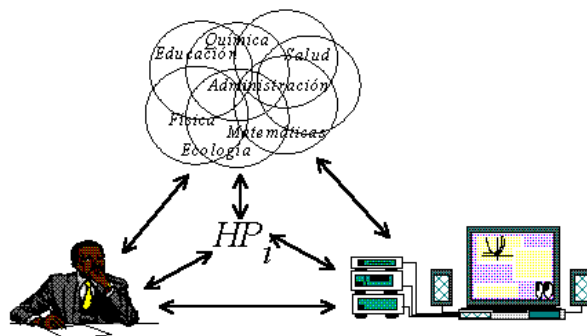

Algunas Conjeturas

*sobre la noción de Problema, Lingüística
y Educación Matemática, y perspectivas
del uso de Tecnología*

Víctor M. Hernández L.

Chief Executive Officer (CEO)

2ª edición · Invierno de 2020
(escrito originalmente en el invierno de 1996)



Algunas Conjeturas sobre la noción de Problema, Lingüística y Educación Matemática, y perspectivas del uso de Tecnología

2ª edición. Invierno de 2020. Tiraje: 100 ejemplares.

Autor

Víctor M. Hernández L. — CEO, Linkoss

© Linkoss S. de R.L. de C.V.

Quinta Mayor 191, Col. Las Quintas

83240 Hermosillo, Sonora, México

<https://linkoss.com> · headquarters@linkoss.com · Tel. +52 (662) 848 8126

Registro digital

Edición digital. Depósito en Zenodo, 2026.

DOI: [10.5281/zenodo.21433956](https://doi.org/10.5281/zenodo.21433956) · Zenodo

Índice

Prefacio	3
1. A modo de Introducción	4
2. La noción de “Problema” y su Ámbito de Generación	4
3. Las disciplinas, la lengua materna y las matemáticas	8
4. Competencia lingüística y solución de problemas	15
5. Oralidad y escritura	19
6. La Representación y la Evolución Cognitiva	21
7. Matemática Postmoderna	23
8. Reflejos culturales y exigencias	25

Prefacio

La escritura de este ensayo representa la oportunidad de construir y presentar a un equipo de trabajo una idea coherente y un desglose, de manera que se constituyan en un fundamento y un útil para el hacer.

Por otro lado, en adición a que este trabajo puede ser un instrumento para compartir lineamientos o una estructura relacionada con un quehacer concreto, me resulta también un instrumento que permite entrar en un ciclo de mejora continua, pues sin instrumentos para juzgar no hay objeto que mejorar.

Es también una invaluable oportunidad para perfilar con bastante precisión y extensión el tipo de proyectos que constituyen el giro de Linkoss:

“Linkoss: Do it local, link it global” es un corporativo que contribuye al éxito de sus clientes mediante la integración y el desarrollo de soluciones a problemas tecnológicos —de administración local y/o remota— del interés de profesionales, PyMEs, organizaciones e instituciones públicas o privadas, basadas en el uso, la ingeniería y el diseño de: (1) plataformas de cómputo y/o software de operación local y/o distribuida; (2) tecnologías de vanguardia (cómputo en la nube, IoT, Big Data, minería de datos, IA, contenedores, etc.); (3) acompañamiento para la implantación.

Conocidas las motivaciones de este ensayo, solo nos queda invitar al lector a expresar sus observaciones y valoraciones al respecto —siempre bienvenidas y en vías de contribuir, como antes hemos indicado, al ciclo de mejora continua de nuestro pensar, hacer, medir y decidir—.

Saludos cordiales,

Víctor M. Hernández L.

C.E.O. @ Linkoss

“Any attempt to test the truth of what is known must itself be an act of knowing and hence subjective. Any knowledge of ‘objective’ therefore is impossible. Constructivism cuts the Gordian knot by separating epistemology from ontology and arguing that the theory of knowledge should deal with the fit of knowledge to experience, not the match between knowledge and reality. The only reality we can know is the reality of our experience.”

—Jeremy Kilpatrick, 1987

1. A modo de Introducción

Comparto en este apartado una serie de reflexiones sobre temas diversos y espero que el escrito esté suficientemente bien expuesto para exhibir inteligiblemente sus interconexiones.

No pretendo enunciar verdades para nadie; lo aquí escrito constituye solo el (mi) sistema temporal de creencias, desde el que intento apoyar un trabajo.

De antemano, reconozco el peligro de usurpar terrenos que oficialmente pertenecen a lingüistas, epistemólogos, computólogos, matemáticos, filósofos, etc. Sin embargo, con cierta frecuencia ocurre que al incursionar en campos en donde no se es “especialista” resulta enriquecedor y fecundo, precisamente porque la falta de prejuicios o deformaciones profesionales permite dar sustento a otros puntos de vista.

Valga lo anterior para justificarme, sobre todo porque voy a recurrir a la experiencia de cada cual en el sentido del epígrafe.

2. La noción de “Problema” y su Ámbito de Generación

Desde hace algún tiempo admiro la forma en la que los humanos usamos nuestra lengua materna y, en particular, estoy interesado en la utilidad que la observación detenida de este uso podría reportar para los asuntos de educación en general y, en particular, para la educación matemática.

Uno de los aspectos que más me ha impresionado en este “admirar” es el haberme percatado de que, al parecer, cada quien posee un *Universo Semántico* o de significaciones particular, como producto, por un lado exógeno —esto es, del trabajo de interacción perceptual del individuo sobre su entorno— y, por otro, endógeno —como producto de las articulaciones conceptuales desarrolladas por él—. Algunas características del Universo Semántico al que hago referencia son:

- es, desde luego, personal e intransferible, como lo es el acto de “darse cuenta”;
- en él están contenidos los correlatos cósmico-individuales que le permiten e impelen a relacionarse con su entorno cercano (íntimo), su entorno mediato y aun el lejano;
- es dinámico en cuanto histórico y/o diacrónico, y estático en cuanto social y/o sincrónico;
- se formaliza (síglica y/o conceptualmente) solo en tanto se hacen patentes las exigencias de comunicación con otros individuos o consigo mismo, y la necesidad de acercamiento a una precisión descriptiva y argumentativa consensual; hacerlo antes o en otro contexto se traduce en una pérdida de significatividad cognitiva —esto es: se puede salir del paso, pero no se aprende—.

Por otro lado, hay en este Universo Semántico elementos y categorías que acaso jamás sean formalizados, no obstante jugar un papel en la interpretación; es decir, en él están contenidos tanto los elementos racionales como los no racionales —esto es, razón e intuición—, constituyentes en todo caso complementarios para la conjunción denominada Hombre, los que eventualmente potencian la construcción de la dirección y el sentido de sus representaciones y su significación.

Desde esta perspectiva, el cosmos es solo una interpretación posible —más o menos co-subjetiva y más o menos arbitraria, personal e incommunicable en su totalidad, aunque no por ello menos influyente en cuanto elemento o categoría no significada—.

Es en este Universo Semántico donde se da la creación síglica y conceptual; es también el ámbito en el que ocurre el evento —yo diría maravilloso— del *nombrar*, como satisfactor a la

necesidad sincrónica (social) de comunicar, de manera más o menos precisa, la diferenciación advertida y en proceso de negociación interpersonal sobre algún aspecto del entorno.

Es también en este Universo donde el hombre, a través de su praxis, rompe la cosificación lograda por los nombres, de tal manera que, como producto de estas rupturas, hacen emergencia extensiones conceptuales y/o reconceptualizaciones de lo nombrado.

Es desde este Universo Semántico que el individuo decide comprometer o no el ejercicio de sus potencias físicas y/o intelectuales para el desarrollo o la coordinación de alguna actividad.

En mi opinión, la fuerza, el ímpetu, la convicción interna o el nivel de compromiso con el que un individuo empeña sus potencias en alguna acción (concreta o conceptual) está en correlato propedéutico —no único— con la “distancia” a la que ese individuo percibe el objeto (físico o conceptual) de su acción. El patrón de comparación que permite al individuo la valoración subjetiva (en ocasiones co-subjetiva) de esta distancia epistémica está constituido de manera natural por su propio Universo Semántico.



El Universo Semántico como patrón de comparación de la distancia epistémica.

Desde esta óptica, propongo que un Individuo I descartará muy frecuentemente como objetos de compromiso de acción física y/o epistémica tanto al Objeto 1 como al Objeto 2: al primero, por considerarlo demasiado cercano o propio a su universo de significaciones (desdeñándolo); y al segundo, como demasiado lejano o ajeno al mismo (abandonándolo).



El Individuo I y los Objetos 1 y 2: demasiado cercano (se desdeña) y demasiado lejano (se abandona).

Sugiero como más probable que un individuo decida comprometer sus potencias físicas o intelectuales en el caso en que la “distancia” a la que percibe los objetos sea tal que ubique al objeto en la “frontera” de su universo semántico. Afirmo, en consecuencia, que la ubicuidad del Objeto 3 lo haría un candidato más probable (que los anteriores dos) a constituirse en un detonador de la potencia epistémica del individuo I que así lo percibe.



Fig 3

El Objeto 3 en la frontera del Universo Semántico: candidato a detonador epistémico.

Son entonces la clase de objetos o situaciones que, ubicadas en la frontera del universo semántico de un individuo I, a las que llamaré *Situaciones Problema*, considerando su ascenso al estadio de *Problema* solo en el caso en que el individuo I decida internamente comprometer su voluntad de acción (física y/o mental) para acercarse a ese objetivo. Es en este sentido que, eventualmente, las Situaciones Problema emergen en problemas y se constituyen así en un *Detonador Epistémico*.

En este contexto, la refutación resulta de ayuda invaluable para crear una tercera clase de objetos: valiéndose de la refutación del sentido que desdeña a los objetos de la clase 1, es posible revitalizarlos en su significatividad, incrementando por esta vía la distancia (¿dificultad?) epistémica al objeto.



Fig 4

La refutación revitaliza los objetos de la clase 1, incrementando su distancia epistémica.

Por otro lado, lo que he llamado “frontera del universo semántico” aparece en los diagramas anteriores como una línea bien definida solo para efectos de simplificación modélica inicial, pues

en realidad creo que ésta es más bien difusa, amorfa y de una caracterización compleja; lo que en todo caso propone las limitaciones y dificultades del modelo.¹



Fig. 5

La frontera del Universo Semántico como región difusa y amorfa.

Una caracterización de esta frontera está consignada en la obra de Vygotsky con el nombre de “zona de desarrollo próximo”:

“... It is the distance between the actual development level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers.”²

En adición a esta conceptualización, conviene comentar que no es suficiente (aunque al parecer sí necesario) que las situaciones percibidas en la frontera del universo semántico sean introspectivamente consideradas como problemas por el individuo que así las percibe: faltaría ver si le da la gana atenderlas. De otra manera, el hecho de que un individuo perciba una situación a la distancia precisa para ser considerada como un detonador epistémico (problema) de sus capacidades no asegura que éste explote en esfuerzos (para resolverlo) comprometiendo su voluntad en ello, pues, como es sabido, a pesar de que el detonador es el que inicia la explosión, ésta no se asegura cuando la pólvora está mojada.

Cerrando la postura, diré que, a pesar de que la ubicuidad de un individuo esté en situaciones que a su propio juicio pudieran ser consideradas como problemas, no se asegura que avance en la dirección de intento de solución. Aún más, los problemas como detonador epistémico están, en todo caso, en la posibilidad causal de comprometer la voluntad humana en la dirección que esa aceptación propone, pero no en determinarla, ni en su concreción pragmática, ni en los resultados de ello.

Por otro lado, el asunto de la motivación del individuo se me antoja demasiado espinoso; sin embargo, parece ineludible hacer algún comentario. Solo diré que tiene lugar en el universo semántico del individuo, no surge necesariamente como producto de una situación problemática propuesta desde el exterior, puede ser positiva o negativa, puede generar acción visible o bien

¹Vale aclarar que el concepto de Universo Semántico y el modelo geométrico de su frontera no son responsabilidad de Vygotsky, aunque la influencia de éste es evidente.

²Vygotsky, L. S. *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Ed. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman. Harvard University Press, 1978, p. 81.

un no-actuar como una forma de acción muy refinada —cuando se es consciente de ello— y, en todo caso, los resultados de la motivación individual no están determinados.

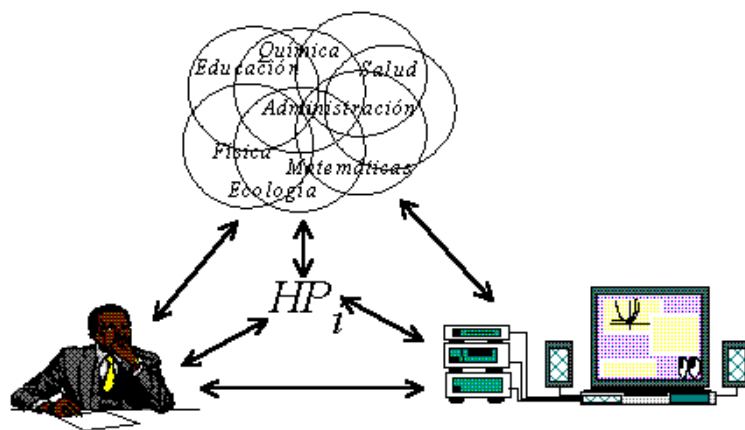
Con todos los problemas de determinación que ofrece la conceptualización expuesta, creo que este acercamiento ofrece notables perspectivas prácticas para la investigación y/o el desarrollo de estrategias en la creación de espacios que propicien el desarrollo epistémico del individuo.

3. Las disciplinas, la lengua materna y las matemáticas

La idea expuesta en este apartado tuvo su inspiración en el seno de un curso de Cálculo Diferencial e Integral dirigido a estudiantes de la Licenciatura en Informática. Al menos en aquella época (hace unos treinta años) y en aquella generación de estudiantes, era sensible que la mayoría de ellos no estaban muy interesados en la matemática; mi problema como profesor era interesarlos, así que tomé como punto de partida una conceptualización general de lo que, desde mi punto de vista, constituye el quehacer cotidiano de un profesional de la informática.

En el estudio de esta disciplina —les decía— habrán de hacerse de varios lenguajes y/o herramientas de programación (Cobol, RPG, C, Lisp, C++, ..., denotadas genéricamente por HP_i). Cada una de estas herramientas tiene definida una sintaxis, en cuanto conjunto de símbolos y reglas para generar combinaciones válidas de ellos, a las que habrá de hacerse una asignación de significados —constituyéndose así una semántica—, todo esto como producto de los modos de uso y/o aplicaciones de las herramientas, constituyéndose así una pragmática.

Por otro lado, como parte de su ejercicio profesional, les habrán de ser propuestas situaciones problema provenientes de las más diversas disciplinas o contextos (educación, administración, física, química, matemáticas, salud, ecología, política, etc.), y su problema será elegir su mejor herramienta de programación para construir un vínculo bidireccional (software-interfaz reversible) entre las condiciones de la situación problema original y la computadora.



El profesional de la informática como constructor de un vínculo bidireccional entre la situación problema y la computadora.

Nótese que la situación problema original, al estar ubicada en algún campo disciplinar o contexto de procedencia, está permeada por la “jerga” lingüística que le es propia. De esta manera, el ejercicio del profesional de la informática tiene mucho que ver con el conocimiento profundo (hasta un nivel funcional competente) de los aspectos pragmático, semántico y sintáctico de un buen número de herramientas de programación, y la habilidad de identificar las que se adecuen al caso particular de una situación problema dada.

Así pues, el problema y la solución, vistos desde aquí, parecen ser el de construirse una gran habilidad para investigar, usar, adaptar y operar con los aspectos pragmático, semántico y sintáctico de las herramientas de programación y de las correspondientes al campo de procedencia del problema.

En este contexto, la matemática pudo ser enfocada significativamente para los mencionados estudiantes al enfatizar que ésta resulta ser el lenguaje natural para expresar las relaciones cuantitativas esenciales de una situación problema; de ahí que ellos podrían y deberían considerar a las matemáticas como un asunto muy cercano a su interés.

La extrapolación de esta primera idea a un contexto más amplio me resultó bastante natural, al conceptuar a los estudiantes de cualquier carrera como individuos que continuamente están en la necesidad de descubrir las formas de uso y/o los modos de aplicación de los contenidos de las cuatro o cinco disciplinas que abordan semestralmente y, en general, al visualizar al humano que aborda la jerga y las formas que su entorno lingüístico le proponen.

Aún más: algunos profesores solemos hacer “saltos” de la jerga de un campo disciplinar a la de otro sin apenas un comentario al respecto, dejando la impresión de poseer cierta maestría mágica en la que los profanos —estudiantes— no están aún iniciados. El tipo de práctica ilustrado deja ocultos los recursos heurísticos de los que nos hemos auxiliado para llegar a esta clase de “magia”. En este —generalmente inconsciente— ocultamiento de recursos está incluida la comisión de éxitos y fracasos en el camino que hemos seguido para depurar una técnica —personal e intransferible— que hoy usamos para “saltar” de un campo pragmático a otro y que hoy exhibimos como significación.



Fig. 6

Los “saltos” entre jergas disciplinares: transferencias o mapeos apoyados en la lengua materna.

La “magia” se desvanece al exhibir (ésta es la parte explicada) que la lengua materna ha servido —en todo caso— como la plataforma inicial y/o natural para la realización de transferencias o mapeos de las funciones lingüísticas (pragmática, semántica y sintaxis) de una jerga disciplinar a la de otra. Al principio, esta transferencia es realizada por imitación; después, con un fuerte apoyo en la lengua materna y buscando los registros locales que las funciones lingüísticas de una jerga disciplinar hacen en la otra (mapeos).

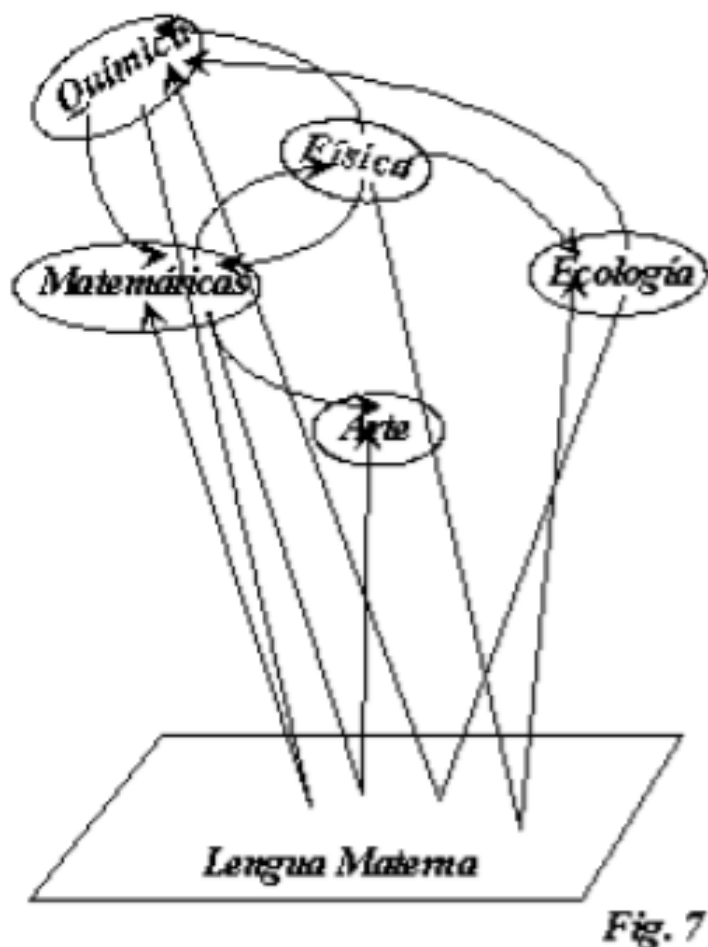


Fig. 7

Transferencias o mapeos de las funciones lingüísticas (pragmática, semántica y sintaxis) entre una jerga disciplinar y otra, pivotando sobre la lengua materna.

Es después de haber experimentado estos mapeos —producto del uso y descubrimiento relacional entre dos disciplinas mediante el pivoteo intenso sobre la lengua materna, en virtud de haber conformado un isomorfismo³— que se hacen posibles las emergencias significantes y significativas de los registros de una jerga en la otra, las que luego se exhiben como “saltos” graciosos, difíciles o aun mortales entre las disciplinas.

De esta manera, lo que al principio tenía una manifestación de lento pivoteo sobre la lengua materna, experimentación, descubrimiento, uso y formalización (al menos local) de los mapeos correspondientes entre una jerga disciplinar y otra, se manifiesta —en un estadio avanzado— en una forma sincrónica más acabada, que excluye los pivoteos sobre la lengua materna y, de ser posible, hasta los signos intermedios y manipulaciones que, a manera de andamiaje, ahora son retirados no obstante su utilidad y soporte a la construcción de los primeros “saltos”.

Sin embargo, es precisamente este desligarse de lo concreto lo que potencia la velocidad en la expresión y el movimiento cognitivo entre la morfología propia de los objetos de una disciplina y

³Hofstadter, Douglas R. *Gödel, Escher y Bach: una eterna trenza dorada*. Trad. M. A. Usabiaga Brandizzi. CONACYT, México, 1982, pp. 59–62: “... La palabra isomorfismo es utilizada cuando dos estructuras complejas pueden ser proyectadas una sobre otra, de tal modo que cada parte de una tiene su parte correspondiente en la otra... La percepción de un isomorfismo entre dos estructuras ya conocidas es un avance significativo del conocimiento, y tales percepciones son las que generan significaciones en la mente humana... Es a partir de estos isomorfismos que se está en la posibilidad de interpretar, aunque no necesariamente de manera significativa; es decir, no toda interpretación posible es significativa.”

la correspondiente a los objetos de otra (o aun de ella misma), no obstante haberse desvanecido las correspondencias isomórficas particulares en ganancia de una generalidad metasituacional.

Éste es, sin duda, uno de los recursos más poderosos del pensamiento matemático, pues en cada ocasión en que la morfología o la estructura sintáctica (lógico-formal) parece haber llegado a un nivel de saturación en su capacidad de representación, se emprende un nuevo orden de abstracción inventando nuevos símbolos cuya carga semántica está, por decirlo de alguna manera, más compacta, descargando en los del orden de abstracción anterior las significaciones “demasiado particulares” que los han saturado.

Es en este contexto que la diversidad morfológica disciplinar y la pretensión de su estudio parecen tener un recurso plausible, pues al reconocer como elementos protolingüísticos⁴ a las funciones pragmática, semántica y sintáctica pivotando sobre nuestra lengua materna, el problema se reduce —al menos teóricamente— a proponer que cierta competencia lingüística puede obrar como un factor de transferencia importante entre las jergas lingüísticas particulares.

En articulación con lo anterior, la matemática ofrece como disciplina la posibilidad casi única —frente a otras— de acercamiento a las estructuras lógico-formales del pensamiento. En este acercamiento, la matemática cobra una función metalingüística al posibilitar el modelado y la manipulación de una gran cantidad de problemas. Las habilidades en esta función metalingüística potencian la transferencia del lenguaje especial de una disciplina al lenguaje de otra y, en general, potencian la significación que sobre los asuntos de la misma disciplina pudiera requerirse organizar, teniendo como pivote fundamental inicial a la lengua materna y como sustrato a las funciones lingüísticas pragmática, semántica y sintáctica.

En la matemática, la función metalingüística a la que se hace mención tiene su punto de partida en un objeto relativamente concreto y del reconocimiento o aceptación en él de un problema, hasta un nivel de abstracción de n -ésimo orden, para determinar una solución (o ausencia de ella) simbólicamente, para regresar luego al objeto inicial y realizar una aplicación de los resultados obtenidos.

Tomemos como ejemplo una situación muy frecuentemente planteada en los cursos de Cálculo Diferencial, en la que se parte de una hoja de papel de, digamos, 21,6 cm de ancho por 27,8 cm de largo, para construir una caja sin tapa con el máximo volumen posible, bajo el expediente de retirar un cuadrado en cada esquina y doblar las “cejas” que sobresalen.

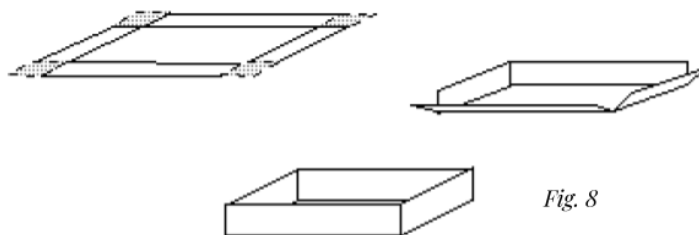


Fig. 8

Construcción de una caja sin tapa: se retira un cuadrado de lado x en cada esquina y se doblan las cejas.

Ante la consigna de construir una caja con una hoja tamaño carta (aproximadamente $27,8 \times 21,6$ cm) bajo el procedimiento descrito, y que cumpla con el requerimiento establecido (... con el máximo volumen posible...), el primer problema es por supuesto de orden semántico y luego pragmático, es decir: ¿qué entender? y luego ¿cómo operacionalizar en una intención concreta este requerimiento?

⁴Elementos lingüísticos invariantes.

Aclarado el punto —construir una caja con la mayor capacidad posible—, cada participante podría dar su opinión al respecto construyendo una caja. De la puesta en común de estas cajas (a manera de opiniones), lo más posible es que se tengan tantas opiniones diferentes como elementos del grupo. ¿Quién ha construido con justeza la caja requerida? Acaso en el intercambio oral de opiniones alguien sugiera (como pudiera ser el caso del lector) que todas las cajas tienen la misma capacidad, aduciendo que cada una fue construida con una hoja del mismo tamaño.

En cualquier caso, lo interesante aquí es disponerse a contrastar (tanto personal como colectivamente) la justeza de la opinión concreta en cada caja, es decir: ¿cómo averiguar quién tiene la razón?, o equivalentemente, ¿qué dimensiones tiene la caja que da una satisfacción que se ajusta a los requerimientos del problema? De manera natural —al menos en este caso—, el disponerse al contraste de las hipótesis conduce al cálculo.

El primer sorprendido será aquel que creyó que todas las cajas tendrían la misma capacidad: la hipótesis se viene por tierra al socializar las capacidades de las cajas construidas, pues queda claro que en la muestra hay unas con mayor capacidad que otras. Pero el problema subsiste: ¿se corresponde la caja de mayor capacidad elegida de esta muestra con la que tiene mayor capacidad de entre todas las que es posible construir? Y una breve reflexión basta para convencernos de que no es posible escribir el listado de las capacidades de todas las cajas posibles, pues éste es un conjunto infinito.

Así pues, estamos frente a un problema de representación: ¿cómo representar las capacidades de todas las cajas posibles para elegir la mayor? Esto exige otros niveles de abstracción, pues deben hacerse asignaciones signílicas a los elementos esenciales del problema y a las relaciones entre ellos. Con las convenciones adecuadas, es posible construir una representación de la capacidad que engloba todos los casos particulares:

$$C(x) = (27,8 - 2x)(21,6 - 2x)x.$$

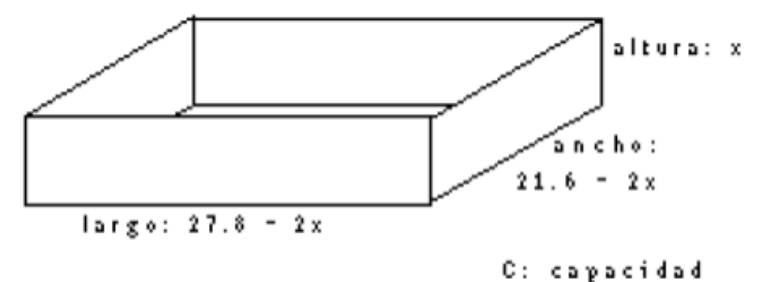


Fig. 9

Convenciones para la construcción de la representación $C(x)$.

Esta construcción constituye no solo la concreción de otro nivel de abstracción —aunque suene paradójico—, sino que por ello mismo constituye una construcción metalingüística, en cuanto permite referirse a una característica como la capacidad de la caja (pueden construirse también representaciones de la superficie, del costo, etc.). En la expresión de $C(x)$ está condensado un “nido” de representaciones sucesivas, cada una a un nivel superior de abstracción respecto de la anterior.

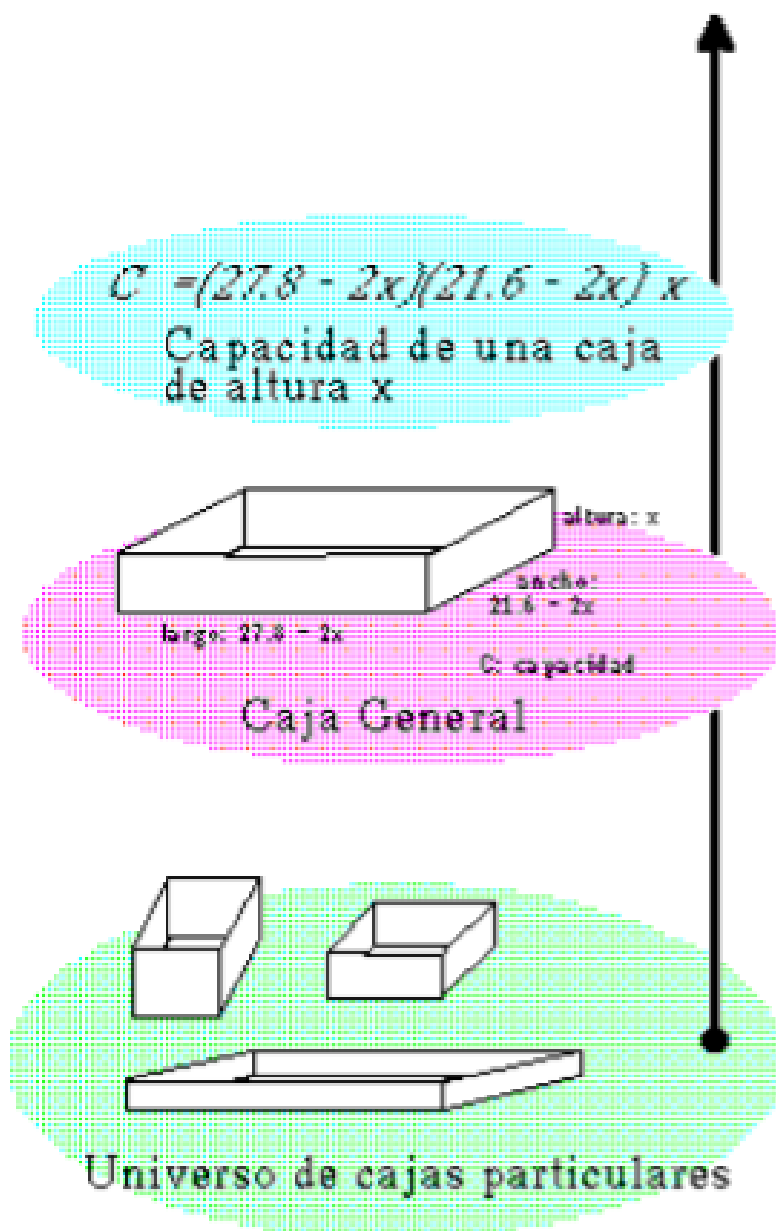
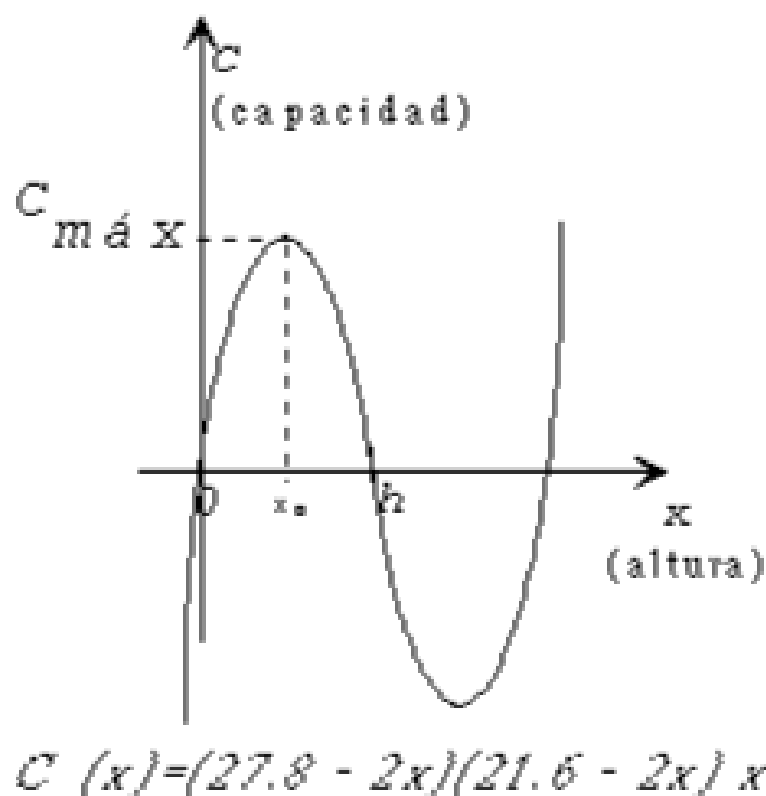


Fig. 10

El "nido" de representaciones sucesivas condensado en $C(x)$.

Una de las características más notables de la expresión de $C(x)$ es que su manipulación sintáctica y/o gráfica permite el estudio tanto local como global del comportamiento de todos los casos particulares de la situación real, sin la desventaja de las limitaciones físicas impuestas por los materiales, los instrumentos y el tiempo. Esa posibilidad se hace evidente al abordar una representación alterna (gráfica) de C en términos de x (la altura de la caja), en la que se exhibe el correlato entre las dos variables.

**Fig. 11**

Representación gráfica de $C(x)$: existe un valor x_0 para el que la capacidad es máxima.

Así, la representación gráfica permite visualizar la existencia de un valor particular $x = x_0$ de la altura con el que la capacidad de la caja es máxima. Sin precisar aquí cómo determinar ese valor, solo diré que encontrarlo permite formular una consigna que concreta la solución del problema:

“Para construir la caja con la máxima capacidad, córtese en cada esquina de la hoja un cuadrado de lado $x = x_0$.”

En este ejemplo es de hacerse notar cómo una profundización en el nivel de abstracción de las construcciones simbólicas conduce a un incremento en la “distancia” que las sucesivas construcciones van tomando del objeto real. La “distancia” a la que se alude y la articulación de las sucesivas representaciones es, desde mi punto de vista, lo que potencia la formulación de estrategias de transformación y búsqueda de la solución, reduciéndose ésta a cero en dos momentos: cuando no se ha tomado todavía tal distancia, y cuando las manipulaciones de las representaciones metalingüísticas sugieren cómo construir una (o varias) consigna(s) de acción sobre lo concreto que resuelve(n) el problema.

En este sentido se afirma que la función de admiración —en tanto “tomar distancia” del objeto estudiado para su contemplación y estudio— cobra una particular relevancia en cuanto función propedéutica para la concepción de la acción pertinente y/o la evolución conceptual.

Desde esta óptica, lengua materna y matemática están llamadas a jugar un papel central en educación, pues mientras que la primera es el lugar común natural, la segunda permite

construcciones en los ámbitos metalingüístico y lógico-formal. La importancia del cultivo de estos extremos reside en que, una vez establecidos, permiten la formulación de estrategias bidireccionales de tránsito entre uno y otro, complementando y potenciando el desarrollo cognitivo y, con ello, el pragmático y el social.

Desde luego, las anteriores conjeturas abren al menos otro expediente de investigación: ¿qué es y cómo se logra la competencia lingüística? ¿Cómo está relacionada ésta con la generación de estrategias para resolver problemas? ¿En qué sentido puede funcionar como un factor de transferencia entre los dialectos disciplinares?

4. Competencia lingüística y solución de problemas

El reconocer que la morfología de las situaciones problema puede ser de lo más diversa en términos de las particularidades de las disciplinas, y el pretender abordarla, conduce sin duda a un ámbito de estudio demasiado amplio y muy probablemente infructuoso. En cambio, el referirse a unas pocas cosas como elementos invariantes o comunes a las diferentes manifestaciones morfológicas de las situaciones problema podría simplificar el objeto de estudio y tener fuertes implicaciones para el diseño de situaciones prácticas. Es en este sentido que me he referido a las funciones lingüísticas pragmática, semántica y sintáctica.

El reconocer a estas funciones como elementos protolingüísticos permite replantear el problema de la transferencia entre las diferentes representaciones, pivotando deliberadamente sobre la habilidad de uso, análisis y asignación de significados desarrollados en nuestra lengua materna; es decir, sobre la *competencia lingüística* lograda en nuestra lengua materna. Bruna Radelli⁵ nos provee de un acercamiento a la caracterización de este concepto:

“...la competencia lingüística consiste, pues, en la capacidad de producir y reconocer estructuras sintácticas y de reconocer el significado que tiene cada una de ellas.”



Bruna Radelli.

Así pues, el definir en qué consiste que una persona sepa su lengua —es decir, que tenga competencia lingüística— está en relación directa con la producción y el reconocimiento de una significación consecuente por el hablante.

En apariencia la aproximación resulta inocua, sobre todo cuando no se ha precisado que Radelli hace notar la diferencia entre comunicación y competencia lingüística. Por ejemplo, las frases “El niño querer comer” o “Los círculos es una figura geométrica” bien podrían servir

⁵Radelli, Bruna. *Naturaleza del lenguaje y problemas para la rehabilitación de los niños sordos*. Dirección de Lingüística del INAH / Servicios Educativos Integrados del Estado de México, 1994.

para comunicarse hasta con un extranjero, aunque un hablante nativo puede identificarlas como oraciones mal formadas: percibe de manera inmediata una malformación sintáctica a pesar de que pueda servir para la comunicación.

En cambio, un hispanohablante podría sentirse incómodo con frases como “La hormiga aplastó al elefante”, “El bebé mordió al tigre” o “Los círculos son cuadrados”, a pesar de ser sintácticamente correctas, porque reconoce que no tienen mucho sentido en su mundo real, y también reconoce que son gramaticales e interpretables —aunque esto último no sea derivable de su mundo real—. Su interpretabilidad tampoco es derivable del significado específico de las palabras usadas, pues éstas no pueden dar cuenta del significado global de la oración como articulación de sus significados particulares.

En el ejemplo siguiente se usan las mismas palabras, con los mismos significados, para mostrar que diferentes articulaciones entre ellas dan cuenta de significados globales totalmente distintos:

“Juan mató a Pedro” “Pedro mató a Juan”

Esto muestra que las articulaciones sintácticas son generadoras y/o creadoras de significado, agregando significado (global) a los significados (individuales) de las palabras. Y no siempre se trata de permutaciones: expresiones como “Dame los libros y los cuadernos nuevos” o “Nadaba el pato en el agua y el gato sentado en su cola no se mojaba” tienen —cada una— por lo menos dos interpretaciones derivadas de diferentes articulaciones sintácticas, realizadas en y desde el Universo Semántico del lector.

Por otro lado, cuando un individuo enfrenta un problema, esperaríamos que —dependiendo de su madurez— abordara la visualización⁶ de uno o más caminos —a manera de estrategias— para encontrar la solución. Los problemas (no necesariamente escolares) están dados más por una situación que por un enunciado que los concreta y circunscribe. Quien acepta una situación como problema se enfrenta a tener que recuperar de ella o de su entorno los elementos que a su juicio resulten esenciales en cuanto significación y representatividad de la situación o variable de interés. Estos elementos y sus interrelaciones, enunciados o no, constituyen los signos que representan —a juicio de quien intenta la solución— la situación problema.

Estos signos pueden, por supuesto, ser articulados en compañía y concierto de otros que experiencias previas han proporcionado, para construir diversas articulaciones sintácticas, cada una con cierto nivel de significación en cuanto el universo semántico del individuo. Así pues, resolver un problema querría decir realizar una —o varias— transformación en y desde la articulación sintáctica entre los elementos originales de la situación problema, hacia y hasta la articulación que le significa —a quien lo resuelve— el estado solución —por lo menos temporal— del problema.

Desde esta perspectiva, formular, elegir y contrastar hipotéticas estrategias de solución en un contexto disciplinar tiene que ver directamente con que el individuo posea cierto nivel de competencia en los extremos lingüístico (lengua materna) y matemático (lógico-formal). Vale comentar que, para resolver un problema, no es suficiente (aunque sí necesario) que un individuo identifique y comunique correctamente todos los elementos esenciales, ni que domine todas las operaciones, si no posee la competencia que le permita construir las articulaciones sintácticas pertinentes entre los elementos y las operaciones que habrán de significar la solución.

⁶Visualización: estructuración de imágenes (no necesariamente ancladas a objetos físicos), prospectivas y/o retrospectivas de una situación, que para el caso de la estrategia de solución de un problema intenta concretar las intuiciones sobre los caminos o arreglos sintácticos que potencian el cambio de estado desde la situación advertida como problema hasta el estadio reconocido como su solución.

En términos más operativos, diré que surge una situación problema cuando una barrera interfiere el curso natural de la acción ejercida por un ser humano en la dirección de acercamiento —de cualquier índole— a un objeto de interés para él.

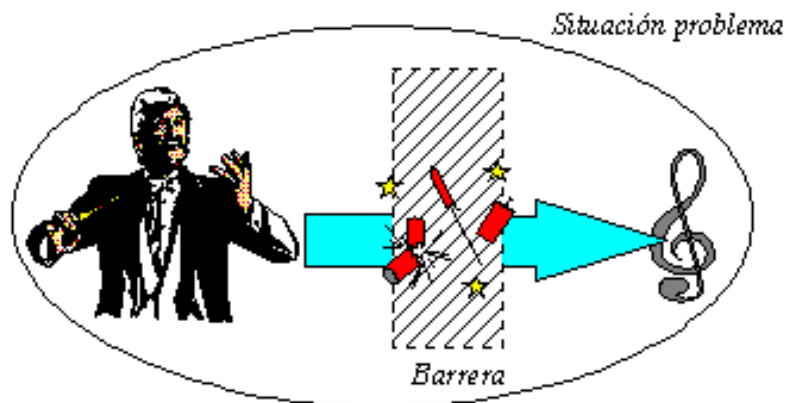


Fig. 12

Una barrera interfiere el curso natural de la acción hacia el objeto de interés: surge la situación problema.

La percepción de esta barrera es, desde luego, producto de haber cubierto la función de admiración, en tanto propedéutica a una acción transformadora. Esto es, la mera percepción de una barrera es un acto no trivial que, desde mi punto de vista, involucra una especie de desdoblamiento del pensamiento que permite ver a distancia —ejercer la función de admiración— los detalles y singularidades de la propia acción. Es este desdoblamiento reflexivo⁷ y la percepción de los elementos situacionales lo que permite detener la inercia de la acción y potenciar que el pensamiento actúe en otras direcciones, a la búsqueda de posibles transformaciones a la situación percibida.

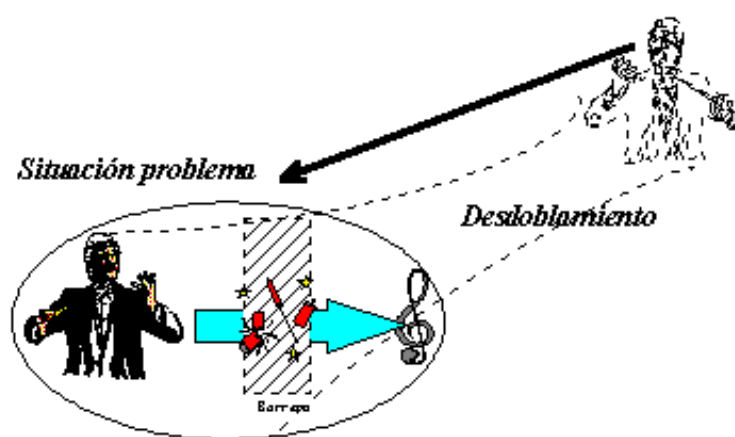


Fig. 13

El desdoblamiento reflexivo del pensamiento: ver la propia acción a distancia.

⁷Diálogo interno.

Para transformar la situación, el pensamiento recurre generalmente a la creación de modelos simbólicos de la situación problema, pues éste será su instrumento para concretar, comunicar, modificar y comparar la situación percibida como problema con aquella que pudiera significar una solución.



Fig. 14

La búsqueda de transformaciones mediante modelos simbólicos.

Es en este sentido que un problema es la percepción de una situación como tal y su simbolización modélica desde el universo semántico del individuo. Es así que la percepción o interiorización de una situación como problema (noción psíquica de problema) no es transferible, pues implica el acto personal de darse cuenta desdoblado el propio pensamiento. Un problema es, así, incommunicable en su totalidad: a lo más que podríamos aspirar es a comunicar una simbolización modélica personal, la que no es necesariamente significativa para nuestro interlocutor.

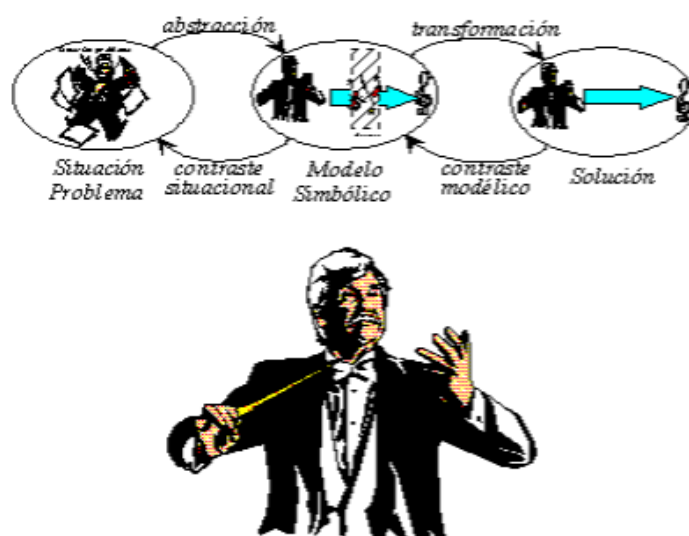


Fig. 15

El modelo simbólico como vínculo bidireccional entre la situación problema y la solución.

De esta manera, el modelo simbólico —en su calidad de vínculo bidireccional entre los estadios extremos denominados situación problema y solución— cobra un papel de primera línea. Todo ello conlleva la apertura de nuevos expedientes de investigación: ¿cómo se propicia la competencia lingüística? ¿Es posible abordar desde esta perspectiva la solución a cualquier problema? ¿Qué es un problema desde el punto de vista sintáctico-morfológico? ¿Qué es una solución? ¿Qué es un modelo, y de cuáles tipos podemos disponer?

5. Oralidad y escritura

Quiero referirme ahora a uno de los recursos más importantes para la subsistencia y el desarrollo de los organismos: el de la autorregulación —concepto al que diversas disciplinas asignan otros nombres, como homeostasis, ciclo de retroalimentación o de control, reflejo, propioceptividad, monitoreo, etc.—. Norbert Wiener⁸ comenta que “... ciertas clases de máquinas y algunos organismos vivientes, particularmente los superiores, pueden modificar sus modos de conducta, basándose en la experiencia anterior, para obtener fines antientrónicos”, y que “esta teoría de la retroalimentación en los grupos humanos tiene un enorme interés sociológico y antropológico”. Por su lado, Ludwig von Bertalanffy⁹ recuerda que “la entropía es una medida del desorden”, que “otro concepto céntrico en la teoría de la comunicación es el de retroalimentación”, y que Norbert Wiener creó una nueva disciplina —la cibernética— para tratar estos fenómenos.

En Vygotsky¹⁰ encontramos mención explícita de Piaget en cuanto al pensamiento reflexivo y el discurso interno: “... communication produces the need for checking and confirming thoughts. . .

⁸Wiener, Norbert. *Cibernética y sociedad* (título original: *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society*). CONACYT / Editorial Sudamericana, 1961.

⁹Bertalanffy, Ludwig von. *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica, 1967.

¹⁰Vygotsky, L. S. *Mind in Society*, ed. cit., pp. 89–90.

In the same way that internal speech and reflective thoughts arise from the interactions between the child and persons in her environment...”.

En un contexto epistémico, estos recursos de autorregulación o propioceptivos son de particular importancia —aún más, yo diría esenciales— para el desarrollo y la profundización en los detalles más finos de la producción cognitiva humana.

Empezaré por decir que el diálogo constituye una herramienta para la construcción de significantes y significaciones. Desde muy temprana edad, el humano empieza a asociar situaciones y respuestas (de agrado, desagrado, satisfacción, etc.) con la producción de fonemas que, aunque primitivos, le permiten iniciarse en la significación e interpretación de su entorno. Este “darse cuenta” —admirar¹¹— tiene una función propedéutica para la producción y transformación autorregulada de los signos (fonemas, señas, actitudes, etc.). Esta producción, al principio aparentemente aleatoria, solo se afina en la medida en que el individuo recibe un número importante y cualitativamente diverso de respuestas, con las que empieza a aislar y elegir los signos para significar lo que desea.

De manera que, así como en la primera edad resulta un problema mayúsculo el desarrollar la propioceptividad o los recursos autorregulatorios para la producción lingüística en un contexto educativo no sistematizado, en el contexto y edad escolar se tiene un problema análogo: el de desarrollar elementos que permitan una autorregulación cognitiva, a fin de potenciar la pertinencia de las acciones y manifestaciones personales en el nivel que una situación o entorno epistémico sugiere o requiere.

En todo caso, el ejercicio de estos procesos recursivos de oralidad y escritura —al actuar reiteradamente sobre el producto de la acción anterior— permite ir *decantando* la producción, desde un desorden aparente e ininteligible hasta un nivel en que se hace aparente un orden, manifiesto en una forma, un concepto, una actitud, un esquema, etc., que resulta ser adecuado —por lo menos temporalmente— al contexto particular que lo requiere. Esto es, al ir afinando la representación como producto de un proceso recursivo, se incrementa la probabilidad de concretar una interpretación (significación) adecuada.

En este sentido, creo que la oralidad y la escritura constituyen recursos que potencian la autorregulación cognitiva, en cuanto dejan “ver” (tanto a uno mismo como a otros) el nivel y la cualidad de organización conceptual logrado por un individuo con relación a un objeto. Aún más, la producción escrita permite, por su característica de objetividad sónica, la manipulación transformadora, y en este sentido se constituye en un recurso invaluable para decantar la precisión y la finura deseadas.

Se plantea así una diferencia apenas esbozada, pero que vale la pena enfatizar: la que hay entre el individuo que cree en lo que piensa y se somatiza con aquello que cree, sin ejercer una autorregulación cognitiva, y el individuo que —ejerciéndola— es capaz de admirar su significación (en cuanto interpretación de lo que “sabe”), tanto en la posibilidad de confirmación cuanto en la infinita posibilidad de refutación y, en consecuencia, de transformación creadora. El primero se estanca y posiblemente se mantiene “siguiendo la corriente”; el segundo avanza cognitivamente en ciclos de creación y recreación recursiva.¹² El primero cree y no abandona (eventualmente no socializa sus ideas); el segundo exhibe y critica su producción, abandonando las posiciones refutables por él o por su entorno. El primero sufre cada vez que le cuestionan; el segundo ve en cada refutación la oportunidad de conseguir un mejor sistema de creencias temporales.

¹¹Admirar, en el sentido de tomar distancia del objeto a fin de poder verlo. Esta función de “admiración” resulta ser propedéutica e insoslayable para abordar el problema de la acción transformadora del hombre sobre su entorno o sobre él mismo.

¹²Recoge los pedazos producto del caos de la refutación y formula un nuevo orden temporal.

En cualquier caso, la producción oral y escrita se constituyen en excelentes recursos para la socialización y la consecuente regulación de la producción cognitiva, ya sea individual o colectiva: permiten “poner en la mesa de discusiones” y regular las eventuales arbitrariedades a que podría conducir la producción cognitiva de los individuos. Entre la oralidad y la escritura, esta última tiene una mayor dificultad,¹³ aunque ofrece mayores dividendos, pues permite tener evidencias del nivel de organización conceptual alcanzado¹⁴ y, desprendida de su manifestación objetiva, la posibilidad de ejercer sobre y con ella una transformación recursiva.

Por este hecho, postulo la escritura como un elemento dialógico de investigación y desarrollo de la estructura cognitiva de un individuo, sea que el diálogo esté dirigido a él mismo o a los individuos de su entorno. Es justo este diálogo recursivo, y su potencia transformadora de los significantes y significados plasmados en la producción escrita, lo que posibilita el pulimento y el tránsito hacia estadios superiores del universo semántico de los individuos, en una producción que —por obra de la socialización— potencia el tránsito entre un extremo teórico subjetivo “aberrante” (por solipsista) y otro co-subjetivo “aceptable” (por compartido).

En Popper¹⁵ encuentro algunos elementos adicionales de apoyo, entre los que se postula a las funciones descriptiva y argumentativa como las creaciones humanas más importantes, así como las que tienen efectos de retroalimentación sobre nosotros mismos y, en especial, sobre nuestros cerebros. En el contexto de la función descriptiva “emerge la idea reguladora de verdad, es decir, la idea de una descripción que encaje con los hechos”; y “la función argumentadora del lenguaje humano presupone la función descriptiva”. Más aún: “nuestra humanidad, nuestra razón, se la debemos a este desarrollo de las funciones superiores del lenguaje, ya que nuestros poderes de razonamiento no son más que poderes de argumentación crítica”; de modo que “en la evolución argumentadora del lenguaje, la crítica se convierte en el instrumento fundamental del desarrollo ulterior”.

Es de hacerse notar la coincidencia entre Popper y Radelli, aunque en tiempos, campos disciplinares y por razones distintas: ambos privilegian aspectos o funciones lingüísticas y/o epistémicas por lo común no contempladas, y desembocan en la necesidad de elementos lingüísticos de descripción y análisis de la propia actividad y de la ajena, en vías de potenciar —mediante la oralidad y la escritura— el desarrollo recursivo de estadios cognitivos superiores.

6. La Representación y la Evolución Cognitiva

Ya en Cassirer¹⁶ se afirma que “... toda determinación y dominio teóricos del ser dependen de que el pensamiento, en lugar de vérselas directamente con la realidad, elabore un sistema de signos y aprenda a utilizar estos signos como ‘representantes’ de los objetos”. Desde esta postura, no es posible transitar hacia estadios cognitivos más avanzados si no se poseen elementos sýgnicos susceptibles de transmutación y/o manipulación transformadora.

Esta manipulación habrá de darse sobre los signos que denotan las conjeturas y teorías formuladas lingüísticamente, consignadas por Popper¹⁷ con el nombre de “mundo 3”: el mundo

¹³Como el tono de la voz y en general el lenguaje no verbal o corporal están excluidos, nos vemos obligados a usar muchas más palabras y de modo más exacto. Así, la producción lingüística escrita se constituye en la forma más elaborada de la producción cognitiva del individuo o la colectividad.

¹⁴La diferencia entre el borrador y la copia final refleja la evolución del proceso mental.

¹⁵Popper, Karl R. *Conocimiento objetivo*. Editorial Tecnos, 1962.

¹⁶Cassirer, Ernst. *Filosofía de las formas simbólicas*. Trad. A. Morones. Fondo de Cultura Económica, 1.ª ed. en español, 1976.

¹⁷Popper, K. R., op. cit. “Podemos llamar al mundo físico ‘mundo 1’, al mundo de nuestras experiencias conscientes ‘mundo 2’, y al mundo de los contenidos lógicos de los libros, bibliotecas, computadoras y similares, ‘mundo 3.’” Entre sus tesis: (1) en el mundo 3 podemos descubrir problemas nuevos que estaban allí antes de

de las representaciones sígnicas en su sentido más amplio y, en particular, de las consignadas por escrito en algún medio físico o electrónico.

Es decir, en la medida en que se logra la concreción de las ideas en lo escrito, se está en posibilidad de manipulación objetiva sobre la representación de las ideas o conceptos. Así, las representaciones lingüísticas —en un sentido amplio¹⁸— constituyen representaciones objetivas susceptibles de manipulación para la transmutación de sus significados e interpretaciones.

Siguiendo otra vez a Cassirer, la función simbólica no debiera circunscribirse al plano del conocimiento conceptual o “abstracto”, pues se perdería de vista la totalidad de las dimensiones de la representación: esta función no se corresponde con un solo estadio de la imagen teórica del mundo, sino que la condiciona y porta a su totalidad. El mundo de las imágenes del mito, las estructuras fonéticas del lenguaje y los signos del conocimiento “exacto” determinan, cada uno, una dimensión propia de la representación.

La asignación de significados o interpretaciones depende, por un lado, de la construcción de un isomorfismo entre la nueva estructura sintáctica y una o más realizadas antes —en la misma jerga o en otras—, y, por otro, del nivel de co-subjetividad logrado por la interpretación en el contexto social de su praxis. En este sentido, la vertiente semántica funciona a la vez como objeto a lograr y como herramienta para lograr otros significados, en una interacción dialéctico-recursiva.

Merece comentario especial la característica recursiva, pues, desde mi punto de vista, es ella la que potencia la posibilidad de configuraciones cognitivas superiores —generalmente complejas y dinámicas—. En una entrevista realizada por Francisco Huneeus,¹⁹ Humberto Maturana opina: “Yo pienso que el lenguaje surge y opera como un modo particular recursivo de coordinaciones conductuales en la convivencia. . .”.

Creo que es precisamente esta característica de recursividad inherente a su desarrollo la que no solo crea estructuras complejas y dinámicas de pensamiento, sino que, ejercida sistemáticamente, potencia el tránsito bidireccional entre el caos y el orden cognitivo. En un sentido, es posible el tránsito entre la miríada cuasi-aleatoria de concepciones y la posibilidad siempre presente de lograr nuevas articulaciones sintácticas pertinentes, agregando nuevos significados globales a los particulares. En otro sentido:

- el trabajo de Gödel, que evidencia la existencia de puntos oscuros en cualquier estructura lógico-formal;
- el trabajo de Verhulst, en el que la aplicación iterada de un algoritmo recursivo determinista, $X_{n+1} = c X_n(1 - X_n)$, conduce al caos;²⁰
- los ejemplos de variación aleatoria recursiva que conducen al orden y la explicación;

me llevan a creer que la evolución cognitiva está generada por al menos un proceso recursivo (¿cuasi-aleatorio o cuasi-determinista?), y sugiero que éste es el de la producción lingüística alimentando de manera recursiva al proceso cognitivo.

ser descubiertos; (2) el mundo 3 es, en algún sentido, autónomo; (3) casi todo nuestro conocimiento subjetivo (mundo 2) depende del mundo 3, es decir, de las teorías formuladas lingüísticamente.

¹⁸En cuanto los lenguajes naturales y/o artificiales. Entre los primeros: el español, el inglés, el alemán, el italiano, etc.; entre los segundos: la matemática, todos los lenguajes de programación, etc.

¹⁹Huneeus, Francisco. *Lenguaje, enfermedad y pensamiento*. Editorial Cuatro Vientos, Chile, 2.ª ed., 1989, p. 156. Nota del entrevistador: “La recursión (neologismo) es la aplicación de una misma operación a las consecuencias de la operación. La retroalimentación es la aplicación de la consecuencia de la operación a la operación. La recursión es el proceso mediado por un algoritmo.”

²⁰Robert May fue una figura clave en la historia de lo que hoy se denomina “ruta hacia el caos mediante duplicación de períodos”. Ya en 1976 escribía que un sistema simple no lineal no necesariamente posee propiedades dinámicas simples.

La cognición, vista desde aquí, podría quizá conceptuarse como un *fractal*,²¹ de lo que podríamos esperar —por razones inherentes tanto a la cognición como a los fractales— que sus manifestaciones morfológicas resulten infinitas e insospechadamente complejas. Por otro lado, la dimensión de los objetos que sería posible tratar desde una tal concepción de la cognición se amplía, en cuanto ésta puede ser no necesariamente entera: la cognición conceptuada como un fractal pone a su alcance objetos no necesariamente euclidianos y, esto último, en un sentido no trivial —no solo por el cambio de algún postulado euclidiano, sino por elementos geométricos intrínsecamente diferentes y sin las restricciones dimensionales euclidianas, denominados fractales, que comparten la característica de auto-similitud a cualquier escala: la magnificación de subconjuntos de estas formas es de nueva cuenta reminiscente de la totalidad—.

El hecho de que estos fractales primitivos, generados con una computadora, evoquen fuertemente las formas del mundo real constituye una pista de su importancia con relación a las formas de la Naturaleza. Según Galileo (1623): “La filosofía está escrita en ese gran libro —quiero decir el universo— que permanece continuamente abierto a nuestros sentidos, pero que no puede ser entendido a menos que se aprenda a comprender el lenguaje en el cual fue escrito. Está escrito en el lenguaje de las matemáticas, y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales sería humanamente imposible entender una simple palabra”. Y, en retrospectiva, como advirtió Mandelbrot: “las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las líneas costeras no son círculos, y una corteza no es suave, así como la luz no viaja en línea recta”.

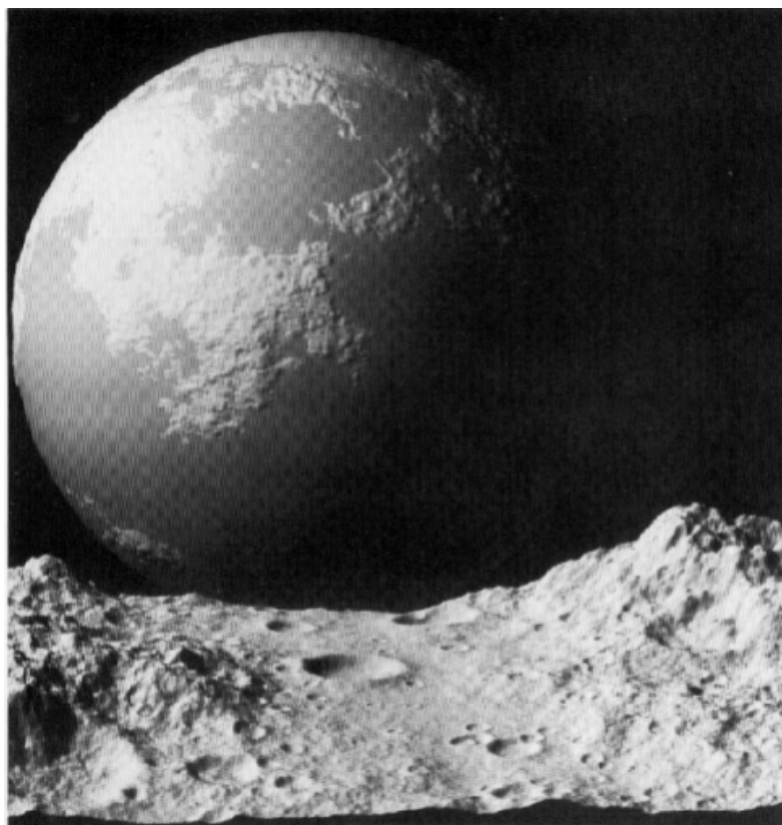
7. Matemática Postmoderna

Existe ahora un nuevo dialecto, una nueva rama de las matemáticas que parece ser más adecuada para modelar las formas irregulares del mundo real: la geometría fractal. Algunas características distintivas entre los objetos euclidianos y los fractales se resumen en la siguiente tabla:

Geometría — lenguaje para describir, relacionar y manipular las formas	
Euclidiana	Fractal
Tradicional; data de más de 2000 años	“Monstruos” modernos: aprox. 17 años
Basada en escalas restringidas	Sin restricciones en su escala
Se ajusta a formas de objetos hechos por el hombre	Apropiada para las formas naturales
Los objetos se describen por una fórmula	Los objetos se describen por un algoritmo recursivo

Tomado de: Peitgen, H.-O. & Saupe, D., *The Science of Fractal Images*, Springer-Verlag, 1988, p. 27.

²¹Término acuñado por Benoit Mandelbrot en 1975, del latín *fractus*.



Un paisaje fractal generado por computadora (relieve, distribución de cráteres y movimiento browniano sobre una esfera): auto-similitud a cualquier escala.

El postular un nuevo tipo de geometría permite especular sobre el nacimiento de nuevas físicas y, con ello, de nuevas interpretaciones cósmicas —nuevas formas de “ver” lo que nos rodea—. Si la enorme alegoría que constituye la matemática actual ha sido construida con elementos geométricos euclidianos de dimensión entera, ¿qué podríamos esperar de las construcciones cognitivas posibles con elementos no restringidos en sus escalas dimensionales? Se desprenden de aquí vastísimos campos de investigación en matemáticas, epistemología, educación y, en última instancia, en la ontología generada por las nuevas formas de ver.

El ser educados en una nueva forma de “ver” ciertamente traería como consecuencia nuevas visiones. Una de las que más me entusiasman se desprende de la existencia de objetos de dimensión no entera, pues me hace pensar en el problema de la densidad dimensional y, más allá, en el continuo dimensional y la clase de “objetos” que podríamos usar para construir nuestras representaciones. Ciertamente, esto sería una nueva y hasta donde sé insospechada *ecología epistémica*.²²

En suma, se perfilan nuevas nociones en la concepción de lo que nos rodea, entre las que probablemente estén: la interacción consciente entre orden y caos como formas naturales y complementarias de la manifestación cósmica; la inclusión natural de concepciones tanto deterministas como no deterministas de un mismo objeto de conocimiento; nuevas formas de

²²Quiero acuñar este término compuesto, *Ecología Epistémica*, significando con él tanto lo que antes he llamado Universo Semántico del Individuo como su entorno de interacción cercano (íntimo) y lejano. Al respecto, diré que cada vez se tiene más conciencia de que, para efectos de lo social y la configuración del individuo en ello, se están desmoronando nociones como etnia, comunidad y nacionalidad a raíz de la emergencia de una sociedad global que demanda nuevas formas de ser, vivir, trabajar, actuar, sentir, pensar e imaginar, y con ello la reconceptualización o la existencia de nuevos problemas epistemológicos, ontológicos y lingüísticos.

hacer ciencia y, en particular, de hacer matemáticas (¿qué tal una matemática cualitativa?); el uso ineludible de los recursos de cómputo, en cuanto medio *ad hoc* en el que esta nueva ecología epistémica habría de tener lugar; el encuentro con la tan deseada inter y transdisciplinariedad; y la generación y abordaje de problemas cualitativamente nuevos.

En resumen, creo en la necesidad imperiosa de trabajar en la dirección de conformar una currícula de educación matemática cualitativamente distinta, en la que los asuntos matemáticos se aborden desde un punto de vista más global, tanto en los recursos tecnológicos de los que se eche mano como en las relaciones contenciales intra y extramatemáticas.

8. Reflejos culturales y exigencias

Quiero establecer, como un reflejo fundamental de las consideraciones anteriores, el hecho de que la sociedad y las comunidades modernas exigen individuos con capacidades epistémicas cualitativamente novedosas y sustancialmente diferentes: no individuos que posean grandes cúmulos de información, sino individuos que tengan las habilidades para operar, comprender, interpretar y procesar objetos de distintos saberes, para transferir lo aprendido a otros problemas y a otros campos.

Esta postulación refleja la inherente necesidad actual de diseño y realización de una nueva ecología epistémica, para la que podríamos disponer de adelantos tecnológicos como las calculadoras y las computadoras: instrumentos que permiten realizar, con gran economía de tiempo y energía psíquica para docentes y estudiantes, cantidades masivas de cálculos y procedimientos mecanicistas de repetición, dejando el tiempo y la energía economizados para una construcción intelectual más relevante.

La superespecialización de las disciplinas —y el consecuente correlato en sus lenguajes especiales— pone de relieve la urgente necesidad de una cultura lingüística más amplia que la que el patrimonio social nos lega de manera natural. Las grandes ausentes de las actuales actividades docentes sistematizadas suelen ser las relacionadas con el cultivo de las habilidades lingüísticas de oralidad y escritura. La situación se hace desesperada cuando se advierte que cada disciplina tiene, por así decirlo, su propio lenguaje, y que éste es no natural.

En esta situación, es insoslayable la urgente necesidad de asumir sistémicamente la tarea de habilitar a nuestros estudiantes en el uso de su lengua materna, hasta un nivel funcional, y en una gama de habilidades lingüísticas necesarias para su interacción con otros lenguajes. Podría decirse que la competencia de un individuo en su expresión oral y/o escrita asegura y garantiza la competencia en el nivel de organización conceptual alcanzado por éste. Por otro lado, la oralidad y la escritura competentes son instrumentos o habilidades de acción-investigación sobre las construcciones intelectuales, de donde podemos afirmar que un individuo sabe algo sobre algún objeto de conocimiento cuando es capaz de hablar o escribir —con claridad, concreción, consistencia lógica, estilo, etc.— sobre ello.

En un nivel jerárquico de aplicación subordinada están las habilidades desprendidas de los lenguajes particulares de las disciplinas —las particularidades propias del discurso de cada una—. Este renglón es también motivo de desatención lingüística funcional generalizada en nuestro sistema educativo, puesto que en las actividades docentes no se abordan explícita y sistemáticamente las particularidades lingüísticas propias de cada disciplina objeto de estudio. Este hecho no es casual, sino resultado —por un lado— de una inconsciencia colectiva relacionada con las componentes lingüísticas básicas y —por otro— de la relativa facilidad que se obtiene al hacerlo de manera sintáctica, dejando de lado la componente semántica y, por supuesto, la pragmática (poco probable de realizar de manera competente y autónoma cuando no se sabe de qué se habla o se escribe).

La enseñanza de los métodos debiera darse en el ejercicio de la oralidad y la escritura en los diversos campos disciplinares, buscando el uso de los lenguajes especiales y el materno en una dirección abarcante de sus componentes: pragmática, semántica y sintáctica. Es así que podría postularse que los fines y compromisos de las organizaciones e instituciones educativas tuvieran una tarea quizá más modesta, pero realista y no menos importante: la de asegurar que las actividades docentes de profesores y estudiantes se desarrollen en un entorno lingüísticamente diverso y rico (competente), y/o en contacto con el mayor número de sistemas y/o formas de representación —cuyo recurso instrumental parece perfilarse en el uso de la tecnología de cómputo y los servicios de comunicación, transferencia de archivos y cómputo compartido—.