecer de ese modo y en ciertas secuencias recurrentes. Disponemos de "recetas" -en las que anidan esos *estigmas de mundo* encarnados- para hacer predecible el acaecer natural, pero usamos otras para representarnos las intenciones de los seres vivos y actuar en consecuencia. Los caprichos pertenecen al universo psicológico. Nos sorprende que la realidad no se ajuste al "programa". Por ello nos cuesta dar crédito a situaciones en las que vemos desagregados a aquellos combos o alteradas sus secuencias.

En este artículo describiremos algunos de esos condensados de experiencia. Mostraremos que ellos trascienden el ámbito del pensamiento donde estructuran nuestras ideas acerca del mundo y emergen en el lenguaje. Con metáforas como vectores se movilizan y aportan de ese modo soporte cognitivo para abarcar facetas más abstractas de nuestra realidad, desde la de nuestras volubles emociones hasta el esquivo concepto del tiempo.

Hay una física vitalmente eficaz pero precaria a la hora de abandonar la estrechez de nuestra experiencia directa. Aportaremos evidencia acerca de que la tensión entre estas nociones espontáneas y las que pone sobre la palestra la Física constituye un obstáculo para el aprendizaje de los conceptos científicos. El lenguaje nos dará una clave para entrar en el reino de la protofísica y operar sobre él.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias - Semántica cognitiva - Lingüística cognitiva - Metáfora - Física ingenua - Esquemas de imágenes.

Summary

Our minds are made up on sets of experience woven in a cognitive fabric. We expect those marks to appear sequenced that way again and again.

We have got models for reality to become predictable. Those models are built up from our bodies' activities in the world. Another set of action-formula is used to interact with our social environment where programs are more elusive than in the realm of objects and forecasts are tied to reading our mates gestures.

In this article we describe those packs which gather our ancestral behavior written in our flesh. We show that they explode from the kingdom of thought and emerge in language

using metaphores as vehicles. They provide cognitive support for the construction of abstract concepts that way. Through metaphores we knit complex and volatile concepts like *time* with the incomes of our senses and emotions.

There is a vitally effective physics which is usually not functional for science concepts. We are showing that it is that gap between our embodied knowledge and the ideas our Physic Science is towered up on which obstructs the learning process. Operating on the level of language-thought protophysics may give us a possible way out from that crossroad.

Key words

Cognitive semantics - Science teaching - Image schemata - Metaphor - Cognitive linguistics.

Resuelto, rasgaba recurrente el cono de luz que clausuraba para sí. Los antebrazos descubiertos del hombre entrecano que desde la platea veíamos con cutis de cera, roían la equívoca solemnidad de su negro frac. Detrás, desordenado, un manso séquito de trastos y adminículos de colores aguardaba consentir sus caprichos.

De vez en cuando mientras fluía leve como un espectro, se detenía y esbelto desplegaba un ritual de gestos asertivos. Nos subyugaba. Moldeaba con su cuerpo cadenciosas estocadas que quedarían en mí para siempre adheridas a murmullos de estupor y al olor áspero de los fogonazos que salpicó entre cuadros.

Había sido aplaudido incontables veces. Disfrutaba azuzando nuestra emoción. Parecía extorsionarnos petrificándose hasta que, anegando en perlas revoltosas la bruma nuestras palmas le devolvieran el alma. Pero la última vez no tuvo que esperar.

Nuestros ojos lo habían seguido palmo a palmo auscultando sus pases durante todo el número -podría jurarse que en todo momento nos sintió asomados sobre su hombro-. Danzaban para entonces en nuestra mente objetos que hubieron de salir de recipientes que no tenían capacidad suficiente para contenerlos; otros que renegaban obstinadamente de sus pesos y un líquido rojo que había desaparecido dentro de un sombrero sin dejar rastro. Él reinaba en ese universo antojadizo y brillante, tan ajeno a nosotros que apenas osábamos alcanzar con la mirada.

Nos devoró un abismo cuando el hálito de los reflectores se ahogó de repente. Cerré mis ojos. Preferí el refugio que había inventado para mantener a raya a la noche. Después una estridencia y luego aquél destello pertinaz aplastó la burbujeante oscuridad hasta el final de la puesta. Entonces lo vi a mi lado.

Habiendo abandonado la tarima sobre el escenario, el Mago se pavoneaba sonriente entre las mesas empujando sobre nosotros el aire a su paso. La ovación fue inmediata. Aquello era definitivamente sobrenatural. No habría podido en modo alguno recorrer a tientas ese camino en lo que dura un chasquido. Nadie ignora al espacio. Nadie da la espalda al tiempo. Aún veo frenéticas a mis manos de niño agitándose ante mí.

Frutos exóticos y bumeranes

"Resistió su asedio mientras tuvo aliados, cuando supo que estaba solo se batió en retirada" ¿Podría el lector determinar -sin información acerca del contexto de emisión- si la oración alude a un escenario bélico, un avance amoroso, a una disputa de ideas o a alguno de los diversos modos de acoso? En esas condiciones nuestro juicio dependerá de cuánto aventemos a nuestra imaginación a alejarse de un sentido que sólo por convención consideramos "canónico". La versatilidad semántica de esa y de otras tantas expresiones puede justificarse si aceptamos por ejemplo que utilizamos un conjunto de conocimientos que

tenemos acerca de las confrontaciones físicas -y las bélicas como extensión de aquellas- para entender ciertos aspectos de los cortejos amorosos.

Por otra parte, "*Varios años atrás...*"; "*De cara al futuro*" y "*un largo rato*" son algunas de las expresiones que denuncian claramente una espacialización del tiempo. "*Viajar en el tiempo*", "*Se quedó en el cuarenta y cinco*" y "*Volver a los diecisiete después de vivir un siglo*" son además voces que vinculan al transcurso del tiempo con el movimiento relativo de los sujetos de la comunicación y de ese tiempo ataviado de espacio. Frases como "*Según pasan los años*" o "*Algún día nunca llega*" en cambio, construyen un escenario en el que el tiempo -esta vez con ínfulas de objeto- se desplaza a través de nosotros. No tenemos sentidos que específicamente nos permitan detectar al tiempo, pero los que tenemos sí nos permiten distinguir que estamos en movimiento o que otra entidad se mueve frente a nosotros. Resulta útil referirnos al tiempo en términos de movimientos. Resulta indispensable referirnos al tiempo en términos de "otra cosa" vinculada de manera inmediata a nuestra experiencia, y nuestra experiencia en el mundo es adquirida inexorablemente con nuestro cuerpo como mediador.

Mark Johnson, filósofo de la Universidad del Sur de Illinois y George Lakoff, lingüista de la Universidad de California, Berkeley, proponen que no sólo hablamos de movimiento para referirnos al tiempo sino que pensamos al tiempo en términos de movimiento. Dado que sostiene que la esencia de la metáfora es entender y experimentar una cosa en términos de otra (Lakoff y Johnson 1980), postulan -generalizando lo que señaláramos acerca del tiempo- que el sostén y la dinámica de nuestro sistema cognitivo son fundamentalmente metafóricos.

Según la Semántica Cognitiva -cuerpo teórico que se conforma sobre los resultados obtenidos a lo largo de la línea investigativa que estamos bosquejando- las nociones más abstractas son comprendidas a partir de los insumos perceptivos, motores y aún valorativos que recogemos en nuestra primera negociación con el mundo. Esta perspectiva -que recibe también el apelativo de Lingüística Cognitiva- se establece sobre el supuesto de una homomorfía entre el pensamiento y el lenguaje que otorga a éste el estatus de "ventana hacia aquél". La estructura de nuestra cognición se revelaría de ese modo en nuestro lenguaje. No sólo en su semántica sino en su gramática.

Diversos trabajos durante el siglo XIX -entre los que se cuentan los de Gianbattista Vico y Friedrich Nietzsche (Parente 2000)- habían ya devuelto a la metáfora un contenido cognitivo largamente negado por la tradición platónica que la relegaba al rol de abalorio expresivo. A los aportes de Ivor Richards y Max Black en ese sentido durante el siglo XX se sumó un decisivo artículo de Michael Reddy (Lakoff y Johnson 1980) que vio la luz a finales de la década de los setenta.

Con el nombre de "Metáfora del Canal" ("The Conduit Metaphor"), Reddy se refiere al lenguaje que empleamos para referirnos al lenguaje. Afirma que aquél está estructurado por una metáfora compleja. Toda vez que decimos "*Cuanto dije entró por uno de sus oídos y salió por el otro*" para enfatizar que alguien ignoró supinamente nuestra queja o consejo entra en juego la metáfora del canal. También asoma cuando aparece sobre el tapete de la comunicación una frase del tipo "*Tus palabras están vacías*". Podríamos traducir el trasfondo cognitivo sobre el que se recortan esas expresiones como:

**LAS IDEAS (O SIGNIFICADOS) SON OBJETOS
LAS EXPRESIONES LINGÜÍSTICAS SON RECIPIENTES
(PARA LOS SIGNIFICADOS)
LA COMUNICACIÓN CONSISTE EN UN ENVÍO (DE SIGNIFICADOS)**

Reddy -quien claramente concebía al significado como immanente a las palabras y, por ello, independiente de los contextos y los hablantes- fue de ese modo un pionero en otorgar

a la metáfora un rol conceptual. Se atrevió a conjeturar acerca de la subyacencia de un verdadero sistema metafórico imbricado en el pensamiento. De éste emergerían expresiones como las citadas y otras que guardan una relativa coherencia que insinúa verdaderos subsistemas metafóricos convencionales con cierto grado de labilidad cultural. Una expresión sería de ese modo entendida cuando puede proyectarse sobre algunos de esos paisajes de metáforas convencionales.

Dirijamos ahora nuestra atención sobre algunas metáforas mediante las que trasvasamos nuestro conocimiento acerca de los objetos sobre otros aspectos menos sustanciales de nuestra experiencia. "Todo cuanto abarcaba mis ojos estaba arrasado" o "Salió de mi vista y ya no volví a cruzarme con él" delimitan a nuestro campo visual como un recipiente. Esto implica que lo que sabemos acerca de los recipientes -que tienen un borde, un interior y un exterior, además de una cierta "lógica interaccional básica" inherente a ellos- es proyectado sobre nuestro campo visual. Con el objeto de mostrar los polos de lo que los lingüistas cognitivos llaman "mapeo metafórico" resulta útil designar a la metáfora con una sentencia. Ella no debe ser tomada como una proposición lógica de la que pueda predicarse valor de verdad alguno. Para el caso que acabamos de describir -retomando la forma empleada para la metáfora del canal- esa sentencia podría ser LOS CAMPOS VISUALES SON RECIPIENTES.

Otras metáforas traspasan fundamentalmente orientaciones espaciales -ámbitos ciertamente primarios de nuestra experiencia- a otros más esquivos o menos delineados. FELIZ ES ARRIBA - TRISTE ES ABAJO se asoma en "Está en un pozo depresivo" o "El humor lo sacará a flote"; MÁS ES ARRIBA - MENOS ES ABAJO subyace a frases como "El precio del Euro está por las nubes" y "La calidad educativa llegó a uno de sus pisos históricos". No sólo la verticalidad sirve como estructurante, CONSCIENTE ES ADELANTE - INCONSCIENTE ES ATRÁS opera en nuestro pensamiento y es la fuente de expresiones como "Por más que lo hablen a tus espaldas acabas enterándote de otra forma".

No existe univocidad en el vínculo entre la "META" de un mapeo y su "FUENTE" sino que la plurivalencia es frecuente. Varias FUENTES contribuyen a caracterizar una misma META y ocurre también que una misma FUENTE sirve a la empresa de estructurar varias METAS. LAS DISCUSIONES SON GUERRAS pero también EL AMOR ES GUERRA y EL AMOR ES MAGIA. Aportamos "Se atrincheró detrás de sus argumentos hasta que su interlocutor se dio por vencido"; "Luchó por él hasta derrotar a su amante" y "Sus encantos lo pusieron en trance". El lector podrá fácilmente hallar otras expresiones que ilustren estas metáforas.

En esa urdimbre no sólo se establecen correspondencias entre entidades sino se exportan cadenas inferenciales desde el dominio de las GUERRAS hacia el de las DISCUSIONES por ejemplo. Quedan conformados de ese modo verdaderas tramas metafóricas que ganan estabilidad gracias a la mutua coherencia que les confiere efectividad en la estructuración del dominio FUENTE, empresa cuyos logros son inexorablemente parciales.

Existiría además un grupo solidario de metáforas de ESPACIO, MOVIMIENTO y FUERZA operando en el trasfondo de nuestra comprensión de los ESTADOS, CAMBIOS, PROCESOS, MEDIOS, CAUSAS y ACCIONES. Así en la Estructura Metafórica de los Eventos (Lakoff 1992) hallamos, entre otros, los mapeos: LAS CAUSAS SON FUERZAS; LOS ESTADOS SON UBICACIONES y LOS CAMBIOS SON MOVIMIENTOS. "El libre juego de las variables de estado arrastró al sistema fuera del equilibrio" o "La frecuencia de los procesadores trepó hasta 4 GHz". Se postula además que existe otra versión de este complejo metafórico -cuya importancia en la conceptualización física resulta insoslayable- en la que las UBICACIONES son reemplazadas por POSESIONES. Las FUERZAS y los MOVIMIENTOS reflejan aquí el flujo de esas POSESIONES. Tal como resaltáramos para el concepto de TIEMPO, se manifiesta aquí una "dualidad metafórica" que pivota sobre las nociones básicas de OBJETO y LUGAR.

El universo mesofísico en el que hemos devenido sujetos de conocimiento, sería accesible a nosotros a través de un complejo metafórico articulado y sostenido diacrónicamente. Con cierto margen de flexibilidad cultural e individual, pero fuertemente comprometido con las posibilidades y restricciones que nuestra corporeidad encuentra en la negociación con el mundo natural, aquél sustrato de metáforas convencionales opera como plataforma también para la conceptualización científica. Algunas de las metáforas mediante las que nos hemos apropiado sistemáticamente de la realidad óptica trascendente del universo, han ganado coherencia y conforman, generación tras generación, la empresa magmática que denominamos "Ciencia". El producto de ésta es así, en concordancia con la visión de numerosos enfoques constructivistas (Ogborn 1997), antes que el descubrimiento de una realidad objetiva expectante e impávida ante nuestra mirada, la construcción de un cuerpo metafórico finamente delimitado y acompasado mediante el cual damos sentido e interactuamos con el mundo.

Podemos destacar luego de estas consideraciones, que la metáfora aflora como un vehículo a través del cual salimos del acotado universo que ha cristalizado sobre nuestras percepciones, posibilidades motoras y afecciones primarias. Ese es, al menos, el punto de partida de las expediciones preliminares, ya que también se configuran metáforas de orden superior o "metáforas de metáforas". Nos aventuramos en una cacería potencialmente ilimitada de la que retornamos con un botín en apariencia exótico, pero que no es más que el mundo cincelado a nuestra imagen y semejanza.

Universos a ambos lados de los visillos

Ahora bien, ya sea que el mundo que trasciende al sujeto esté o no parcelizado de alguna manera, es evidente que la refracción cognitiva de ese mundo constituye un proceso que tiene lugar con la participación del sujeto de manera no consciente en términos generales. En este sentido, la Semántica Cognitiva adopta una postura ecléctica respecto de enfoques subjetivistas y objetivistas. Las ponencias más radicales que emergen de esas corrientes asignan a lo real el estatus de llana construcción del sujeto en el primer caso, o adjudican a éste último el rol de espejo pasivo de una realidad acabada y estructurada en el otro. El Experiencialismo -trasfondo filosófico sobre el que se desarrolla la propuesta de Lakoff y Johnson- se erige sobre la aceptación de la existencia de una realidad "allí afuera", pero sostiene que ella no es accesible a aquél sino a través de su experiencia. Esa experiencia es "interaccional" lo que implica al cuerpo con su morfología y sus posibilidades motoras, a las capacidades perceptivas de ese cuerpo, a la cultura y a las posibilidades imaginativas de los seres humanos. El "en sí" del mundo, la "mirada desde el ojo de Dios" (Lakoff 1991) nos está vedada. El Experiencialismo es por la aceptación mencionada, tal como el Empirismo por ejemplo, una forma más de Realismo.

La gnoseología experiencialista es por tanto evolutiva, situada y si bien reserva un amplio ámbito de exclusión puramente humano, no niega un núcleo interespecífico básico dado que compartimos algunas características morfológico-funcionales y motoras con otros exponentes del reino animal. La Lógica reconoce como patria, obviamente, al espacio de construcción cognitiva que nos distingue. Ello pone sobre la palestra la existencia potencial de otras lógicas o al menos de matices en la que conocemos, consecuencia de contrastes culturales o de la particular conformación corporal de eventuales seres inteligentes diferentes a nosotros por ejemplo. Esto subvierte el carácter monolítico que entroniza a la Lógica como condición de posibilidad y validez del pensamiento.

En esas condiciones ¿cómo se configuran los dominios cognitivos que se emplazan como FUENTE y META de las metáforas? Cuanto diferenciamos de la realidad constituye a las "Categorías", la grilla que oficia de sostén primario de nuestro mundo epistémico. Se afirma desde la Lingüística Cognitiva que ellas no son universales ni cerradas y que tienen

límites difusos. Por ejemplo, integrantes de comunidades que habitan zonas selváticas disponen de multitud de categorías en las que sitúan especies vegetales decisivas para su supervivencia. Sujetos que desarrollan su vida en ciudades usarían dos o tres categorías más generales en las que "a ojo de buen cubero" incluirían cuanto vieran durante una visita a aquellos parajes silvestres. Estos últimos en cambio -usted quizá y nosotros entre ellos- reconocen y nombran unas cuantas marcas y modelos de teléfonos celulares y automóviles cuyas diferencias resultarían imperceptibles a miembros de otras culturas. Muchos somos además, los que hemos oído hablar de las numerosas categorías nivales que reconocen los esquimales con sus respectivos matices de "blanco". Quizá usted también se haya sorprendido al leer en las etiquetas de los vinos las rebuscadas frases con que los enólogos intentan infructuosamente comunicarnos las distintas texturas y sabores que lograron distinguir y que por supuesto, cuando tienen nombre, al resto de los mortales no nos sirven de mucho.

La volubilidad de las categorías no es un fenómeno intercultural solamente. Según muestra Lakoff en "Women, Fire and Dangerous Things" (Lakoff 1991), ciertas entidades pueden entrar y salir de las categorías en uso obedeciendo a condiciones de contexto o a intenciones circunstanciales.

Existe un estrato categorial que se ha dado en llamar Nivel Básico de Categorización que surge de las investigaciones de las que se nutre este enfoque semántico de la cognición como la primera en ser aprendida durante la infancia. Sus nombres son generalmente cortos y es el nivel de mayor inclusividad en el que aún podemos formar una imagen mental de un prototipo de esa categoría. Todos podemos invocar una imagen representativa de la categoría MESA, pero no podemos encontrar una única que prefigure a MUEBLE. Lo mismo ocurre con CABALLO y MAMÍFERO. Nuestras interacciones comunicativas y nuestros razonamientos espontáneos tienen lugar en términos de Categorías de Nivel Básico. Este nivel es sindicado como uno de los constituyentes de un estrato "preconceptual", conformado cognitivamente de manera espontánea y temprana en nuestra psicogénesis.

He aquí una de las primeras pistas que queremos señalar acerca de las dificultades en el aprendizaje de las Ciencias. Las categorías científicas que agenciamos durante nuestra práctica como profesores de Física son en general, bien más específicas, bien más inclusivas que las espontáneas cuando presentan solapamiento. Ocasionalmente se designa con el mismo nombre a categorías que pretenden abarcar sectores de la realidad con parcial o nula coincidencia ontológica o fenomenológica. La esquiva noción de energía ilustra claramente esa asincronía. El nivel de inclusividad de las categorías que gestionamos demanda, por otra parte, operaciones cognitivas de diferente trama. Las más específicas implican en general vinculaciones focales, direccionales y con escasos grados de libertad. Las relaciones entre categorías generales demandan por su parte operaciones formales que implican reversibilidad y en suma gestionar lo posible suspendiendo lo actual.

Las semánticas de corte objetivista postulan la existencia de primitivos semánticos no descomponibles a los que denominan por ello "atómicos". De la agregación de estos últimos resultan los significados complejos. Algunos conceptos nos pueden ayudar a mostrar con claridad la estructura de las categorías en general y de las de Nivel Básico en particular desde la perspectiva de la Semántica Cognitiva. Estas últimas conforman, para el cuerpo teórico mencionado un estadio preconceptual de sostén debido a su estabilidad, versatilidad y disponibilidad.

En el párrafo anterior aludimos a un estrato estructurante más profundo que dejaremos traslucir del concepto HOMBRE. La imagen mental del prototipo de hombre que podemos forjar tiene implícita la idea de verticalidad -una orientación ARRIBA-ABAJO-, una configuración de "totalidad con partes" y una diferenciación entre un interior y un exterior de su cuerpo. Este tipo de intuiciones primarias se conformarían a partir de la negociación temprana

de los individuos con su entorno. Se las describe como el resultado de inscripciones perceptivas, atravesadas por nuestras capacidades motoras y enmarcadas en nuestra posibilidad de construir imágenes mentales (Johnson 1987). Estos elementos se articularían en un "todo" con mayor estabilidad cognitiva que la suma de sus partes. Dada la manifiesta ascendencia conceptual que presenta la composición de estos primitivos respecto de las formaciones perceptivas estudiadas por la Psicología de la Forma desarrollada desde 1910 por Wertheimer, Köhler y Koffka, son descriptos como "gestalts interaccionales". Reciben el nombre de Esquemas de Imágenes o Image Schemata. Los trabajos de Johnson originalmente y otros posteriores como los de Santibáñez caracterizan y en algunos casos jerarquizan parcialmente (Santibáñez 2002) a un puñado de estos primitivos. Esquemas como el más general de OBJETO -condición de posibilidad de los demás-, el de FRAGMENTACIÓN, el PARTE-TODO que sostiene la identidad y vincula a los resultados de la fragmentación de un objeto, varios esquemas de FUERZA, el denominado FUENTE-CAMINO-META asociado con movimientos y trayectorias, el de VERTICALIDAD que contiene las intuiciones sobre el "arriba" y el "abajo", el de CONEXIÓN y otros. En el cuadro de situación que queda delineado las Categorías de Nivel Básico pueden con tino ser denominadas "primitivos moleculares" dado que están estructuradas por Image Schemata, los que también, como ya mencionamos, poseen una composición y de ella aflora una sinergia semántica.

No queremos dejar de resaltar la inocultable raíz piagetiana y por ende kantiana de estos Esquemas de Imágenes. De todos modos a partir de los resultados de trabajos experimentales relativamente recientes realizados con bebés (Casati 1991) surgen elementos argumentales suficientes para postular que esas intuiciones sobre el "funcionamiento del mundo" son parcialmente innatas. A este respecto podemos agregar "...los bebés parecen hacer inferencias sobre los movimientos ocultos de los objetos materiales, inanimados, de acuerdo con tres principios: cohesión (los objetos se mueven siguiendo trayectorias conectadas, ligadas entre sí), continuidad (los objetos se mueven siguiendo trayectorias conectadas, sin obstrucciones) y contacto (los objetos afectan el movimiento de otros objetos si y sólo si se tocan)" (Spelke 1994 en Pozo 2003 p.91). Esto, claramente, se opone en forma parcial a la tesis piagetiana que localiza la articulación de sus esquema sensoriomotores en la relación dialéctica del sujeto epistémico con el mundo enteramente durante la psicogénesis.

Probablemente no haya pasado inadvertido al lector que en estas formaciones básicas de sentido anida el mundo fenomenológico al que tenemos acceso inmediato, tal como es refractado por nuestro cuerpo. Creemos que una verdadera *protofísica* opera en y desde la misma base semántica de nuestro pensamiento emergiendo en nuestros actos comunicativos, el lenguaje fundamentalmente. Poco tiempo después de haber sido "lanzados al mundo" somos ya depositarios de un manojito de improntas portadoras del modo en que se comporta la realidad y muchas de ellas -las que no son redescritas- persisten durante toda la vida. Invitamos a quien ha sido ya suficientemente paciente acompañándonos hasta este punto a que detecte algunos Esquemas de Imágenes que han sido contrariados durante la representación del mago cuyo relato abre este artículo. Lo que nos sorprende de un truco de magia es la aparente transgresión a esa legalidad básica del acaecer que se enhebra en los Image Schemata. Ellos sirven de sostén de nuestro sistema cognitivo y son moneda de intercambio de sentido en los mapeos metafóricos. Emergen por ello al sentido común como criterio último de verdad o "patrón espontáneo de realidad" de los sucesos. Hemos urdido en nuestra mente un universo a nuestra imagen y semejanza, y el telar aún sigue en marcha.

Filorrecurrencia y abracadafobia

Nuestro cuerpo, como un caleidoscopio, sólo nos habilita para encontrar un mundo en una clave geométrica y cromática. Los conceptos científicos que construimos para entender y explicar la naturaleza están en última instancia apoyados en la protofísica que se

prodiga desde los Esquemas de Imágenes. Cuando pensamos en "*El sistema está en ebullición*" la lógica básica del esquema de CONTENEDOR se proyecta sobre un estado, el de ebullición. De esa manera hay un "exterior" y un "interior" de ese estado y una vez que se está "en" ese "lugar" podemos movernos dentro de él, es decir aunque aumente la temperatura del líquido él estará "en" ebullición. La total vaporización del líquido o la disminución de la temperatura más allá de un valor crítico provocan la "transgresión de los límites del contenedor" y el sistema "abandona" o "queda fuera" de la ebullición.

Toda vez que agenciamos una frase como "*El sistema está en ebullición*", ya sea que únicamente razonemos en virtud de ella o además la usemos para comunicarnos, la consideramos enmarcada por la metáfora LOS ESTADOS SON UBICACIONES. Ella se encadena con LAS UBICACIONES SON CONTENEDORES, que está anclada en la experiencia primaria de nuestro cuerpo ocupando lugar. El espacio "nos contiene". De manera que la protofísica del espacio y de los contenedores se afina en esa conceptualización de la ebullición. Contingentemente, esta noción que toma la ciencia es compatible con la que empleamos en nuestra manera natural de pensar el modo en que un líquido -prototípicamente el agua- hierve.

Conjeturamos por ello que cualquier constructo científico que instara a un desapego -aún parcial- a la "semántica de las entidades y eventos" que hemos vertebrado espontáneamente, impactará en última instancia contra nuestro criterio de verdad. Tales elaboraciones no hallarán un lugar estable en nuestra representación del mundo. La Historia de la Ciencia deja ver muchos de esos graduales distanciamientos de las nociones del sentido común. El caso paradigmático es el de la costosa redescrípción diacrónica de la asociación CALOR-FLUIDO. La topología cognitiva básica que anida en la idea del "Calórico" está aún presente en las ideas previas y oficia de lastre durante el aprendizaje del concepto científico de "Calor" y del más general de "Energía".

Así, gestionando por ejemplo la virtualmente inasible noción de energía durante nuestras clases de Física, generamos la misma desconfianza que inspira aún a la candidez de los niños, un truco de magia. Podríamos, poniéndonos en actitud de exegetas algo pomposos, traducir la sensación de nuestros alumnos de la siguiente manera: "Algo debe haber detrás de eso; lo real es lo que yo vivo y sé desde siempre"; "¿Qué es eso que no es un objeto, no ocupa lugar y sin embargo circula, produce efectos detectables y se conserva?"; "Está en todas partes -porque esos efectos son la 'fibra' del acaecer- y sin embargo **no se muestra, no está**. Es casi una divinidad". Algún lingüista cognitivo podría interpelarnos "¿De cuántos Esquemas de Imágenes pretenden que sus alumnos renieguen para aprender Física?!". *Horroris vacui experientialis* de este tipo (si se nos consiente la impertinencia expresiva de una latinización casi a tientas) constituyen fuertes dificultades en el aprendizaje de las Ciencias.

En el caso de la Categoría ENERGÍA, existe entre nuestras ideas previas una homónima aunque, como viéramos, sólo coincidente con la científica de manera parcial. Emergentes de la categoría espontánea de energía como "predisposición para hacer algo" o "fuerza para realizar una tarea" no pertenecen a la categoría formal de Energía y viceversa. El proverbial carácter informativo de lo manifiesto impone a las energías potenciales una cierta transparencia al sentido común. Otro aspecto de enorme peso para el aprendizaje de los conceptos formales radica en la referencia de éstos a conjuntos de entidades y fenómenos sin correlato experiencial para los aprendices. La categoría de CAMPO, que integrada a un cuerpo teórico más amplio llamamos "Concepto de Campo" es uno de esos ejemplos. La noción de Difracción de la Luz demanda también la integración de un conjunto de fenómenos novedosos para los alumnos, bajo una nueva categoría. Esta categoría formal tiene límites fijos, un evento "es" o "no es" una de las emergencias de la Difracción.

Las categorías con las que habitualmente razonamos con frecuencia presentan límites difusos, dicen Lakoff y Johnson. Aclaran que si nos piden cuatro sillas para ubicar a personas en un grupo de discusión y aparecemos con una mecedora, un almohadón, una reposera y una banqueta, ellas satisfarán a los presentes. Si el requerimiento se hace con el objeto de preparar el ambiente para una cena formal los objetos que trajimos no serán considerados sillas. Muestran de ese modo el fuerte peso de lo intencional en la aceptación de entidades como integrantes de una categoría. Esa prerrogativa de versatilidad no nos es dada en el ámbito de la conceptualización científica. El costo cognitivo de manipular categorías clausuradas para vincularlas metafóricamente con las restricciones que esto lleva de suyo explica, por contraste, también la persistencia de las Categorías de Nivel Básico cuando deben ser reemplazadas por otras con menos grados de libertad. Éstas pueden a su vez ser más o menos inclusivas que aquellas, es decir supraordinadas o subordinadas a, cuando hay una "genealogía" que las vincule.

En algunas ocasiones los insumos cognitivos necesarios para conformar una categoría e instalarla en la "red" como concepto científico sólo se reúnen en cierto estadio de la psicogénesis. La noción de LUZ nos ilustra en ese sentido. Según Driver, los jóvenes consiguen agenciar los elementos que son requeridos para una conceptualización de los fenómenos luminosos compatible con la que propone la Física alrededor de los catorce años (Driver 1996). Esto, proyectado sobre nuestra plataforma teórica implica, entre otras cosas, la operación con la metáfora LA LUZ ES UNA ENTIDAD QUE VIAJA para predecir y explicar eventos. Ello impone ciertos requisitos a la cognición. Piaget da cuenta en sus trabajos sobre la explicación que los niños dan de "las sombras" del compromiso corporal que aquella implica (Piaget 1934). El mismo podría ponerse dentro de los contornos de la Epistemología Genética en términos de un marcado "descenramiento del sujeto epistémico". El niño debe imaginariamente "salir de sí" para rodear el objeto y determinar desde qué perspectivas la luz es visible.

En términos de dinámica imagen-esquemática diríamos que el esquema de OBJETO debe sobreimprimirse a la muy particular entidad LUZ. Una muy peculiar por cierto: para que ella resulte "funcional al modelo" deben suspenderse algunas marcas inherentes a los objetos como el peso y el volumen. Una parte sustancial de la lógica básica de los objetos imbuje a la LUZ de las propiedades de "desplazarse", de "dividirse" para volver a "reunir" sus fragmentos en la reconstrucción de una imagen, "rebotar" al reflejarse, etc. El constructo "Rayo de Luz" necesita así del esquema de FRAGMENTACIÓN y del de FUENTE-CAMINO-META. La formación de imágenes es por su parte semánticamente dependiente de la subyacencia del esquema de CONEXIÓN para otorgar vocación cohesiva a aquellos fragmentos y reconocer así el vínculo entre fuente e imagen.

Driver determinó que aún cuando lleguen a reconocerla como entidad en movimiento, los niños hasta los últimos tramos de la franja etárea citada raramente dan cuenta en sus explicaciones del tiempo que a la luz le demanda llegar de un punto a otro. La conceptualización del tiempo de propagación de la luz -proponemos además- demanda la activación de la metáfora TIEMPO ES MOVIMIENTO. En su versión EL TIEMPO ES EL PASO DEL SUJETO POR LUGARES, deberá establecerse un compromiso corporal como el que describiera Piaget. Es el sujeto identificado con el OBJETO-LUZ el que en la construcción cognitiva de su movimiento sobre el CAMINO desde la FUENTE hasta la META -es decir, en la delineación representacional del Rayo de Luz- podrá redescríbir la idea ingenua de la propagación instantánea de aquella. Sostenemos que la relativa complejidad semántica que es menester agenciar para enhebrar en nuestro sistema de metáforas convencionales los modelos físicos como el Corpuscular de la Luz y los insumos primarios de la Óptica Geométrica, explican la estabilidad de la física espontánea de la luz y por ende en buena medida las dificultades de aprendizaje que evidencian nuestros alumnos.

Cierto es que el derrotero histórico de la Ciencia exhibe un sostenido esfuerzo -utilizando palabras de Pozo- por saltar fuera de nuestra sombra. Esto equivale a nuestro juicio, a mediatizar sus constructos respecto del anclaje experiencial coagulado en los Image Schemata. El inicio de esa travesía -que resultará ser indefectiblemente de cabotaje- se realiza a saltos sobre la rayuela que dibujjan las metáforas. Siempre, claro, dentro del corset de nuestra humanidad, que es también decir el de nuestro cuerpo. Así es que estamos ahora en condiciones de atender a la inquisición del lingüista cognitivo que imagináramos increpándonos líneas más arriba. Lo haríamos desde ésta, la que pretendemos una nueva atalaya erigida en territorios de la Enseñanza de las Ciencias con materiales de las propias canteras del inquisidor: "No necesitamos que nuestros alumnos renieguen de Esquemas de Imágenes para aprender Física. Necesitamos que los concatenen de diferente modo construyendo nuevas categorías y que eventualmente los desarticulen en parte poniendo condicionalmente algunos de sus dictados en suspenso. Que se animen a contrariar las secuencias y combinaciones que por recurrentes han dejado improntas que filtran lo real entronándose luego como criterios de verdad. Queremos promover en ellos nuevas metáforas que incorporen a la red convencional a las nuevas categorías para que devengan conceptos y que estos adquieran la complementariedad necesaria para configurar modelos coherentes."

Aquella vocación centrífuga de nuestro conocimiento también emerge claramente al observar la evolución del concepto de fuerza. Desde la noción aristotélica fuertemente antropocéntrica, alcanzó su dilución en los conceptos de masa y aceleración en la mecánica newtoniana, hasta que fue objeto de total prescindencia por parte de la Teoría General de la Relatividad. En esta matriz conceptual la geometría del tetradimensional espacio-tiempo se hace depositaria del contenido causal que otrora perteneciera a aquella.

Durante nuestro desarrollo como sujetos de conocimiento -mientras se conforman unidades semánticas solidarias que pasan a constituir las ideas espontáneas sobre el acaecer a la escala de nuestra experiencia- las nociones de vida, fuerza, causa y movimiento operan con escasa o nula diferenciación. Piaget afirma en este sentido "El dinamismo infantil es un pansiquismo y un hilozoísmo" (Piaget 1934). De este modo el camino hacia la construcción del concepto científico de fuerza comienza con la sobreposición parcial en las explicaciones infantiles de "lo vivo e intencionado" y "lo inanimado", entre "causa" y "motivación de una acción", entre "esfuerzo" e "impedimento al movimiento". Para el fundador de la Epistemología Genética la noción de fuerza "Deriva de un sentimiento de esfuerzo primitivamente situado en las cosas que gradualmente se relocaliza en el sujeto devenido en ESQUEMAS paralelamente con la disociación entre el Yo y el mundo exterior" (Piaget 1934). La Semántica Cognitiva convergentemente reconoce varios tipos de Image Schemata de FUERZA como los de COMPULSIÓN, ATRACCIÓN y BLOQUEO.

Si desagregamos cuidadosamente algunas frases veremos persistentemente abroquelados numerosos Esquemas de Imágenes que aparecen con una destacable complementariedad semántica mutua. Tal es el caso de "Sus ideales lograron enderezar su destino". Pueden vislumbrarse allí objetos, causas, fuerzas, caminos y ubicaciones imbricados íntimamente de modo implícito. En virtud de ello postulamos un espontáneo mutualismo entre los esquemas de OBJETO, FUERZA y FUENTE-CAMINO-META grabado a fuego merced a su recurrencia experiencial. Esto permite explicar que al perder alguno de ellos actualidad, otros se desactiven.

En el caso del tiro vertical de un cuerpo postulamos en concordancia con lo que señalara Piaget al describir las *adherencias subjetivas* infantiles, que se activan las proyecciones de ciertas marcas experienciales del sujeto sobre un OBJETO-FUERZA. Por esa razón la idea previa que adjudica una fuerza menguante (Driver 1996) actuando sobre el cuerpo durante el ascenso puede interpretarse como el "desgaste" -potencialidad exclusiva de los objetos- de una fuerza reificada. Esto es claro, solidario con el emergente empírico de una velocidad decreciente. En el anclaje somático de este cuadro tenemos la experiencia

in-corporada de que para movernos más rápido debemos realizar un esfuerzo mayor, a lo que corresponde la situación recíproca dentro de la lógica básica de esta protofísica.

Por otra parte, mientras esté en consecución un CAMINO, se adjudicará una FUERZA en virtud de la mutua implicación entre estos esquemas que postuláramos anteriormente (excepción hecha de las situaciones de BLOQUEO). En el punto más alto de la trayectoria, en el que el sentido común reconoce que finalizó el ascenso y aún no comenzó el descenso, la desactivación del esquema de CAMINO desvanece al de FUERZA en virtud del mencionado mutualismo. Este juego de sentidos es en todo consonante con los resultados de numerosas investigaciones sobre la física ingenua del movimiento. En ellas -agregamos a los aspectos ya citados en este párrafo- mayoritariamente tampoco se asocian fuerzas a los cuerpos en el cenit de su carrera ascendente luego de ser arrojados.

El lenguaje puede así operar como ventana por la que se asoman los genes protofísicos sobre los que se construyen las identidades de los tejidos semánticos articulados y vertebrados por los individuos y las culturas. De modo tal que el análisis de las metáforas subyacentes a los discursos de nuestros alumnos acerca de los fenómenos naturales es un eficaz instrumento de detección de claves acerca de la topología conceptual que expresan y pueden poner de relieve obstáculos cognitivos. La entrada en escena de los Image Schemata desplazando a la representación lisa y llana del rol de mínima unidad de análisis pone de relieve tensiones semánticas no visibles desde otras perspectivas. Esas tensiones se manifiestan aún en aspectos gramaticales del discurso.

A modo de ejemplo diremos retomando la noción de LUZ, que una descripción de la iluminación de un cuerpo en términos semejantes a "*La luz salpica al objeto*" deja entrever una base imagen-esquemática portadora de la matriz relacional básica del niño con el agua, que es el líquido prototípico. La luz hereda entonces en la singularidad de ese hablante, las derivaciones inferenciales propias de aquella. Una luz con esas características se muestra con autonomía respecto de la fuente y con un perfil de fragmentación que hacen viable la conceptualización de la reflexión difusa. Pero por otro lado, el ascendente semántico de los líquidos le confiere una nítida sujeción gravitatoria y la desagregación caótica de aquellos. Esto es, una topología no compatible con la formación de imágenes reflexivas y refractivas que demanda un cierto grado de suspensión de sentidos.

Creemos por lo expuesto que la detección de las metáforas subyacentes a los predicados de los alumnos y su explicitación mediante actividades *ad hoc*, seguidas de un tratamiento similar a aquellas que propone la Física, permite contraponerlas y constituye un modo idóneo de intervención didáctica complementaria a ser intercalado en distintas instancias del abordaje del tema. El enfoque crítico de las representaciones implícitas propias abre el camino a la redescrípción de las mismas para insertar el producido de esa elaboración en un complejo metafórico más amplio y coherente.

La redescrípción de las representaciones sobre el funcionamiento del mundo puede comenzarse con la gradual disección del cuerpo metafórico que sostiene a la física ingenua y con la inspección paralela de los modelos que la Ciencia ha construido para explicar ese mismo sector del acaecer. Se trata entonces de tomar a las representaciones propias como objeto de representación. Ingresar a la mismísima trama imagen-esquemática de esas ideas espontáneas deja a nuestros alumnos en situación de echar a rodar una alquimia semántica enfocada a urdir nuevas metáforas de mayor espectro explicativo y mutua coherencia.

La empresa de Enseñar eficazmente Física es ardua y demanda mucho más que el tiempo que se emplea en recitar un conjuro, pero vale la pena continuar la búsqueda de modos alternativos de abordaje y tratamiento de los temas. No hay trabajos serios que avalen la efectividad de las cábalas. De todos modos, dado que ningún efecto nocivo puede acarrear, antes de remontar la digna tarea declamemos... ¡Wingardium Leviosa...!

Referencias Bibliográficas

- Baldi, R. (2007) Metáforas, Trazas entre Mundos Vividos y Mundos Concebidos. Una Búsqueda de Estructuras Semánticas en la Física Ingenua. Tesis de la Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias. Especialidad en Ciencias Físicas. Universidad Nacional de General San Martín.
- Casati, R. (2001) El Descubrimiento de la Sombra. Barcelona. Editorial Debate.
- Driver *et altri*. (1996) Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia. Madrid. Ediciones Morata y Centro de Publicaciones del MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA.
- Johnson, M. (1987) The Body in the Mind. The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason. Chicago: Chicago University Press.
- Lakoff, G. (1991) Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind. Chicago U.S.A. The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. (1992) Contemporary Theory of Metaphor. http://www.ac.wvu.edu/~market/semiotic/kof_met.html
- Lakoff, G. y M. Johnson (1998) Metáforas de la Vida Cotidiana. Madrid. Ed. Cátedra. Colección Teorema.
- Ogborn, J. (1997) Constructivist Metaphors of Learning Science. Science & Education 6 pp. 121-133.
- Parente, D. (2000) La Metáfora como Instrumento Cognitivo. Una Crítica de la Concepción Experiencialista. Tesis para la *Licenciatura en Filosofía*. Carrera de Filosofía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Piaget, J. (1934) La Causalidad Física en el Niño. Madrid. Editorial Espasa Calpe.
- Pozo Municio, J. (2003) Adquisición de Conocimiento. Cuando la Carne se hace Verbo. Madrid. Ediciones Morata.
- Santibáñez, F. (2002) The Object Image Schema and other Dependent Schemas. Universidad de La Rioja (España). Revista "Atlantis" Vol. XXIV Núm. 2 pp. 183-201 Diciembre http://www.atlantisjournal.org/24_2/santiba.pdf (16/02/2004).

ADULTOS MAYORES Y EDUCACIÓN INTERGENERACIONAL
