

Procesos, sistemas, modelos y teorías en la investigación educativa¹

Carlos Eduardo Vasco Uribe

1a Parte: Procesos y sistemas en la investigación educativa

Todo fluye.

Nadie puede bañarse dos veces en el mismo río.

Heráclito

Los procesos

A medida que vamos adquiriendo una visión crítica de la sociedad, de la política y de la educación, empezamos a ver que «allá afuera» de nuestra mente no hay propiamente cosas «sueltas», seres individuales, objetos aislados, plantas, animales y personas separados y claramente definidos, sino más bien lo que parecen ser agregados o conglomerados, que llamamos indistintamente «complejos», «estructuras» o «sistemas» con fronteras imprecisas. Ya se ha generalizado desde muchas fuentes, entre otras desde el «pensamiento complejo» de Edgar Morin, la idea del «pensamiento sistémico» y también el uso generalizado del adjetivo «complejo» para atribuirlo a todos los sujetos gramaticales imaginables, hasta el punto de vaciarlo de contenido. ¿Qué puede significar «eso es complejo» si no hay nada simple?

Más tarde, con los años y las desilusiones, a medida que vamos adquiriendo una visión todavía más crítica de la sociedad, de la política y de la educación, y una visión más autocrítica de nuestros propios modelos, teorías, concepciones y discursos sobre la sociedad, la política y la educación, empezamos a ver que

¹ Segunda edición de 2013 basada en la Lección Inaugural del Doctorado Interinstitucional en Educación DIE, Sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2011

«allá afuera» tampoco hay sistemas específicos claramente definidos, ni sistemas físicos, ni sociales, ni políticos, ni educativos, sino procesos muy complicados, poderosos, dinámicos, opacos, sin fronteras asignables, que nos atropellan, empujan, aprietan, acarician y producen dolor o placer, desánimo o entusiasmo. De los procesos solo podemos pues decir que son espacio-temporales, dinámicos y complejos.

Cada uno de nosotros actúa, acciona o reacciona, se defiende o ataca, se deja llevar o se resiste a esos procesos y, en la experiencia del actuar, de la acción o actividad, va tomando conciencia de que él o ella es también un cierto tipo de proceso, o mejor, apenas un cierto tipo de subproceso separable, así sea muy difícilmente, de muchos otros procesos indefinibles. Con Descartes, estamos seguros de que somos autoconscientes y nos creemos autodirigidos. Pero mucho más allá y más acá de Descartes, de lo único que estamos seguros es de que obramos o al menos reaccionamos, sufrimos y gozamos, pensamos y dudamos, y que, por lo tanto, existimos como actores, agentes y pacientes, aun antes que como pensadores y dubitadores: existimos como ciertos subprocesos privilegiados en una maraña de procesos, subprocesos que llamaremos «agentes».

Pero –fuera de dar muchos ejemplos– no podemos definir más precisamente un concepto claro y distinto de proceso, ni siquiera describir rigurosamente qué es un proceso, porque no hay propiamente sinónimos de la palabra «proceso». Es interesante mirar el vocablo «proceso» en un diccionario, una enciclopedia o un thesaurus de sinónimos y antónimos. Si decimos que un proceso es una sucesión de eventos, llegamos tarde: ¿cómo separamos los eventos de un proceso para reconstruir la sucesión? ¿Y qué es sucesión si no sabemos ya qué es el antes y el después en un proceso? ¿Y qué es un evento si no es un proceso corto? ¿Y qué es «corto» o «largo»? En este caso de los procesos ni siquiera hay contraejemplos, sino solo maneras de ver un mismo ejemplo como proceso y luego tratar de verlo de otras maneras: como objeto, como sistema, como producto, como construcción social estática, como relación, como operador, etc. Ese será el ejercicio que haremos repetidamente en esta lección inaugural.

Esta situación de indecibilidad (todavía no de indecidibilidad), aun de inasibilidad e indefinibilidad de una categoría a la cual podamos asignar un rótulo pero no expandirla definitivamente por el discurso escrito de los diccionarios y enciclopedias no es exclusiva de lo que estamos experimentando ante la cate-

goría *proceso*; es lo propio de cualquier categoría básica de una teoría general, no restringida a una ciencia particular. Por ello hablamos de una teoría filosófica y, dentro de una de esas teorías, de una categoría básica o filosófica. En síntesis, aunque parezca circular, tendremos que contentarnos con decir que «proceso» designa una categoría básica inicial de la Teoría General de Procesos TGP, teoría que habría que desarrollar y refinar inicialmente antes de poder avanzar en la Teoría General de Sistemas TGS. Solo en la medida en que desarrollemos y refinemos la TGP para interpretarla en distintos modelos mentales e intentemos comunicarla a otros agentes que parezcan sentir, pensar, hablar, gesticular y actuar como nosotros podremos experimentar una creciente seguridad y soltura en el uso de este rótulo, hasta que lleguemos –solo como ejemplo– a ponernos de acuerdo en que esa experiencia también es un proceso y en que ella es espacio-temporal, dinámica y compleja.

Los sistemas

Desde la Teoría General de Procesos TGP, los sistemas se van a ubicar solo como construcciones mentales auxiliares que nos sirven para modelar ciertos procesos ya desenglobados y delimitados como subprocesos de otros procesos, con el fin de intentar comprenderlos y potenciar nuestras acciones para desviar, detener, acelerar, fomentar o reprimir dichos procesos o subprocesos que tratamos de modelar e influenciar a través de nuestras acciones guiadas por esos modelos.

Los que considerábamos «sistemas allá afuera» –físicos, orgánicos o sociales– se comprenden ahora como subprocesos más o menos bien delimitados de otros procesos, que modelamos mentalmente como sistemas y proyectamos allá afuera como si también fueran sistemas.

Así pues, desde la Teoría General de Procesos TGP, los sistemas físicos, orgánicos o sociales que parecían *conformar la realidad* empiezan a disolverse y a desaparecer como sistemas, por más que permanezcan como subprocesos espacio-temporales complejos y dinámicos de alguna manera separables de otros cercanos.

En la medida en que empezamos a utilizar consistente e irreverentemente la TGP en todos los campos, empezamos a caer en la cuenta de que lo que llamamos «la realidad» es apenas una proyección de lo que cada uno va construyendo como

«su realidad», y que es muy poco o nada lo que sabemos de los procesos reales, de «lo real». Es un proceso parecido al que encontramos en Kant cuando empieza a sospechar de los fenómenos y se ve obligado a postular un «noúmenon», del cual solo sabemos que «se da», que «existe», que se tiene que dar para que haya fenómenos, pero no sabemos nada más de él.

Lo real, las realidades y la realidad

Así, al empezar a distinguir los subprocesos «allá afuera de nuestra mente» y los modelos mentales que construimos «allá adentro», desde la Teoría General de Procesos TGP empezamos también a distinguir *lo real* de *la realidad* y el *universo* del *mundo*. El *universo* sería como el agregado de todos los procesos reales que conforman *lo real*; el *mundo* sería como el agregado de todos los modelos mentales y –para cada uno de nosotros los que creemos ser agentes que sienten, piensan y hablan– también el agregado de todo aquello que decimos de esos modelos en lenguajes articulados, así todavía no lo escribamos, a través de discursos más o menos coherentes que llamamos sus teorías.

Así, los modelos y las teorías conforman *la realidad* de cada uno de nosotros y la realidad que creemos compartir socialmente con otros. Con el tiempo, cada uno de nosotros, al desarrollar su pensamiento crítico y autocrítico, empieza también a distinguir *la* realidad de *su* realidad y a cuestionar si la comparte con otros o solo cree que lo hace.

Cada uno de nosotros va cayendo en la cuenta de que *su* realidad existe y que *lo real* existe, pero que *la* realidad, así como nos referimos a ella con artículo definido singular, no existe propiamente «allá afuera», sino que es una proyección que cada uno hace de *su* realidad, que toma como si fuera compartida por todos y como si fuera «*la* realidad». Desde la TGP, ni siquiera podemos decir que «compartimos la realidad», pues negamos que exista, sino solo que la asumimos como, o que la damos por compartida.

Por afirmar que la realidad no existe, la TGP es altamente impopular y prácticamente inaceptable para la mayoría de las personas que conozco, pues parece descalificar todo lo que cada una de ellas ha logrado construir por su reflexión personal y social, y porque con esa descalificación de la realidad se atreve a denunciar lo que cada una de esas personas y sus grupos cercanos toman por *la*

realidad personal y social como si fuera solo una ilusión más con la que se engañan a sí mismos, y con la que tratan de engañar a todas las personas y grupos cercanos cuando la proyectan sobre los procesos reales.

Infortunadamente, la TGP no solo critica a la mayoría de las personas comunes, corrientes y normales, sino también a los críticos más agudos, pues a pesar de que comparte las apreciaciones negativas, la TGP desvaloriza cualquier propuesta positiva desarrollada en cualquiera de los discursos premodernos, modernos y posmodernos, orientales u occidentales, como apenas una teoría más, interpretada subjetivamente en ciertos modelos también subjetivos, vagos y no explicitados ni talvez explicitables. Inclusive, un proponente serio de la TGP somete sus propias conclusiones positivas a esa misma crítica corrosiva, y pretende solo comunicar a otros algunos balbuceantes intentos de explicitar sus propios modelos y teorías sobre las generalidades, regularidades, patrones o esquemas que cree detectar en las distintas maneras de construir modelos y teorías que encuentra en las distintas culturas y subculturas, y sobre las distintas maneras de interpretarlos, modificarlos, criticarlos y aun destruirlos. Pero no puede sinceramente proponerlos como los «verdaderos modelos» ni como las «verdaderas teorías», sino apenas como otros puntos de vista más. De los modelos no puede decirse que sean verdaderos o falsos, ni de las teorías tampoco, pues estas requieren una interpretación subjetiva en un modelo mental para que algunos de los enunciados de la teoría puedan considerarse verdaderos o falsos, y eso solo en ese modelo mental y con esa interpretación subjetiva, muy difíciles de comunicar a quienes cuestionan esos enunciados. Esto los desvaloriza a los ojos de los que buscan mesías, gurús o líderes, y de los que esperan encontrar verdades, certezas o revelaciones que les alivien la incertidumbre de que *su* realidad no sea *la realidad*, sino apenas una ilusión más, una proyección hacia «allá afuera» de sus propios modelos y teorías.

Aforismo inicial sobre el pensar, o Aforismo 0

Pensar seriamente es difícil; pensar seria y críticamente es muy difícil; pensar seria, crítica y autocríticamente es casi imposible.

Por eso termino esta sección con un intento de definición: un proponente serio de la TGP es alguien que cree que pensar seria, crítica y autocríticamente no es totalmente imposible, aunque sea improbable, impopular e imperdonable.

Río abajo con Heráclito: de los procesos a los sistemas como modelos mentales

Un primer camino posible para seguir adelante en el desarrollo y el refinamiento de la Teoría General de Procesos TGP y de la Teoría General de Sistemas TGS para configurar una Teoría General de Procesos y Sistemas TGPS podría ser partir desde los *procesos* hacia los *sistemas* tomados como *modelos* mentales que *representan* procesos y subprocesos, en los cuales *modelos* se van a *interpretar* las *teorías*. Después de haber logrado el paso de la TGS a la TGP, este camino descendente desde la TGP hacia la TGS fue apenas el inicio de una larga y tortuosa ruta sin meta prevista, que me fue llevando a través de envolventes mediaciones semióticas hacia una Teoría General de Modelos y Teorías TGMT. Este camino, como el de nuestros ancestros que salieron de lo que ahora llamamos «África» y pasaron por toda el Asia hasta llegar a América, necesariamente pasa –para mí y para quienes quieran acompañarme en ella– por bosques y cañadas oscuras, vuelve intermitentemente a visitar parajes apenas reconocibles, y requiere pisar constantemente las arenas movedizas de la semiótica.

Adoptemos pues la metáfora de la ruta de nuestros ancestros prehistóricos para este proceso de reflexión y conversación en voz alta, por más que sepamos de antemano que ese modelo –como cualquier otro– apenas representa algunos aspectos del proceso y que cualquier teoría que enunciemos en voz alta o por escrito apenas representa algunos aspectos del modelo y está sujeta a múltiples interpretaciones subjetivas.

A esa ruta incompleta y nunca completable podríamos llamarla «mi filosofía primera», que tendría al menos tres etapas. La etapa inicial se ha ido concretando en una *metafísica* muy abstracta, aun anterior a cualquier propuesta de ontología, que en honor a Heráclito podríamos llamar «reología», y que he intentado sistematizar en una Teoría General de Procesos y Sistemas TGPS.

La etapa intermedia, que por supuesto comienza desde antes de la primera y no permite escaparse de ella hacia atrás ni hacia adelante sino que las envuelve a todas, se ha ido concretando en una *semiótica* muy abstracta, aun anterior a cualquier propuesta de lingüística, que en honor a Locke, Peirce y de Saussure podríamos llamar también «semiología», y que he intentado sistematizar en una Teoría General de Representaciones e Interpretaciones TGRI.

La etapa final, que por supuesto es apenas el comienzo de cualquier reflexión específica, pero que completaría mi filosofía primera, se ha ido concretando en

una *crítica* muy abstracta, aun anterior a cualquier propuesta de epistemología, que en honor a los primeros teóricos anónimos de los oscuros misterios de la gnosis podríamos llamar «gnoseología», y que he intentado sistematizar en una Teoría General de Modelos y Teorías TGMT. Esta ruta tripartita se podría resumir en el siguiente mapa de categorías (ver Tabla 1)².

Mapa general de las categorías clave de una posible filosofía primera

TGPS = TGP + TGS: una Metafísica

Primera categoría clave: *proceso*

****Primera tríada móvil:** *supraproceso/proceso/subproceso*

Segunda categoría clave: *actuar* o *agente* como un tipo de subproceso
o la díada *agente/paciente*

o la tétrada *agente/paciente/acción/resultado*

con la dualidad *noesis/semiosis* y la *intencionalidad* para el agente humano

****Segunda tríada móvil:** *actividad/tarea/acción*

Tercera categoría clave: la díada *desagregar/agregar*

Cuarta categoría clave: la díada *componente/agregado* o *elemento/conjunto*

Quinta categoría clave: la díada *figura/fondo*, o *forma/trasfondo* u *objeto/campo*

entendidos no solo espacialmente sino cronotópicamente

Sexta categoría clave: *operación* o *transformación*

2 Con respecto a la Lección Inaugural de 2011 en la Universidad Distrital, en esta segunda edición precisé la categoría actuar o agente (2ª), mejor llamada así que «de la acción», y explicité en ella para los agentes humanos la dualidad noesis/semiosis y la intencionalidad. Al desagregar componentes, experimenté la necesidad de atender a la figura/fondo (5ª) de la cual se desglosaban los componentes, pero seguía siempre ahí después y detrás de los componentes, elementos o regiones desagregadas y delimitadas. Para precisar la semiótica distinguí representar (10ª) de interpretar (11ª) y de lenguajear (12ª), que las exige a ambas. La categoría representar se requiere para los morfismos de representación o expresión (15a), y la de interpretar se requiere también para la interpretación de una teoría en un modelo (16ª), para las cuales utilicé la palabra técnica morfismo; para aliviar ciertas alergias a la lógica y las matemáticas siempre se puede sustituir por flecha. Podrían haberse resumido estas cuatro últimas en dos: la díada modelo/teoría y la díada morfismo o flecha de representación/de interpretación.

Séptima categoría clave: *relación o nexo*

Octava categoría clave: *sistema*

o la tríada *sustrato/dinámica/estructura*

****Tercera tríada móvil: *suprasistema/sistema/subsistema***

Novena categoría clave: la tríada *lo real/mi realidad/las realidades*

TGRI: una Semiótica

Décima categoría clave: *representar*

****Cuarta tríada móvil: *representador/representante/representado***

Undécima categoría clave: *interpretar*

****Quinta tríada móvil: *intérprete/interpretante/interpretado***

Duodécima categoría clave: *lenguajear*

TGMT: una Crítica

Décima tercera categoría clave: *modelizar o modelar*

Décima cuarta categoría clave: *teorizar*

Décima quinta categoría clave: *morfismo o flecha de representación de un modelo para expresarlo en distintos lenguajes y registros semióticos,*

Décima sexta categoría clave: *morfismo o flecha de interpretación de una teoría en un modelo o de cualquier otro intercambio en cualquier lenguaje y registro semiótico para intentar reconstruir un modelo mental de otro agente en un modelo mental personal.*

Tabla 1. Mapa general de las categorías clave de una posible filosofía primera

Pero como en esta Lección Inaugural es claramente imposible recorrer una a una dichas categorías, me limitaré a señalar sus relaciones con y sus efectos en las metodologías de investigación en las ciencias sociales y humanas, que prefiero llamar con mi maestro Carlo Federici «las disciplinas antrópicas»; en particular, en la pedagogía y en las didácticas, muy especialmente en la didáctica de las matemáticas, en la de las ciencias naturales y en la de las sociales. Para ello podemos emprender ahora el camino contrario: en lugar de partir de los

procesos hacia los sistemas, intentemos iniciar nuestro recorrido a partir de los sistemas hacia los procesos.

Un primer ejercicio de análisis sistémico

He trabajado desde los años setenta en las matemáticas y en la didáctica de las matemáticas con un enfoque de sistemas, y no me cabe la menor duda de su potencia. Trabajé también en las ciencias naturales y en la didáctica de dichas ciencias con el enfoque de sistemas, y también estoy convencido de su potencia. Pronto empecé a intentar extender este enfoque a las ciencias sociales y humanas, o como decía el Dr. Federici, a las ciencias antrópicas. En el diseño de las primeras maestrías de la Facultad de Estudios Interdisciplinarios FEI de la Universidad Javeriana, en el proyecto de historia social de las ciencias que trabajé con Luis Enrique Orozco y Emilio Quevedo en Colciencias, y en la maestría en educación y desarrollo humano del Cinde intenté extender la Teoría General de Sistemas –TGS– de Ludwig von Bertalanffy a las disciplinas antrópicas. Después de algunos documentos de trabajo para los estudiantes de esas maestrías, mi primera publicación formal al respecto fue en 1980: un artículo sobre «Teoría de sistemas y metodologías científicas» en la revista de Colciencias *Ciencia, Tecnología y Desarrollo* (Vasco, 1980b).

Por las críticas al positivismo de la TGS que recibí de mis colegas del Cinep, trabajé con Guillermo Hoyos la epistemología de Jürgen Habermas, especialmente en *Conocimiento e interés* (Habermas, 1968/1982). Habermas me enseñó a distinguir al menos tres tipos de interés en el quehacer del científico social: el técnico, el práctico (que llamé «práxico») y el emancipatorio, y tres estilos de hacer ciencias sociales y humanas. Publiqué un opúsculo sobre el tema en el Cinep (Vasco, 1989/1994) y durante este tiempo caí en la cuenta de que era indispensable subordinar la teoría de sistemas a la de procesos para superar esas y otras muchas objeciones, y para refinar la epistemología de las ciencias antrópicas. Desde entonces he visto la necesidad de comenzar con lo que para el auditorio es claramente un sistema «allá afuera» de la mente, para ver en qué sentido puede entenderse como un sistema y en qué sentido es mejor intentar comprenderlo como solo un proceso o subproceso que modelamos mentalmente como sistema.

Analicemos un ejemplo inicial: la expresión «el sistema solar». Parece que en el siglo **xxi**, después de los satélites artificiales, el viaje a la Luna y el telescopio Hubble nadie duda de la existencia «allá afuera» del sistema solar en el que da vueltas la Tierra. Pero tratemos de pensar seria, crítica y autocríticamente. ¿Hay un sistema solar con el Sol en el centro o cerca del centro? ¿Hay un sistema planetario antes de que alguien se forme un modelo mental de lo que pasa con las estrellas, los planetas, el Sol, la Tierra y la Luna? ¿Cómo sería ese sistema? ¿Sería egipcio, bíblico, aristotélico, ptolemaico, copernicano, kepleriano, newtoniano o einsteiniano?

Los cometas más alejados, los asteroides y planetoides en el cinturón de Kuiper o en la nube de Oort, los planetas enanos como Plutón, las nubes de polvo y pedruscos aun no consolidados en planetas o talvez nunca consolidables como tales, ¿son componentes de ese sistema? ¿Desde cuándo? ¿En qué sentido? ¿Por qué lo llamamos «sistema» y no «agregado» o «conjunto»? ¿O será más apropiado llamarlo «una estructura»?

Pronto empezamos a ver que el sistema solar se empieza a disolver en el espacio-tiempo y caemos en la cuenta de que se trata de un proceso muy largo de formación de partículas, átomos, compuestos, asteroides, soles o estrellas, galaxias y cúmulos galácticos del que en un momento de la historia desglosamos una de sus partes y la modelamos mentalmente como un sistema centrado en la Tierra, o en el Sol, o cerca de él, con planetas, asteroides y cometas, que puede desaparecer si dicha estrella se expande a gigante rojo y va absorbiendo todo a su alrededor. ¿Cuáles son las relaciones entre proceso, sistema, modelo, componente, elemento, agregado o conjunto? Ponderar respuestas a esta pregunta es el primer ejercicio para practicar el juego analítico con las ocho primeras categorías clave de la TGPS.

Un segundo ejercicio de depuración conceptual: de los sistemas a los procesos y viceversa

Es conveniente que cada uno de nosotros intente hacer personalmente una reflexión sobre los cuatro ejemplos del siguiente ejercicio para aprender a depurar la conceptualización y practicar la formulación precisa que se propone lograr la TGPS. Es difícil, especialmente porque apenas estamos comenzado a desglosar las categorías básicas, y por ello no podemos utilizar todavía en todo su poder

la octava categoría clave: *sistema*, con su tríada *sustrato/dinámica/estructura*, ni la décima y la undécima: *representar e interpretar* –ya de la TGRI– ni tampoco las cuatro últimas: *modelo, teoría*, morfismo de representación y morfismo de interpretación –ya de la TGMT.

Como decíamos al comienzo en una primera aproximación –y lo explicitamos en la novena categoría clave, la tríada *lo real/mi realidad/las realidades* que conecta las tres teorías TGPS, TGRI y TGMT– *lo real* parece compuesto de muchos seres o cosas, así como de muchos procesos breves o prolongados que sufren o disfrutan de los seres o las cosas.

Tratemos ahora de pensar que también lo que aparenta ser «un ser» o «una cosa» resulta ser solo un proceso, y que esa apariencia o ilusión se deriva de que es un subproceso aparentemente fácil de desagregar, diferenciar, distinguir o delimitar de otros procesos (o de otros aparentes «seres» o «cosas») y que dura mucho más de lo que duran nuestras sensaciones y percepciones sucesivas. Ya vimos algunos ejemplos a escala cósmica: un sol, una estrella, un planeta, un cometa, un asteroide. Veamos otros ejemplos más cuestionadores a escala terrestre:

Segundo ejercicio

Ejemplo 1. El huevo, la larva, la pupa, la mariposa.

Ejemplo 2. La montaña llamada el Cerro de Monserrate, o el Nevado del Ruiz.

Ejemplo 3. El huracán llamado Andrew, u otro llamado Katrina.

Ejemplo 4. El hormiguero. Ver el libro *Gödel, Escher, Bach* de Douglas Hofstadter (1982/2007).

Pensemos en lo mental y lo material externo a la mente, al pensamiento, al cerebro. Hablemos de lo que está «aquí adentro» o «allá adentro» y lo que está «allá afuera» («in here» or «in there» and «out there»). Cuando uno percibe algo que parece estar allá afuera, lo concibe como un ser, una cosa, un objeto que resalta de un trasfondo o campo que no se mira directamente. En un dibujo se utiliza una raya para esa frontera entre la cosa que se percibe y el fondo contra el cual aparece su forma, pero si miramos a nuestro alrededor, esas rayas de frontera no existen, y los buenos pintores no las dibujan (o si lo hacen a lápiz, las cubren luego con los óleos).

Hay que tener mucho cuidado con la aparente facilidad de desagregar algunos subprocesos de otros y creer que las fronteras entre el sistema y su ambiente «están dadas allá afuera». Eso que llamamos «sistema» representa uno de esos subprocesos relativamente fáciles de desagregar o recortar de lo que parece ser su entorno, su ambiente o macroproceso. ¿Será «macroproceso», o será «macro-sistema»? ¿Y es eso lo mismo que «contexto»?

Quedan los demás procesos allá a los lados y detrás de lo que enfocamos como sistema, y forman una especie de trasfondo o campo indefinible e indescriptible. El sistema es más el blanco o el objeto de la atención, la «forma» que emerge del «fondo», «trasfondo» (o «background»). Pero lo que queda capturado en la forma no tiene fronteras claras con lo que queda atrás en el trasfondo.

El trasfondo, por la oposición a la figura o forma, suele entenderse visualmente o espacialmente, olvidándose con frecuencia la temporalidad de todo fenómeno y de todo objeto de la atención. Es necesario intentar una y otra vez comprender esta categoría desde el espacio y el tiempo: no basta la geometría, ni siquiera la topología, si no se completan con la cronología y la cronometría que provienen de la actividad, la acción y el movimiento. He propuesto pues en distintos escenarios una disciplina del trasfondo, que sería anterior a la geometría y a la física (aunque incluye la cinemática) para el tratamiento fáctico y formal del espacio-tiempo o cronotopo, la cual incluye también las disciplinas matemáticas de la topología, la topometría, la cronología y la cronometría. A esa nueva y antigua disciplina la llamé «Cronotopía» (véase Vasco, 2006; 2007; 2011):

Cronotopía = Cronología + Cronometría + Topología + Topometría

En el espacio-tiempo, o tiempo-espacio, o cronotopo, las fronteras no están dadas «allá afuera», sino son fruto de la desagregación activa que hacemos cada uno de nosotros como agentes autoconscientes; son cortes y recortes que practicamos en la disección de subprocesos para poderlos modelar como sistemas.

Pensemos en las palabras «corte» y «recorte» y comparémoslas con «incisión». «decisión», «precisión», «sección», «resección», «disección» y otras semejantes. Podríamos decir que este campo semántico es el paso inicial de toda metodología de investigación en cualquier disciplina científica antrópica o pre-antrópica: recortar, desagregar subprocesos de procesos, y recortar y desagregar mentalmente sistemas que los representen, dejando en el trasfondo lo que no incluimos en esos sistemas.

La desagregación no se hace solo sobre los subprocesos ya recortados de otros procesos, ni solo de los componentes respecto al sistema que para nosotros representa un subproceso ya recortado, sino también del subproceso respecto al supraproceso (o macroproceso) que lo incluye, y del sistema respecto al suprasistema (o macrosistema) que lo engloba. Piénsese en la frontera entre cada uno de nosotros y el ambiente circundante. ¿El oxígeno que respiramos está en el ambiente, o está dentro de los pulmones y lo debemos adscribir a nuestro sistema respiratorio? Podemos tragarnos accidentalmente una bolita de cristal, y en poco tiempo pasa al otro lado sin hacer daño. ¿El interior de nuestros esófagos, estómagos e intestinos forma parte del sistema digestivo, o del ambiente? No hay respuesta ya dada allá afuera. No hay disección ya dada allá afuera entre sistema digestivo, respiratorio y circulatorio, ni entre nosotros y nuestro ambiente. Son fronteras mentalmente trazadas para recortar los subprocesos y precisar los sistemas con los que tratamos de modelar lo que está pasando en esos procesos vitales. La determinación de esas fronteras produce la desagregación del subproceso que queremos modelar, hacia la que nos orienta la tercera categoría clave de la TGPS.

Pienso en una medusa, que cuando el agua tiene muchos nutrientes, se vuelve al revés para maximizar la absorción, de manera que lo que parecía ser la superficie interna de su estómago se vuelve ahora su piel.

No es fácil aceptar que toda separación o frontera es relativa al agente que la hace y a la actividad del agente que hace los cortes, y que es, por lo tanto, relativa a lo que llamamos «la realidad» de quien hace dichos cortes. Como en otros casos, al hacer esa disección o corte, tratamos de reparar el daño que hicimos con la atribución de relaciones entre el ambiente y el sistema; pero esa atribución también es relativa al agente que la hace, a la actividad que ejerce, a lo que llamamos «su realidad» y al sistema que él mismo recorta de aquello que considera como el ambiente de ese sistema.

Queda pendiente analizar y precisar el uso de «sistema» para el subproceso recortado de otros, una vez definida una frontera más o menos difusa y arbitraria. Suponemos que allá afuera sigue siendo un subproceso, pero por la delimitación que logramos con éxito, solemos decir que «es un sistema». A esos «sistemas allá afuera» los llamamos «seres», «cosas», «individuos», «organismos», u «objetos». A pesar de que hagamos el esfuerzo de negarlo, como nos lo recomienda la TGPS, esos sistemas parecen seguir estando «allá afuera», aunque también podemos

aceptar que sigan siendo subprocesos. Pero no parecen cumplir lo que afirma la TGPS: que los sistemas son solo meros artificios mentales de un agente para representarlos. Esa es otra razón por la que la TGPS provoca rechazo. Parece un puro idealismo al estilo de Berkeley. La diferencia es que para mí los procesos sí son reales, tanto que se prestan para desglosarlos y representarlos por algunos modelos mentales y no por otros que se me ocurran; además, todos esos modelos buenos y malos también son reales como subprocesos neuronales en mi cerebro).

Es necesario un esfuerzo serio, crítico y autocrítico para reconocer que ese sistema allá afuera es solo una proyección de mi actividad de interacción con esos subprocesos que llamo «sistema» y «ambiente»: el resultado de mi actividad de recorte y de modelación interna del subproceso recortado. En el flujo de lo real, ese ser, cosa, objeto, organismo o individuo sigue siendo un subproceso que da lugar, da espacio y da tiempo a mis recortes y a mi construcción mental de un sistema que lo modele. Pero en la medida en que da lugar a esa construcción mental del modelo que lo representa, y en la medida en que esa representación resulta potente para guiar las interacciones hacia el futuro, me siento más y más seguro de que ese subproceso es un sistema en sí mismo, «allá afuera», y me siento autorizado para llamarlo «sistema» y para considerarlo «real», olvidando que es solo una proyección de mi modelo mental.

Mientras no lleve a un grave engaño, aceptemos pues el uso cotidiano de «sistema» para el subproceso recortado allá afuera, sobre todo si ha sido producido por un agente de acuerdo con un plan y nos parezca que continúa flotando cerca de nosotros en el río de Heráclito con cierta independencia del ambiente que lo rodea. Pero aun en ese caso, la TGPS nos repite que no podemos olvidar que ese «sistema-allá-afuera» sigue siendo un subproceso, y que como sistema es más bien una forma mental de representárnoslo internamente que hemos proyectado hacia afuera con éxito en nuestras interacciones con ese subproceso.

Esa proyección de los sistemas mentales hacia los subprocesos como si fueran «sistemas-allá-afuera» es la contrapartida «micro» de la proyección «macro» de mi realidad como tejido de modelos y teorías hacia lo real como proceso; esa tendencia tiene el peligro constante de confundir esa proyección de mi realidad con una pretendida «realidad» –más grave todavía si creo que es «la Realidad» en singular y con mayúscula– por más que quien la proyecta la considere sinceramente tan real como lo real.

Mientras no lleve a un grave engaño, un proponente serio de la TGPS acepta con un grano de sal el uso cotidiano de un agente-hablante que habla de «la realidad» para referirse a lo real. Igualmente, acepta con un grano de pimienta el uso cotidiano del que actúa y habla (acompañándose de un deíctico que señala algo allá afuera) de «ese sistema» para referirse a un subproceso ya recortado por ese mismo agente. Pero esa aceptación tiene una condición: el uso de «la realidad» y «el sistema» allá afuera solo es aceptable mientras se mantenga la reserva crítica y autocrítica de que, «en realidad», lo que ese agente-hablante llama «la realidad» es un macroproceso (que incluye al agente y al sistema recortado) tal como se lo representa ese agente que proyecta sus modelos mentales con todas sus teorías («su realidad») sobre el macroproceso envolvente. Paralelamente, que lo que ese agente-hablante llama «sistema» es un subproceso tal como se lo representa ese agente que proyecta su modelo mental –con sus teorías– sobre esa región espacio-temporal recortada por él mismo del macroproceso que llamamos «universo».

Como lo vimos en el primer ejercicio, en el caso de la astronomía podemos considerar con muchas reservas que el sistema solar de que nos hablan es un «sistema-allá-afuera», un subproceso que parece recortable en forma semejante por distintos agentes; sin embargo, la TGPS nos recuerda que tenemos que aceptar a la vez que todo lo que esos agentes nos digan sobre el sistema solar, sus componentes, sus relaciones, sus movimientos, revoluciones, órbitas, cinturones o nubes, fases o etapas, se refiere más bien al sistema solar como modelo mental de ese subproceso, modelo que cada uno de esos agentes tiene ya construido en el momento en que nos habla de él. A todo eso que nos dicen sobre ese sistema que utilizan como modelo mental lo vamos a llamar «la teoría» de dicho sistema.

En el caso de la educación, siempre que nos hablen sobre el sistema educativo colombiano, o el sistema nacional de universidades públicas, o el sistema de información universitaria, etc., podemos estar seguros de que todo lo que algún agente educativo nos diga sobre uno de esos sistemas, sus componentes, sus relaciones, sus interacciones, fases o etapas, se refiere más bien a los modelos mentales que ese agente tiene para modelar un subproceso con el que él interactúa, pero que lo que hay «allá afuera» en lo real es un subproceso que no es por sí mismo ningún sistema, ni tiene fronteras claras, ni componentes previamente recortados, ni relaciones u operaciones delimitables entre esos componentes. A todo lo que nos digan sobre ese sistema lo vamos a llamar «su teoría», la cual

nos habla no directamente sobre el proceso real sino sobre el modelo mental de un subproceso recortado y representado como sistema de cierto macrosistema o sistema ambiente.³

El todo o la totalidad, que llamamos «el universo» (no «el mundo») es el macroproceso mayor imaginable. Lo real es ese gran proceso o macroproceso universal espacio-temporal, complicado y complejo, múltiple y cambiante, fluyente y dinámico. Afortunadamente, para nosotros ya no es fácil confundir el universo con el llamado «sistema solar», ni siquiera con nuestra galaxia, algo que debió ser mucho más difícil en otras épocas. Piénsese en la obra de Alexandre Koyré (1957/2000), *Del mundo cerrado al universo infinito*.

Wittgenstein dijo que el universo era el agregado de todos los hechos. Pero, ¿qué es un hecho? Podría entenderse como un subproceso corto. Pero, ¿un subproceso recortado de dónde? ¿por quién? ¿para qué? ¿qué es «corto» o «largo»? ¿corto o largo para quién? Lo mismo podría decirse de la variante que traduce «Sachverhalt» por «estado de cosas» en vez de «hecho». Así, «el universo es el agregado de todos los estados de cosas». Pero, ¿de cuáles cosas? ¿Qué son «estados»? ¿Una cosa es un subproceso corto? ¿Sus estados son momentos de ese proceso? Ya veremos que «Verhalt» se refiere más bien a las relaciones que a las cosas o a sus estados, lo que nos llevará a precisar mucho más la noción vaga de *estructura* de un sistema.

De ese macroproceso o supraproceso global que llamamos «el universo», algunos microprocesos o subprocesos parecen poder desagregarse o recortarse en el espacio-tiempo. Para este recorte o desglose de subprocesos y para las representaciones sistémicas de los mismos es clave la disciplina propuesta arriba a

3 El autor que ha propuesto la manera más fina de entender el problema de la frontera entre sistema y ambiente -aunque talvez creyendo que en algún sentido objetivo esa separación está dada en la naturaleza allá afuera- fue Jakob Johann von Uexküll (Septiembre 8, 1864 - Julio 25, 1944). Propuso dos maneras de entender el ambiente de los animales, que llamó «Umwelt» y «Umgebung». Los aspectos del ambiente percibidos por los animales y sobre los cuales ellos interactúan conforman el «Umwelt» o «mundo circundante» de esos animales. «Umwelt» también se podría traducir como «ambiente percibido» por el animal, o «ambiente subjetivo». Todos los aspectos del ambiente, percibidos o no por los animales y modificados o no por ellos, configuran la «Umgebung» o «región circundante», que también se podría traducir como «ambiente objetivo» o «ambiente físico». Esta distinción utiliza y precisa algunas ideas de Ernst Mayr y de Teodosio Dobzhansky. [Ver Morrill, Thomas (1957). «What is 'Environment'?» y la respuesta de Dobzhansky «What is 'Environment'?»: Reply to Mr. Morrill», en el número de Julio-Agosto de 1957 de la revista *American Naturalist*, 91(859), 269-271].

propósito de la quinta categoría clave: la díada *figura/fondo*, o *forma/trasfondo* u *objeto/campo*, disciplina que llamé «Cronotopía».

En el espacio parece que podemos definir fronteras, bordes, superficies, y en el tiempo parece que podemos definir un comienzo, a veces unas fases, etapas, momentos, estados, estadios (o «estadíos») y, con frecuencia, un final.

El problema de la definición de comienzos y terminaciones, fases o etapas en el tiempo, se llama en la metodología de la investigación «el problema de la periodización» o «de la segmentación temporal». Los productos de esa segmentación resultan ser los que llamamos «eventos», «momentos», «fases», «etapas», «estados», «estadios» (o «estadíos»).

Los que llamamos «seres», «cosas», «individuos», «organismos» u «objetos» —en una palabra: «sistemas»— resultan ser solo subprocesos desagregados o recortados de otros procesos. En metodología de la investigación ese sería un problema de segmentación espacial y espacio-temporal.

A algunos de esos subprocesos los llamamos «acciones»; a otros, «resultados», y a otros que resulten haber estado cercanos a las acciones o a los resultados —entre otros, a cada uno de nosotros— los llamamos «agentes».

A los que consideramos como agentes autoconscientes, que sienten, piensan y hablan como nosotros, los solemos llamar «sujetos» o «personas», al menos por proyección de lo que experimentamos en nuestra propia actividad consciente. Creemos ser sujetos y personas, agentes y actores, conscientes y autoconscientes. Con la distinción entre el pensamiento y el lenguaje que necesitamos hacer tentativamente hasta para poder cuestionarla, utilizaremos la propuesta de Raymond Duval de hablar de la *noesis* y la *semiosis* en la actividad de los agentes humanos, o de ellos como agentes noético-semióticos. Aunque no podamos encontrar ejemplos de noesis sin semiosis, como lo señala el mismo Duval, sí ocurre a menudo que tomamos como semiótico lo que no fue resultado de una noesis que trató de comunicarnos un agente a través de una semiosis consciente.

Al hablar de «agente noético-semiótico» estoy enfatizando la acción o actividad del agente humano, y entiendo tanto la noesis como la semiosis como tipos de actividad mental que involucran todo el cuerpo del agente, aunque la atribuyamos principalmente al sistema nervioso central. Eso ya es un recorte de nuestro modelo mental del ser humano. En algunos modelos de otras culturas,

esos tipos de actividad se han atribuido al corazón, o a las entrañas, y en otros, a un alma o espíritu que habitaría el cuerpo humano.

Distinguiré cuando sea necesario la semiosis expresiva o proyectiva de la semiosis interpretativa o inyectiva, distinción que se precisa en las categorías clave décima y undécima de la TGRI, *representar* e *interpretar*. Distinguiré también en la siguiente categoría clave de la TGRI, *lenguajear*, las semiosis en lenguajes articulados o lenguas –con los que se expresan las teorías– de las semiosis en otros registros semióticos como el lenguaje corporal, el gestual, el tonal, el pictórico y otros lenguajes llamados a veces «analógicos», con frecuencia más aptos que los articulados para intentar comunicar los modelos mentales a otros agentes noético-semióticos.

En lugar de «personas» o «sujetos», he encontrado que es mejor limitarnos al término «agentes», pues el más cercano, «actores», suele tener una implicación de insinceridad teatral que no queremos atribuir a ningún agente hasta que se compruebe lo contrario. Sería cuestionar infundadamente la pretensión de sinceridad de que nos habla Habermas. La característica de esos agentes o actores que los hace ser activos o los hace actuar es lo que se ha llamado «agencia» o «agenciación», en inglés «agency».

La conciencia y la autoconciencia son innegables: aun para negarlas habría que hacerlo consciente y autoconscientemente. Dicho de otra manera, aludiendo al título en español de un libro de Rodolfo Llinás, el mito de yo es inevitable e ineludible: hace falta un yo que invente el mito del yo; un yo que cuente ese mito; un yo que crea en ese mito; y también un yo que refute ese mito, y un yo que acepte la refutación del mito del yo.

Nos queda fácil aceptar que somos un proceso noético-semiótico consciente y autoconsciente que existe y es real, por lo menos en este momento; ya decíamos que en eso estamos totalmente de acuerdo con Descartes. Pero nos queda muy difícil aceptar con Kant –y con la TGPS– que cada uno de nosotros es solo un subproceso más en una maraña de subprocesos difíciles de distinguir entre sí y de nosotros mismos, y de los que sabemos poco o nada, fuera de que existen y son reales; o que al menos lo son en este momento de la historia del mundo de los fenómenos que compartimos con ellos. Eso incognoscible más allá de su

nuda existencia es el «noúmenon»; si acaso supiéramos algo más sobre él, sobre lo real, eso sería solo lo que pudiéramos proyectar desde la realidad individual: desde los precarios modelos y teorías que cada uno de nosotros va elaborando. Sin embargo, nunca podremos estar seguros de que esa proyección sí nos permite saber algo más sobre lo real de lo que podemos suponer que sabemos por haber llegado a nuestra presente vecindad espacio-temporal después de larguísimos procesos evolutivos.⁴

Fuera de la opción contemplativa de la meditación trascendental sin objeto, que talvez podría llevarnos a un profundo conocimiento de lo real por otra vía, la única opción que nos queda es elaborar modelos y teorías para orientar nuestra acción y aprender algo de los resultados de esa acción; en eso estaríamos de acuerdo con el pragmatismo o pragmaticismo de James, Peirce y Dewey.

Todo esto nos lleva a intentar precisar las cuatro últimas categorías de mi filosofía primera, que después de la TGPS y la TGRI nos llevan a la tercera etapa de la ruta prehistórica, la Teoría General de Modelos y Teorías TGMT: la décima tercera categoría clave, *modelizar o modelar*; la décima cuarta: *teorizar*; la décima quinta: *morfismo o flecha de representación* de un modelo para expresarlo en distintos lenguajes y registros semióticos, y la décima sexta: *morfismo o flecha de interpretación*. Pero para ello necesitaríamos de todas las anteriores y, en particular, de la octava categoría clave, *sistema*, con su tríada *sustrato/dinámica/estructura*, con la que cerramos la TGPS y, por supuesto, también de las tres categorías clave de la TGRI: *representar, interpretar y lenguajear*.

Para esta nueva etapa de la ruta, con el fin de evitar disquisiciones muy abstractas, procuraré en la segunda parte de esta lección inaugural ligar lo más rápidamente posible las categorías clave con la temática que nos convoca: la investigación educativa.

4 La clave está en el retruécano que formuló Piaget contra Kant respecto a la construcción del espacio y el tiempo en el niño: lo que le parece al adulto que es a priori, puede ser a posteriori para el niño, y aunque resulte ser a priori para el individuo, puede ser a posteriori para la especie.

2ª Parte: Modelos y teorías en la investigación educativa

Los sistemas como modelos

Tercer ejercicio

Pensemos en siete frases corrientes en las que aparece la palabra «modelo».

1. Visitamos la casa *modelo* a la entrada de la nueva urbanización campestre.
2. A la entrada del centro comercial había un *modelo* a escala de todo el barrio.
3. Sobre este *modelo* de estilo sastre le podemos hacer un traje a la medida.
4. La Cárcel *Modelo* de Bogotá hace tiempos dejó de ser *modelo*.
5. Una *modelo* muy cotizada lució la moda de invierno.
6. Compró un automóvil último *modelo*.
7. No es fácil formarse un buen modelo *mental* de las relaciones entre el Sol, la Tierra y la Luna.

Desde la Teoría General de Sistemas TGS, integrada ya en la TGPS, podemos describir un *modelo* en forma muy abstracta como un *sistema* construido mentalmente o proyectado «allá afuera» física o socialmente para *representar* subprocesos recortados de lo real, u otros sistemas que asumimos como ya existentes, con el fin de guiar la actividad de los agentes noético-semióticos, en particular la actividad de construcción de otros sistemas nuevos.

La categoría clave para distinguir *modelo* de *sistema* es pues ya la décima, *representar*. Con esta categoría comienza la TGRI. Digamos por ahora que *representar* solo implica que un agente puede interactuar con un subproceso *como si* fuera otro, y que, para el agente, el subproceso con el que interactúa directamente está en el lugar del otro, representa (o re-presenta) o hace presente al otro. Así, esta categoría puede incluir las representaciones míticas, las teatrales, la representación legal, las esculturas y los retratos.⁵

5 Para ello recomiendo el libro de Antanas Mockus (1988), *Representar y disponer*.

El subproceso con el que interactúa el agente puede ser otro agente que representa a un tercer agente, como en el caso del representante legal o apoderado de otro, pero puede darse toda clase de combinaciones y permutaciones de la tríada básica de la categoría clave *representar*: representador-representante-representado, en particular en lo que es para mí la tríada original: [agente] representador-[sistema] representante-[subproceso] representado.

Esa tríada básica también es móvil, pues el agente representador puede ser representante de algo diferente para otro agente, y puede ser el representado por algo diferente con respecto a otro agente, etc.⁶

Las imágenes y los símbolos pictóricos, como los matemáticos o los caracteres chinos, son apenas una modalidad de representantes. Suelen confundirse las imágenes y los símbolos con las representaciones. Por eso he evitado cuidadosamente utilizar «representación» como categoría clave o como miembro de su tríada básica. Utilicé, como es mi preferencia sintáctica, derivada de la primacía de los procesos, primero el verbo «representar». Igualmente, prefiero reservar «símbolo» para los signos que Peirce llamaría «legisignos simbólicos», como distintos de los íconos y los índices.

A finales de los 90, con su presencia en Cali y su libro de 1995 sobre la semiosis y el pensamiento humano, Raymond Duval me enseñó a distinguir las representaciones semióticas *RS*, inicialmente públicas, externas y materializadas, como productos de los registros semióticos de representación *RSR* (Duval, 1995). Las *RS* como productos también pueden ser solo representaciones mentales internas, aunque traicioneras y escurridizas, derivadas de las externas. Los registros semióticos de representación *RSR* completan la propuesta de los sistemas simbólicos que utilicé en la renovación curricular en matemáticas de 1978 a 1993 con la distinción crucial entre el sistema simbólico en el sentido de representación semiótica *RS* como *sistema producido* o producto, y el registro semiótico de representación *RSR* como *sistema productor* de representaciones semióticas materializadas externa o internamente, así sean efímeras.

6 Esta tríada no es paralela a la del modelo triádico del signo para Peirce, ni es parte del modelo tetrádico del signo para Federici; la diada significante-significado en el modelo de Ferdinand de Saussure tampoco es parte de esta tríada. Las relaciones entre las diadas y triadas básicas de la TGPS y las diadas, triadas y tétradas de la TGRI darían para un apasionante capítulo de un tratado de semiótica, lo que podría llevarnos a proponer una péntada. Véase, por ejemplo, Vasco, Zellweger y Sáenz-Ludlow (2009).

Otro aporte para la TGR vino de la lectura atenta de los primeros tres libros del neurólogo portugués Antonio Damasio y luego de su cuarto libro *«Self comes to mind»* (2010, en español *«Y el cerebro creó al hombre»*). En este último propone distinguir «mapa» como el sustrato neuronal e «imagen» como la contraparte consciente, percibida y conocida del mapa. El mapa sería la representación semiótica interna como subproceso neural que podría o no tener la función de representar (pero en este caso sí la tiene), y la imagen (no solo visual sino de cualquier modalidad sensorial) en su relación con lo representado.

El paralelo a esta distinción cognitiva de Damasio es la distinción entre «emoción» como sustrato neuronal, y «feeling» como contraparte consciente, percibida y sentida de la emoción. Así, «feeling» ya podría traducirse como «afecto» o «afección» en el sentido de «afectación subjetiva» por la emoción, en una búsqueda de significación que intenta ir más allá de la propuesta de William James, refinada luego por Walter Cannon y modificada por Baird (aunque me parece que es más cercana a la de Magda Arnold).

Hay que tener muy en cuenta estas dos propuestas de Damasio acerca de distinguir el mapa de la imagen, el primero como configuración materializada y el otro como fenómeno mental percibido por un agente consciente, y la emoción del afecto o afectación subjetiva («feeling»). Un paralelo sería la excitación nerviosa aguda de tipo bioquímico y bioeléctrico como patrón fisiológico y el dolor como fenómeno psicológico. Otra sería la privación de nutrientes y los desequilibrios bioquímicos en los fluidos sanguíneo y linfático, y el hambre como fenómeno mental experimentado por la persona que lo sufre.

En el uso de los modelos en la metodología de la investigación, en particular la educativa, el mapa correspondería a los modelos materiales como prototipos o como facsímiles, y la imagen correspondería a los modelos mentales. El mapa correspondería a las teorías escritas con sus axiomas, definiciones, demostraciones y teoremas, y la imagen a las teorías mentales como habla silenciosa o subvocal en lo que un agente-hablante experimenta como discurso interior con sentido, el cual no puede adjudicarse ni al modelo ni a la teoría sino a la interpretación de cada enunciado de la teoría en el modelo.

Hay pues unos modelos mentales (aquí adentro) y otros extramentales (allá afuera). Hay unos que son facsímiles, otros que son prototipos y otros que son ambas cosas. Los facsímiles se diseñan para representar subprocesos semejantes a ellos (en la dirección del pasado hacia el presente), y los prototipos para iniciar

subprocesos semejantes a ellos (en la dirección del presente hacia el futuro). Un modelo determinado puede tener ambas funciones en distintos momentos.

Como ejemplo de la investigación en la enseñanza de la geometría, puede pensarse en la figura como dibujo en cuanto mapa, y la figura como modelo mental o imagen mental. Así la expresión «razonar sobre la figura» tiene doble interpretación: razonar sobre el dibujo físico, o sobre el modelo mental. Ambos tipos de razonamiento se diferencian de «razonar en la teoría» o «con la teoría», guiándose o no por el modelo o por el dibujo («razonar con la figura» o aun «sin la figura»). Con las herramientas de la TGMT podrá verse que este último tipo de razonamiento «en» o «con» la teoría corresponde a lo que se suele llamar «razonamiento formal» (Formal reasoning FR), mientras que el razonamiento guiado por el modelo se trata en la literatura respectiva bajo el título de «Model-based reasoning MBR » o «Case-based reasoning CBR ». Si se echa a andar (o «a correr») un modelo genérico o esquemático, se habla de MBR , y si el modelo proviene de un caso particular, de CBR . Un caso no puede ser «caso de algo» si no es ya un subproceso modelado, así se represente con tantos rasgos específicos que sea difícilmente repetible.

Puede haber desfases entre la teoría y el modelo. Por ejemplo, lo que designo como «una recta» en mi modelo mental, al dibujarlo en el papel, el tablero o la pantalla no puede carecer de ancho o espesor como se dice en las definiciones usuales de línea recta, pues no sería perceptible. También puede haber desfases entre el modelo mental y el modelo materializado. Por ejemplo, una recta del modelo mental puede aparecer con ligeras desviaciones de curvatura en el modelo materializado o dibujo en el papel. Todavía no he analizado la relación de los modelos y las teorías con *la* realidad como *mi* realidad y de esta con lo real, aunque ya insinué algo al comienzo, antes del mapa de las categorías.

Ahora ya se puede precisar mejor la diferencia entre modelo y sistema, pues esta distinción solo requería la categoría *representar*. Todo modelo es un sistema utilizado por un agente para *representar* otro subproceso u otro sistema, pero no todo sistema es un modelo (aunque podría llegar a serlo si un agente lo utiliza para representar).

La diferencia entre modelo y sistema está pues en el propósito que se le atribuye al agente que construye el sistema: un modelo es un sistema mental que se construye para *representar* a un subproceso o a otro sistema o proceso.

Recuérdese lo dicho al comienzo de la segunda parte acerca de que *representar* a otro no se reduce a ser una imagen del otro, sino que puede incluir muchas otras maneras de permitirle al agente interactuar con un subproceso en lugar de hacerlo con el otro, así como otras concreciones culturales de estar en lugar de, de estar como, o de fungir en vez de otro.

Como todo modelo es un sistema, podemos precisar tres aspectos que tiene todo modelo con los tres aspectos que la TGPS propone para todo sistema: el *sustrato*, la *dinámica* y la *estructura*, que es la tríada de la octava categoría clave. Esta tríada se remite a las categorías contrastantes de los componentes y el trasfondo (4ª y 5ª) y a las relaciones y operaciones (6ª y 7ª).

El *sustrato* es el conjunto de componentes que seleccionamos y recortamos del trasfondo o campo subyacente, llamado en inglés «background». Es clave para la metodología de la investigación no olvidar que el trasfondo o «background» es espacio-temporal o cronotópico y que los componentes surgen y se seleccionan en el tiempo; por lo tanto, pueden cambiar, moverse o desaparecer.

La *dinámica* es el conjunto de operaciones, transformaciones o transiciones que construimos mentalmente para reparar los cortes y congelamientos temporales y recuperar el dinamismo de los procesos. La *dinámica* se refiere principalmente a las transformaciones y movimientos en el tiempo, y para dominar la *dinámica* de un sistema es necesario adquirir destrezas finas en la cronología y la cronotopía, pues las representaciones externas de lo temporal se hacen generalmente en lo espacial y al terminar de producirlas quedan estáticas. Al dibujar un segmento de recta, lo hacemos en el tiempo y con una orientación específica, por ejemplo de izquierda a derecha en nuestra cultura, pero apenas terminamos de dibujarlo, queda fijo y estático, y se olvida el sentido del trazo dinámico. Aun si dibujamos una flecha para representar un movimiento o una acción, apenas terminamos de pintarla en el tablero se queda quieta, y los pequeños ángulos que pintamos en su punta y su cola no logran recapturar el movimiento.

La *estructura* es el conjunto de relaciones que construimos mentalmente para reparar los cortes espaciales y recuperar la interconexión entre los componentes que recortamos. La *estructura* se refiere principalmente a las restricciones respecto al movimiento y al cambio, y apunta más a la permanencia, a la rigidez, a la estabilidad. A veces se habla de la red de relaciones del sistema como «la estática del sistema», para oponerla a «la dinámica del sistema». Un sistema que solo tenga estructura se llama «sistema estático», y si tiene estructura y *dinámica*, «sistema dinámico».

Con la precisión ganada así para los tres aspectos que tiene todo sistema, podríamos describir más detalladamente un modelo mental como un sistema que construimos para representar un subproceso en el que desagregamos, desglosamos, cortamos, recortamos o diseccionamos algunos componentes o elementos, e intentamos reparar los cortes, incisiones o de-cisiones por medio de relaciones, correspondencias, referencias, nexos, conexiones, lazos, vínculos o enlaces («links») entre ellos. Este sería un modelo con sustrato y estructura, pero sin dinámica, que llamamos «modelo estático». Si además tratamos de modelar las acciones y actividades a través de operaciones o transformaciones mentales, tendríamos un modelo con sustrato, dinámica y estructura, que llamamos «modelo dinámico».

Estas consideraciones permiten precisar la diferencia entre un sistema estático y un sistema dinámico, utilícese o no como modelo. Así puede develarse el abuso de la expresión «sistema dinámico» en ciertos discursos en la investigación educativa y en la psicología cognitiva que quieren valorizarse por el uso impreciso y engañoso de la teoría matemática de los sistemas dinámicos. Algo parecido sucede con el abuso de la teoría matemática de la complejidad y con la teoría de los fractales, utilizados por algunos escritores con muy pocos conocimientos matemáticos sobre los algoritmos y las funciones recursivas para deslumbrar a sus lectores.

La consecuencia central de lo anterior para la metodología de la investigación es que todo proyecto de investigación tiene como propósito crear o modificar un modelo mental del subproceso investigado, junto con una teoría que lo precise y refine en cuanto a la explicitación discursiva del sustrato, la estructura y la dinámica de ese modelo.

Esto requiere explicitar más en detalle qué entendemos por *dinámica* y por *estructura* del modelo, lo cual nos lleva a explicitar en qué sentido entendemos las operaciones y las relaciones en la TGPS, que corresponden a las categorías sexta y séptima de mi filosofía primera.

La operación y la relación

Desde la Teoría General de Procesos y Sistemas TGPS podemos describir una *operación* a partir de la segunda categoría clave del *agente* y de su *actuar* como una especie de acción, de transformación, de actividad, de esfuerzo, de trabajo, de tarea... sin lograr salir de un círculo verbal o círculo léxico que nos obliga a

repetirnos hasta que logremos hacer algo como ejemplo de acción, actividad, tarea, operación o transformación.

Desde la TGPS podemos describir una *relación* como un nexo entre dos o más elementos o componentes de un sistema. Pero simplemente hemos introducido un sinónimo de relación: nexo. Podemos buscar otros: vínculo, lazo, enlace, correspondencia, referencia, correferencia, etc. Pero no podemos intentar definir o describir ninguno de esos sinónimos sin lograr salir de un círculo verbal o círculo léxico que nos obliga a repetirnos hasta que logremos poner ejemplos de lo que nos parece ser una relación.

Por ahora, digamos que una relación es un artificio mental que utilizamos para reparar un corte espacio-temporal que podríamos llamar «longitudinal» o «lateral» entre dos o más subprocesos. Al recortarlos como componentes o elementos de un conjunto o clase, reparamos el corte con relaciones entre ellos y entre ellos y nosotros. En resumen, tratamos de compensar la pérdida de complejidad espacio-temporal que ocasionamos con los cortes de subprocesos coexistentes o sucesivos en el río de Heráclito por medio de relaciones, lazos o vínculos entre los componentes recortados y el agente recortador.

Así mismo, digamos por ahora que una operación es un artificio mental que utilizamos para reparar un corte transversal entre fases o momentos sucesivos de un subproceso. Al recortarlos como componentes o elementos de una narrativa, guión, historia, relato, etc., reparamos el corte no solo con relaciones que intenten reparar los cortes sino también con operaciones que intenten recuperar los cambios temporales y las transiciones entre estados aparentemente estables que creemos reconocer en esos subprocesos. Estos intentos de reparación son la contrapartida del estudio del movimiento, el cambio y sus causas en la filosofía clásica, disuelto por Hume como una ilusión de contigüidad y reconstruido por Kant como el *a priori* de la causalidad. En resumen, tratamos de compensar la pérdida de complejidad temporal, que llamamos el dinamismo de los procesos, río arriba y río abajo del río de Heráclito, por medio de operaciones o transformaciones entre los subprocesos recortados y los agentes recortadores. Con las operaciones de la dinámica del modelo tratamos de reconstruir el dinamismo del proceso que intentamos modelar.

Al hablar de «conceptos», casi siempre pensamos en conjuntos o clases de elementos o en sus propiedades, los cuales parecen referirse solo a los componentes del sustrato, y no solemos caer en la cuenta de que, según la TGPS, tiene que

haber también conceptos relacionales y conceptos operacionales para pensar la estructura y la dinámica. Estos conceptos de los dos últimos tipos encuentran su contrapartida lingüística en lo que llamamos «predicados» o «sintagmas predicales» y «transductores» o «sintagmas transductivos», mientras que los sintagmas nominales expresan los elementos y los conjuntos de componentes del sustrato (véase Vasco, 2000).

¿Dónde están los sistemas?

En una primera aproximación, pensaríamos que en el universo, en el mundo, en lo real o en la realidad –todo eso nos parece «lo mismo»– hay muchos sistemas por todas partes, como la Vía Láctea, el sistema solar, el sistema político colombiano, el sistema de información de la DIAN, el sistema universitario estatal, el sistema escolar oficial, el sistema de semáforos de Bogotá, etc.

Creemos que cada sistema social está formado por personas como nosotros como componentes, y que cada uno de nosotros tiene un sistema nervioso, un sistema respiratorio, uno cardiovascular, uno osteo-muscular, etc. Nos da vergüenza hablar del génito-urinario, pero lo damos por obviamente existente en nuestros modelos mentales de hombres y mujeres. Nos parece que cada computador es un sistema informático, que las moléculas son sistemas de átomos y que los átomos son sistemas de partículas subatómicas. Los sistemas parecen estar por todas partes «allá afuera» y «aquí adentro».

Si tomamos la Teoría General de Sistemas TGS por sí sola, pareciera entonces que el trabajo científico, o el teórico, o el académico de todas las ciencias naturales, sociales y humanas consistiera en construir sistemas mentales allá adentro del cerebro que fueran buenos modelos de los sistemas que hay en la realidad allá afuera de la mente. Nos parece también que lo más necesario para el trabajo científico, o el teórico, o el académico interdisciplinario y transdisciplinario debería ser desarrollar y refinar la Teoría General de Sistemas TGS. Pero ni siquiera hemos dicho qué es una teoría, aunque sí hemos dicho que la TGS se subordina e integra a la TGP para producir la TGPS, la cual, por medio de la TGRI, nos permite desarrollar la teoría de los modelos mentales de los subprocesos recortados por los agentes, cada modelo con sus teorías respectivas. La teoría de los modelos con sus teorías, la TGMT, completaría así la tercera etapa de la ruta de la filosofía primera.

En este momento del despliegue de la TGPS con la ayuda de la TGRI, *representar* resultaría equivalente a *modelar*, y *representación* a *modelo*; pero pronto caeríamos en la cuenta de que se puede representar lingüísticamente el mismo subproceso ya representado por un modelo mental también por medio del lenguaje articulado; así, *representar* es más amplio que *modelar*: no toda representación es un modelo, así pudiera llegar a serlo. Caeríamos así a uno de esos círculos lingüísticos o léxicos en los que los intentos de definición empiezan a repetir sinónimos sin poder avanzar más allá de la comprensión inicial de un término, como lo encontramos en el caso de componente o elemento; de agregado, conjunto o clase; de operación o transformación, y en el de relación, nexos o lazos.

Nótese que el inicio he hablado de los modelos como construcciones mentales. Lo mismo dije de los sistemas. Aun lo que parece ser un sistema «allá afuera», o «extramental», es un proceso que pensaríamos que podrá ser fácilmente modelable, generalmente porque aparenta tener fronteras claras o porque fue construido por otros o por nosotros mismos.

En la TGPS el universo no es tan sencillo como en la TGS: «allá afuera» no hay sistemas. Los sistemas son apenas herramientas mentales que utilizamos para «vérnoslas con» los subprocesos o «defendernos de» ellos (en inglés, «cope with»). La actividad de los agentes noético-semióticos se reduce a desviar, frenar, evitar, mantener o acelerar subprocesos, directa o indirectamente. Pero también se vio que es más fácil para la comunicación extender el uso de «modelo» desde el modelo mental hacia los modelos «allá afuera», materializados en dibujos o diagramas, gráficos e íconos, pinturas o esculturas. Esto se aclaró un poco más con la reflexión precedente sobre la distinción entre mapa e imagen según Antonio Damasio.

Igualmente, hemos visto en la primera parte que podemos extender el uso de «sistema» desde la construcción mental «aquí adentro» hacia los sistemas «allá afuera», con tal de que los pensemos como proyecciones de nuestros sistemas mentales hacia los subprocesos que intentamos modelar con los sistemas mentales.⁷

Esta extrapolación o proyección es especialmente útil cuando ese subproceso extramental fue construido por un agente con un plan o un modelo mental

⁷ Aunque desde la primera página hemos jugado reiterativamente con estas dos expresiones, podría ser conveniente revisar de nuevo la sección «Un segundo ejercicio de depuración conceptual», en la que se afina la contraposición entre «aquí adentro» y «allá afuera» («in here» and «out there»).

fácilmente replicable. Pero no podemos descuidar las cautelas de recordar que esos modelos y sistemas extramentales son también –y primariamente– subprocesos, y que como tales desbordan todos los modelos mentales, pero también los deforman, traicionan, limitan y extienden en forma difícilmente controlable y, con frecuencia, incontrolable.

¿Dónde está el lenguaje?

Desde el título de este escrito, y desde las frases iniciales de la segunda parte en las que utilizamos la palabra «modelo», hemos estado «lenguajeando».⁸ Tanto estuvo lenguajeando quien escribió el texto, lo revisó y lo reescribió innumerables veces como los que lo leemos y releemos, dialogamos con él, aceptamos algunas afirmaciones y ponemos en duda o rechazamos otras, Durante todo este tiempo hemos estado haciendo uso del lenguaje.

Es tan inescapable el uso del lenguaje, que con frecuencia ha surgido en muchos escritores –al menos desde Wilhem von Humboldt– la hipótesis de que todo es lenguaje y solo hay lenguaje; de que el pensamiento es solo lenguaje internalizado, y de que lo real es solo una construcción hecha a través de los discursos socialmente compartidos. Esta generalización ha recibido distintos nombres, como «hipótesis de Sapir-Whorf», «giro lingüístico», «giro discursivo» u otros.

Al menos dos hechos tozudos nos cuestionan esa generalización: si por lenguaje entendemos el lenguaje articulado de la conversación, el diálogo, la lectura y la escritura, parece que –al menos durante unos meses– los bebés no tienen lenguaje, sino que emiten sonidos y hacen movimientos que los adultos cercanos interpretamos como lenguaje. Segundo, tampoco los animales –al menos los que llamamos «inferiores»– tienen propiamente lenguaje; ni siquiera tienen un sistema nervioso suficiente para producirlo o interpretarlo. Si aceptamos alguna forma de la teoría de la evolución, ella misma nos pone en dificultades para declarar que lo real y la realidad se agotan en el lenguaje y en las construcciones discursivas.

⁸ Desde la primera edición de la Lección Inaugural de 2011, sentí la necesidad de separar la categoría lenguaje (ahora la 12ª), como una manera muy específica de representar (ahora la 10ª), para hacer más coherente la distinción modelo/teoría. y explicar la mayor dificultad en comunicar los modelos que las teorías. La 11ª categoría, interpretar, hace más coherente la denominación de la última categoría, el morfismo o flecha de interpretación de una teoría en un modelo.

Desde la Teoría General de Procesos y Sistemas TGPS, *lenguajear* es solo un tipo de subproceso, una cierto tipo de acción o actividad de algunos actores; no puede pues agotar todas sus acciones o actividades ni las de todos los actores.

Lo real incluye por supuesto los actores que *lenguaje*an; en los agentes noético-semióticos cada modelo mental va siempre acompañado por alguna forma de lenguaje y se reconfigura constantemente por el lenguaje y por el intento de recordarlo, comunicarlo, describirlo y refinarlo a través del lenguaje. Pero no todo lenguaje es articulado o «digitalizado». Puede ser solo analógico o «análogo». Para precisar el significado de «teoría» me restringiré al lenguaje articulado, a las distintas lenguas habladas o escritas. A cada subsistema de lenguaje articulado que acompaña al modelo del subproceso lo llamaré «su teoría». Podríamos decir también «sus teorías», pues a cada modelo le pueden corresponder múltiples teorías. Ya veremos que también a cada teoría le pueden corresponder múltiples modelos.

Los modelos son sistemas no lingüísticos que configuramos para representar subprocesos. Las teorías son sistemas lingüísticos que configuramos para hablar sobre nuestros modelos. Los modelos son imaginados. Las teorías son *lenguaje*adas. Los modelos son análogos o analógicos. Las teorías son articuladas, digitales o digitalizadas.

La teoría de cada modelo tiene unos aspectos más descriptivos con los que cada uno de nosotros trata de precisarse a sí mismo y de comunicar a otros su propia construcción mental, y otros más explicativos y prescriptivos con los que precisamos, delimitamos, restringimos, extendemos o potenciamos el modelo. Los aspectos más descriptivos se van configurando con una cierta independencia, hasta permitir que el mismo modelo pueda servir de interpretación para varias teorías; los aspectos explicativos y prescriptivos se van configurando con cierta independencia, hasta permitir que la misma teoría se pueda interpretar en varios modelos.

De nuevo la décima categoría clave: representar

Para recopilar lo dicho anteriormente, en esta categoría se trata de considerar las distintas maneras en las que algo puede estar en lugar de algo diferente. No quiero incluir la semejanza como el aspecto más importante de la representación,

pues puede estar ausente, ni quiero reducir la representación a las imágenes visuales, auditivas, motoras, etc. Esas imágenes pueden ser representaciones, pero no toda representación es una imagen. Ya vimos que una representación puede ser una palabra o una persona que representa a otra, como el actor en el teatro, el representante legal de una persona jurídica, o el embajador plenipotenciario que representa a un país, un gobierno o un mandatario extranjero.

El origen etimológico de «representación» es «re-presentar», «volver a presentar» o «hacer las veces de», como en el caso del embajador plenipotenciario mencionado. Su uso también tienen qué ver con el teatro, con la liturgia y otras actividades en las que alguien toma el lugar de otro, como lo vimos antes y nos lo explica Antanas Mockus (1988) en el libro mencionado, *Representar y disponer*.

En la metodología de la investigación, el modelo representa el subproceso en el sentido de que se puede actuar sobre el primero y ponerlo a funcionar mentalmente para prever lo que puede suceder con el segundo si se logra «echar a andar» o «a correr» el modelo mental en la forma en que la teoría lo contempla. El flujo mental del modelo guiado por la teoría puede después compararse con el curso del subproceso, y los fenómenos sucesivos asociados al mismo pueden contrastarse con los cambios previsibles según la dinámica del modelo. De nuevo, la verdad como adecuación del modelo o de la teoría con el proceso real queda sustituida en la TGPS, la TGRI y la TGMT por el éxito en la orientación y coordinación de las acciones sugeridas por el modelo y la teoría.⁹

Otras dos categorías clave: modelar (o modelizar) y teorizar

Estas dos categorías se podrían resumir en la díada *modelo/teoría*. Como en muchos casos de la literatura científica y filosófica, las palabras terminadas en «-ción» no distinguen claramente entre el proceso y el producto. Al proponer los verbos «modelar» y «teorizar», propongo que pensemos más en los procesos de producción de un modelo o de una teoría que en el modelo mismo o en la teoría específica que hayamos producido.

⁹ Como lo indiqué antes en el texto y en la nota correspondiente, es conveniente estudiar también estos aspectos de coordinación de la representación con lo que ocurre «allá afuera» en el mismo libro de Antanas Mockus (1988), *Representar y disponer*.

Resumiendo lo anterior, en la vida cotidiana y en la investigación científica empezamos por formarnos modelos mentales de los subprocesos que recortamos de otros procesos, y desde que llegamos a adquirir algún dominio del lenguaje articulado, empezamos a «lenguajear»: a «echar teorías» sobre esos modelos mentales, y a precisar nuestros modelos de acuerdo con nuestras teorías y lo que vamos ganando en los intercambios con otros agentes pensantes y lenguajeantes.

Aprender a hablar no es solo «a hablar», pues se trata de aprender a escuchar, a hablar de algo, sobre algo, con alguien y para algo y, después, a leer y escribir. Ya precisamos desde la TGPS y la TGRI que, cuando hablamos, lo hacemos desde los modelos, sobre los modelos y para orientar y coordinar la acción. Utilizamos los modelos y las teorías para navegar por entre los procesos del río de Heráclito de manera que podamos lograr nuestros propósitos. Lo que hablamos en lenguaje articulado son las teorías de los modelos mentales que activamos al hablar.

Como se dijo arriba, los modelos son sistemas no lingüísticos que configuramos para representar subprocesos. Las teorías son sistemas lingüísticos que configuramos para hablar sobre nuestros modelos.

Los procesos, las acciones o las actividades de los actores se pueden orientar, modular o refinar por medio de los modelos aun antes de que haya lenguaje articulado, tanto en la evolución de los primates no humanos como en la infancia de los bebés. Una vez que somos capaces de describir nuestros modelos con distintos lenguajes articulados o no, y de teorizar sobre ellos y con ellos en lenguajes articulados, los modelos van cambiando y refinándose más y más, hasta el momento en que nos queda imposible saber si nuestros modelos actuales son o no anteriores a nuestras teorías.

En la medida en que se desarrolle y perfeccione el lenguaje articulado, se van desarrollando y perfeccionando los modelos con la ayuda de las teorías previamente formuladas; estos modelos transformados se van haciendo más potentes para orientar, modular y refinar las actividades, acciones y procesos, especialmente en la coordinación social de los intentos de desviar, frenar, acelerar o modificar procesos y subprocesos. Es probable que algunos de nuestros modelos actuales sean todavía anteriores a nuestras teorías, pero es poco probable que la mayoría de nuestros modelos disponibles en nuestra enciclopedia mental no hayan sido ya cambiados y refinados por las teorías.

Desde el punto de vista de la metodología de la investigación en las ciencias antrópicas, este papel de orientación y coordinación de la acción que juegan los modelos y las teorías producidos por los investigadores es el más importante de todos. No es así en las ciencias formales como la lógica y las matemáticas, pues en ellas se estudian los modelos y las teorías por sí mismos sin importar su potencia para orientar las acciones de los agentes ni su capacidad para anticipar el flujo de los procesos de la vida real en el tiempo.

En ese sentido, para las ciencias antrópicas el éxito en lograr las intenciones que pretenden los agentes en su actividad a través de esa orientación y coordinación sustituye a la verdad en un acercamiento más pragmático o pragmaticista que lógico o epistemológico a los modelos y las teorías desde la TGPS, la TGRI y la TGMT.

De los modelos mismos no se puede pues decir que son verdaderos ni falsos. Esos predicados no se aplican a los modelos mentales ni a los resultados de intentar diagramarlos y comunicarlos con modelos gráficos o plásticos públicamente. Dichos predicados tampoco se aplican a las teorías como sistemas lingüísticos globales, sino, a lo más, a algunos enunciados de una teoría, pues muchos enunciados no pueden tampoco llamarse verdaderos ni falsos cuando los actos de habla respectivos son interrogativos, imperativos, promisivos, optativos, etc. Solo un enunciado declarativo puede considerarse verdadero o falso, pero no en sí mismo como fórmula bien formada, sino como interpretado en un modelo específico, en general oculto para el interlocutor.

Se necesitan lenguajes predominantemente narrativos y descriptivos, apoyados en gestos y dibujos, para tratar de comunicar cómo son nuestros modelos mentales, y otros lenguajes más declarativos y explicativos para tratar de comunicar qué dicen nuestras teorías.

Tanto los componentes como las operaciones y las relaciones de un modelo pueden transformarse en el tiempo, porque nosotros u otros agentes seguimos ejerciendo acciones, actividades o transformaciones sobre nuevos subprocesos, que modelamos con más o menos componentes, operaciones o transformaciones mentales sobre ellos. Pero las reformulaciones de las teorías son fáciles de comunicar a quienes dominen nuestros lenguajes articulados, mientras que los modelos y sus transformaciones seguirán siendo difícilmente comunicables.

La TGMT extiende pues a todas las ciencias formales y fácticas, antrópicas y preantrópicas la teoría de modelos de la lógica matemática (ver por ejemplo el texto de Chang y Keisler, 1973) y la propuesta epistemológica neo-estructuralista de Baltzer, Moulines y Sneed (1987), con el fin de precisar la reformulación del programa popperiano que hizo Imre Lakatos sobre los programas de investigación progresivos y regresivos. En cada propuesta de explicación o comprensión de cierta clase de fenómenos, el reto correspondiente es separar los modelos mentales de las teorías y explicitar los morfismos o flechas de representación y de interpretación.

Las dos últimas categorías clave: morfismos o flechas de representación y de interpretación de una teoría en un modelo

Ahora es necesario reflexionar sobre las formas de enlazar o relacionar activamente las teorías con los modelos. La idea básica se plasma en las dos últimas categorías clave, las de *morfismos o flechas de representación y de interpretación*. Cada una de estas flechas o morfismos tiene que ser al menos triple: debe servir para expresar (o para interpretar) los términos, los transductores y los predicados de la teoría. Los términos o sintagmas nominales se expresan (o se interpretan) como elementos o componentes del sustrato del modelo; dichos componentes pueden ser simples o compuestos, como colecciones, conjuntos o subsistemas. Los transductores, modificadores o sintagmas transductivos o modificativos se expresan (o se interpretan) como operaciones o transformaciones de la dinámica del modelo respectivo. Los predicados o sintagmas predicales (que a veces se llaman ambiguamente «sintagmas verbales») se expresan (o se interpretan) como relaciones de la estructura del modelo, o sea que son lazos, nexos o correspondencias entre componentes del sustrato de los modelos.

Es tan íntima esta actividad interpretativa que representamos por las flechas o morfismos –que van de cada pieza de una teoría en lenguaje articulado público o privado hacia los componentes, operaciones y relaciones de los modelos mentales– que podría sustituirse la pareja *modelo/teoría* por la tríada *modelo/teoría/morfismo o flecha de interpretación*. Pero prefiero separar estas dos últimas categorías para enfocar la atención en la actividad mental noético-semiótica que ocurre continuamente en nuestro cerebro, que podríamos también modelar

como la búsqueda reiterativa de referencias en las páginas derechas de nuestra enciclopedia mental, en donde están los modelos mentales que almacenamos predominantemente en el cerebro derecho, para asociarlas a cada trozo de las teorías en lenguaje articulado que vamos seleccionando de las páginas izquierdas de nuestra enciclopedia mental, en donde están las huellas o engramas de las fórmulas bien formadas de las teorías que maneja predominantemente el cerebro derecho.

Este es la actividad mental en el sentido «de izquierda a derecha» que llamé *semiosis interpretativa* o *inyectiva*, que se activa con la detección del sintagma o pieza de la teoría procesada en el cerebro izquierdo y busca la referencia en el modelo que se activa en el cerebro derecho. La otra dirección es igualmente difícil de analizar y describir: es la actividad mental en el sentido «de derecha a izquierda» que llamé *semiosis expresiva* o *proyectiva*, que se activa con la detección del procesamiento de un modelo que se «echa a andar o a correr» en el cerebro derecho y busca el registro semiótico más prometedor para expresarlo a través de una representación semiótica apropiada, que se procesa predominantemente en el cerebro izquierdo.

En la pareja *modelo/sistema*, el constructo más abstracto es el de sistema, como agregado mental de tres aspectos: un conjunto de componentes o elementos (sustrato), un conjunto de operaciones o transformaciones mentales (dinámica) y un conjunto de relaciones o nexos (estructura). El concepto de sistema se refiere a ambos componentes de la díada *modelo/sistema*. Si un sistema se utiliza para representar directamente un subproceso en alguna de las modalidades analógicas del cerebro, ese sistema es un modelo mental.

Todo modelo es pues un sistema, pero si un sistema se utiliza para interpretarlo en un modelo mental y se almacena y procesa en la modalidad digitalizada del cerebro derecho que llamamos «lenguaje articulado», ese sistema es una teoría. Toda teoría es pues también un sistema, pero el modelo representa directamente el subproceso, mientras que la teoría solo lo representa indirectamente a través de las interpretaciones de cada fórmula de esa teoría en el o los modelos respectivos.

Como recopilación de lo anterior, recuérdese que inicialmente se habló de los modelos como construcciones mentales. Lo mismo sucedió con los sistemas. Reitero algunas formulaciones centrales de lo dicho hasta ahora: aun lo que parece ser un sistema «allá afuera», extramental, es un proceso que nos parece fácil-

mente modelable, generalmente porque fue construido por otros o por nosotros mismos. En la TGPS los sistemas son solo herramientas mentales que utilizamos para «vérmolas con los procesos»: la actividad de los agentes se reduce a evitar, desviar, frenar, mantener o acelerar subprocesos, directa o indirectamente.

Cuarto ejercicio de depuración conceptual

Tratemos de pensar de nuevo por qué la gente cree con frecuencia que los sistemas son los computadores, y con más frecuencia, cree que los computadores son sistemas «allá afuera». En la TGPS los sistemas no son los computadores ni los computadores son sistemas. Los computadores pueden considerarse mentalmente como sistemas (mentales, por supuesto) y también como subprocesos configurados o diseñados a partir de sistemas mentales. Solo *parecen* ser sistemas «allá afuera». La prueba de que no lo son es que se dañan, se oxidan, se rompen, se «caen», frustran al usuario y parecen tener «voluntad propia». Son pues subprocesos que parecen nadar cerca de nosotros en el río de Heráclito, con relativa independencia del proceso que podemos identificar como «nuestro cuerpo».

En caso de querer referirnos a esos subprocesos diseñados y contruidos allá afuera como «sistemas», pudiera ser útil hacer una concesión al lenguaje ordinario en el caso de algunos artefactos, al menos para los contruidos por nosotros mismos, como computadores, herramientas, automóviles y otros semejantes. Así, podríamos hablar de «sistemas extramentales» o «sistemas artificiales»; pero, estrictamente hablando, en la TGPS los sistemas son solo herramientas mentales, y el peligro que se corre al hablar de sistemas extramentales o artificiales en otras teorías es que se olvida que esa es una extensión abusiva de la octava categoría clave *sistema* y que seguramente se está desoyendo el llamado a cuidarse de la falsa transparencia de los sistemas mentales, especialmente de los que llamamos arriba «teorías».

Aforismo 1: Cuidado con la falsa transparencia de las teorías.

Crear que «el sistema educativo», o «el sistema judicial» o «el sistema universitario estatal» o «el sistema de información del DAS» es un sistema allá afuera es, desde el principio, comenzar mal el análisis de esos subprocesos que creemos ser sistemas. Las conclusiones de dichos análisis, si se hacen con todo el cuidado del caso, deben incluir precisiones sobre los sentidos en los que «allá afuera» no existen tales sistemas, y recordatorios de que las teorías que nos enuncian

los expertos en ese tipo de sistema son transparentes solo para ellos; pero para todos los que las oímos o leemos son opacas respecto a los modelos mentales en los que las interpretan y a los morfismos o flechas de representación con los que ellos mismos las expresan.

Las teorías de la complejidad

Vimos arriba que en una descripción inicial, como las que se encuentran en los libros de texto, diccionarios o enciclopedias, se suele describir un sistema como una colección de componentes con sus relaciones. Eso solo describe los sistemas estáticos. Un sistema estático solo tiene sustrato y estructura, pero no dinámica. Los sistemas dinámicos como construcciones mentales tienen operaciones o transformaciones que representan esquemas de acción, prácticas u operadores que cambian el estado del sistema, las cuales agrupamos en el tercer aspecto que llamamos *la dinámica del sistema*. La dinamicidad de los procesos reales se modela por medio de la dinámica de los sistemas.

La complejidad de los procesos se modela por medio de la cantidad de componentes, de operaciones y de relaciones de los modelos. En la TGPS hay pues tres tipos muy precisos de complejidad de los sistemas (y en particular de los modelos y de las teorías): complejidad componencial, operacional y relacional. Sin esta distinción, el adjetivo «complejo» no agrega información a ninguna teoría cuidadosamente formulada. No sé de ningún proceso ni subproceso humano que no sea muy complejo.

El aporte principal de las llamadas «teorías de la complejidad» o «epistemologías de la complejidad» es el llamado a no confundir los modelos con los procesos reales, porque los modelos son necesariamente simplificados, puesto que los procesos modelados siempre son más complejos que los modelos más complicados que nos podamos imaginar. El mensaje de esas teorías o epistemologías lo podríamos resumir en otro aforismo:

Aforismo 2: Cuidado con la falsa transparencia de la simplificación.

Pero fuera de esta importantísima cautela crítica, esas teorías o epistemologías no aportan nada positivo para la TGPS, ni para la TGRI, ni para la TGMT. No hay alternativa a la simplificación y a la modelación de subprocesos por sistemas necesaria-

mente simplificados. Más aún, esas teorías o epistemologías de la complejidad paralizan el trabajo de modelación y teorización por condenar la simplificación y por hacernos creer que de alguna manera podríamos llegar a pensar un proceso en toda su complejidad. Vana ilusión. Solo hay trabajo académico y científico sobre modelos simplificados. Las alertas contra la simplificación contradicen los llamamientos rituales a utilizar el pensamiento sistémico, pues ese pensamiento es necesaria y drásticamente simplificador.

Si los modelos se complejizan mucho, se vuelven demasiado oscuros para la teorización e inútiles para potenciar las prácticas. No hay que olvidar que nuestro cerebro no llega ni de lejos al billón de neuronas (tiene alrededor de cien mil millones, una décima parte de un billón). Aun suponiendo que cada neurona tenga unas diez mil conexiones con otras neuronas, llegaríamos a mil trillones de conexiones, todavía muy lejos de un cuatrillón. Para tener un estimativo modelable mentalmente de ese número, es saludable averiguar cuántas moléculas de agua hay en un vaso, o cuántas moléculas de distintos gases inhalamos en una sola respiración.¹⁰

Sistemas, modelos y teorías

Una teoría es un sistema de enunciados. Se entiende que los enunciados están formulados en un lenguaje articulado, como la lengua natural o la técnica. Toda teoría es pues también un sistema, un agregado mental con sus tres aspectos: el sustrato con sus componentes, la dinámica con sus operaciones y la estructura con sus relaciones. Pero un sistema solo es una teoría si su sustrato está compuesto de expresiones o formulaciones lingüísticas.

Hay sistemas representados analógicamente que pueden describirse con gestos, dibujos, esculturas, etc. Esos sirven como modelos. Otros se representan digitalmente, con frases, palabras y sonidos como en los lenguajes articulados hablados; con letras o símbolos pictóricos como en las lenguas escritas, o con gestos digitalizados como en la Lengua de Señas Colombiana. Esos sistemas

¹⁰ Para esa comparación, el número de Avogadro es aproximadamente $0,602 \times 10^{24}$, o sea 602.000 trillones de moléculas por mol. De esta manera, una cajita con 24 barritas de lapicero -o un frasquito con unos 12 gramos de grafito en polvo- puede tener 600 veces más moléculas de carbono 12 que conexiones tiene nuestro cerebro.

digitalizados sirven como teorías. Pero recordemos que las teorías son primeramente sistemas mentales, de lo cual no se sigue nada respecto a su «existencia allá afuera».

El lenguaje articulado escrito, que puede tener unos cinco o seis mil años de aparición en la historia, es el que nos sugiere decir que una pared con jeroglíficos, un pergamino, un libro u otro documento también es una teoría «allá afuera», aunque sea apenas estática. Pero lo que hay en la esfera pública supone que algunos escribas tenían esas teorías «allá adentro» en su esfera privada, y que esos jeroglíficos no son solo un juego de patrones geométricos grabados al azar por artesanos ignorantes sino que representan esas teorías.

Una teoría programada en un computador digital, que solo apareció hace medio siglo, podría llamarse también «una teoría allá afuera», no solo estática sino dinámica. En la investigación en educación matemática hablamos del *software* de geometría dinámica como un «paquete informático» que tiene incorporada una teoría geométrica. Pero es solo una lista de instrucciones que proceden de un programador que quería delegar a la máquina una actividad que ya había recortado y sistematizado como una sucesión de esquemas de acción. Es una situación nueva en la historia, que nos permite utilizar modelos de la computación o la Inteligencia Artificial para refinar la TGPS, la TGRI y la TGMT.

Las teorías solas no dicen nada. Solo dicen algo cuando se interpretan en un modelo mental. Si la misma teoría digitalizada se interpreta en dos modelos diferentes, la una no dice lo mismo que la otra, aunque el que escucha oiga lo mismo o el que lee lea lo mismo. Una misma teoría puede pues tener muchos modelos mentales asociados, y un mismo modelo mental puede dar lugar a muchas teorías que puedan interpretarse en él.

Si asumimos una cierta comprensión del constructo mental *sistema* y recordamos que todo sistema puede ser utilizado como modelo, podemos ahora redescubrir muy apretadamente el constructo mental *modelo* en la otra dirección:

Un modelo es un sistema diseñado mentalmente para representar un subproceso.

Ahora sí podemos decir que puede haber modelos mentales o modelos extra-mentales, como personas-modelo (para imitar), mujeres-modelo o modelos para

lucir modas, apartamentos modelo, modelos del Partenón de Atenas, modelos de relojería para el sistema planetario, etc. Ese fue el tercer ejercicio con el que comenzamos la segunda parte de esta Lección Inaugural.

En principio, como vimos arriba, también podemos distinguir dos tipos de modelos: los facsímiles y los prototipos. También los podemos dividir entre modelos estáticos (con sustrato y estructura pero sin dinámica) y modelos dinámicos. Los modelos estáticos no son muy útiles, pues no podemos echarlos a andar. Sirven para modelar subprocesos que avanzan muy lentamente para nuestros ritmos temporales y para producir fotografías mentales o instantáneas de los modelos dinámicos. A lo que describe una de esas descripciones de una instantánea mental lo llamamos «estado» del sistema. Los modelos dinámicos sí se pueden «echar a andar», o «ejecutar», o «hacer correr», o simplemente «correr» («run», «runnable models»). Eso permite las anticipaciones, predicciones y retrodicciones que guían la acción, y permiten que las teorías nos ayuden a formular esas predicciones de manera que puedan comprobarse o falsarse. Solo se falsa una proposición hipotética derivada de una teoría para unas condiciones particulares dadas, no toda teoría. Pero tampoco podemos decir que el estado futuro del modelo que predice la teoría es verdadero o falso. Solo podemos decir que se acerca o se aleja del estado vivido por el agente noético-semiótico si va nadando en el río de Heráclito cerca del subproceso modelado. Podríamos más bien decir que el modelo mental parece estar bien sintonizado con el subproceso real que pretende modelar.

Esa sintonía puede ser tan fina y recurrente, que tendemos a confundir el modelo con el proceso real que pretende modelar y que nuestra teoría «es verdadera», o más grave aún, «es la verdad», y creemos haber llegado al «verdadero modelo» y a la «verdadera teoría». Pero no olvidemos que «ser verdadero» o «ser falso» no son predicados que puedan aplicarse a los modelos; ni tampoco a las teorías como sistemas mentales globales, ni siquiera a las proposiciones individuales de una teoría antes de interpretarlas en un modelo mental específico por medio de los morfismos de interpretación.

La tríada lo real/mi realidad/las realidades

Después de hablar de modelos y teorías, es conveniente dar una segunda vuelta a la novena categoría clave que articula todas las demás, la tríada *lo real/mi realidad/las realidades*.

En el paso de la TGPS a la TGRI, la distinción entre «mi realidad», lo que creo que es «la realidad» y «lo real» fue clave para articular todo el discurso previo. Pero al describir la realidad de cada agente noético-semiótico como su colección de modelos mentales y las teorías respectivas nos estábamos adelantando a la TGMT.

Los círculos léxicos, textuales y hermenéuticos son inevitables en toda filosofía primera, en toda metafísica, en toda semiótica y en toda crítica. Pero ahora podemos decir más precisa y claramente sin caer en esas circularidades que *mi realidad* –no *la realidad*– está compuesta por mis modelos mentales y por mis teorías interpretadas en mis modelos.

Este último inserto corresponde a la última categoría clave, la de los morfismos o flechas de interpretación. Parafraseando frases famosas, sin las flechas o morfismos, los modelos serían mudos y las teorías ciegas.

En los libros de ciencia y sobre las ciencias, o en los libros de epistemología o sobre las distintas epistemologías, es frecuente insinuar una alta valoración a los modelos, a las teorías, o a ambos, pues con frecuencia se confunden. Pero sin los morfismos o flechas de expresión e interpretación, ambos son opacos. Si en algún momento llegan a parecer transparentes al agente noético-semiótico, es porque ha encontrado morfismos o flechas que conectan adecuadamente los componentes de esa teoría con los componentes de uno de sus modelos mentales.

Aforismo 3. Cuidado con la falsa transparencia de los modelos y las teorías.

Cada agente autoconsciente tiene su propia realidad idiosincrásica. Esa realidad de cada uno de nosotros es prácticamente intransmisible a los demás, porque se compone principalmente de su propia enciclopedia de sus modelos mentales y de sus teorías, y lo que puede transmitir a otros son casi siempre solo las teorías, pero muy poco de los modelos y casi nada de las interpretaciones. Lo único que puede hacer cada uno de nosotros es intentar, a través de la comunicación en todas sus formas, que otra persona reconfigure sus modelos y sus teorías para hacerlos más compatibles con los propios. Ese es el juego de *lenguajear*, con lenguajes articulados y analógicos, corporales, gestuales, sonoros, pictóricos o plásticos.

Pero ni siquiera a través de repetidos ejercicios de lenguajear con un interlocutor hábil e interesado me es posible saber si mi interlocutor favorito logra hacer sus modelos más semejantes a los míos, o si más bien diverge cada vez

más de los míos, o si intenta configurar nuevos modelos inaccesibles a este su interlocutor amigo. Esos modelos mentales pueden ser tan bien inventados por el otro, que los juegos de intercambiar teorías pueden seguir funcionando sin tropiezos en un diálogo de sordos.

Solo se puede comprobar la coherencia de las acciones alternadas o conjuntas sobre otros subprocesos que parezcan haber sido seleccionados por ambos interlocutores. Ya vimos que en eso tienen razón los pragmatistas, pragmaticistas y demás filósofos que tratan de reducir la «verdad de las teorías» al «éxito de las prácticas». Pero las prácticas que se guían solo por modelos mentales sin pensar ni verbalizar teorías al respecto pueden tener éxito sin necesidad de verdades teóricas, y las teorías pueden comunicarse y orientar las prácticas según modelos diferentes en cada uno de los actores que parecen compartir las teorías, y por ello el éxito alcanzado a juicio de todos no puede garantizar ni siquiera la verdad de los enunciados aislados en la interpretación de algunos (ni aun de la mayoría) de los interlocutores.

Mi realidad es mi mundo, mi cosmos, como distinto de lo real, del universo, del caos original. Recuérdese la distinción entre «Umwelt» o «mundo circundante» y «Umgebung» o «región circundante» de von Uexküll. Mi mundo, mi cosmos, mi realidad está configurada por mis modelos y mis teorías interpretadas en mis modelos.

No me cansaré de insistir en que todos tenemos la tendencia casi incontenible de proyectar nuestros modelos y teorías sobre los de los demás y de creer que todos compartimos los mismos modelos y teorías. Ese es para mí el origen de todos los conflictos, luchas y guerras entre los agentes humanos, individuales y colectivos. Estamos seguros de que esos modelos y teorías compartidos reflejan lo real, que consideramos lo mismo que «la Realidad», y estamos seguros de que nuestros mundos personales son «el Mundo», que es lo mismo que «el Universo». Por eso no distinguimos entre mi realidad, las realidades, la realidad y lo real, ni entre mi mundo, los mundos, el mundo y el universo, y fácilmente escribimos los artículos definidos singulares y las mayúsculas mayestáticas.

Por eso decíamos que para un pensador serio, crítico y autocrítico es mejor no creer en esa aparente comunidad de modelos y teorías, ni decir que los modelos y las teorías «son compartidos» por nosotros, sino solo que «son tenidos por compartidos». Gran parte de los problemas interpersonales, familiares, sociales

y políticos del mundo actual se derivan de atribuir a mi realidad el estatus de «la Realidad» e identificar esa aparente «Realidad» con «lo Real».

Así ha sido en el pasado y, dada la poca probabilidad de que se extienda el discurso serio, crítico y auto-crítico de la TGPS, la TGRI y la TGMT, así seguirá siendo en el futuro. Pero si lograra extenderse poco a poco, habría al fin alguna esperanza para esa «paz perpetua» que soñaron Leibnitz, Kant y Bentham.

El trabajo científico o académico

La búsqueda de la paz perpetua no es solo para los políticos, los filósofos o los religiosos. Es para mí y para todos. Quiero contribuir con la propuesta de que buscar la paz es también inventar modelos mentales y formular teorías sobre ellos, y estudiar teorías formulados por otros y tratar de adivinar los modelos mentales en los que las interpretaron. Ese es para mí el trabajo científico o académico, que también podemos hacer sobre temas políticos, filosóficos y teológicos.

Hacer trabajo científico o académico desde la TGPS es delimitar subprocesos dentro de otros procesos; producir, refinar y explicitar los modelos para representar esos subprocesos; producir, expresar, refinar y reformular las teorías; explicitar los modos de interpretación de las teorías en los modelos; cambiar y precisar los modelos según las estipulaciones de las teorías, y comparar el flujo de los subprocesos de lo real con lo que predicen las teorías y sus modelos.

Por ello evito decir «trabajo científico, académico o teórico», pues tendría que decir más bien al final «modélico y teórico», o «modelo-teorético».

Si se trata de considerar la actividad mental en la dirección de los procesos de lo real hacia los modelos y las teorías, hablo de la modelación (o modelización) y de la teorización.

Si se trata de considerar la actividad mental en la dirección de los modelos y las teorías hacia los procesos de lo real, hablo de la contrastación de esos modelos y teorías con esos procesos y de su aplicación a ellos.

La contrastación y aplicación incluye la observación, la predicción, la retrodicción, la experimentación (en el doble sentido de «experimentar» como «tener experiencias» y como «hacer experiencias» o «hacer experimentos») y la

explicación. Explicar un subproceso es pues subsumir un caso particular en una teoría interpretada en un modelo más general que el que modela el subproceso particular de que se trata.

Comprender un proceso es tener un buen modelo y una buena teoría que permitan aplicarlos a ese proceso para hacer todo lo anterior: contrastar, aplicar, explicar, experimentar, predecir-retrodecir y enriquecer y aguzar la observación. No es muy distinta la explicación y la comprensión, sino que la comprensión es –entre otras cosas– la que permite la explicación, y las sucesivas explicaciones son las que van profundizando la comprensión.

Las ciencias –o mejor, las disciplinas– formales se ocupan de los modelos y las teorías en sí mismos, y las ciencias –o mejor, las disciplinas– fácticas se ocupan de la relación entre los modelos y las teorías y el curso de los procesos de lo real. En una disciplina fáctica, si el modelo o la teoría no sirven para anticipar el curso de los procesos de lo real, peor para los modelos y las teorías. En una disciplina formal, si el modelo o la teoría no sirven para anticipar el curso de los procesos de lo real, peor para lo real. Los que practicamos esas disciplinas formales seguiremos jugando con esos modelos y teorías aunque «no sirvan para nada».

Las disciplinas fácticas se diferencian entre sí por los niveles de complejidad de los subprocesos que tratan de modelar y teorizar. Eso requiere ya un desglose de procesos en subprocesos y unos primeros intentos de modelación. Requiere también recordar que hablar de «complejidad» a secas es todavía muy impreciso. Es necesario analizar los sistemas que representan esos procesos y subprocesos y distinguir la complejidad componencial, la operacional y la relacional.

Los subprocesos más complejos son los procesos socioculturales y luego los personales; a las disciplinas que los tratan las llamamos disciplinas antrópicas. Luego vienen los procesos de la vida anteriores a los antrópicos con las disciplinas bióticas pre-antrópicas y, luego, los procesos no vivos con las disciplinas abióticas.

En las fronteras difusas entre los procesos vivos y no vivos están los virus, retrovirus y otras combinaciones de moléculas bioquímicas auto-replicas. En las fronteras igualmente difusas entre los procesos bióticos pre-antrópicos y los antrópicos están los procesos de los animales superiores que viven en comunidades o están domesticados.

El primer cambio de nivel de complejidad se produce por la presencia o no de fenómenos que podamos llamar «vitales», y el segundo por la presencia o no de fenómenos que podamos llamar «libres», «conscientes» y «creativos».

En las disciplinas abióticas y en las bióticas pre-antrópicas no hay duda de que se trata de construir modelos y teorías para compararlos con los procesos de lo real. En las disciplinas antrópicas se duda de la conveniencia (y algunos llegan a dudar de la posibilidad) de construir modelos y teorías. Pero hasta ahora no se han dado buenos argumentos para ello.

Algunos argumentos aluden a la complejidad y a la historicidad; pero estas no son exclusivas de lo antrópico. Piénsese en el modelo del «Big Bang» en física o en el modelo neo-darwiniano de la evolución biológica. Otros argumentos aluden a la abstracción que se olvida de la singularidad; pero eso es inevitable, aun en una narración. Si no es una narración-modelo que permita a su vez configurar modelos y explicitar teorías, no aportaría nada ni para comprender mejor lo pasado ni para potenciar las prácticas de intervención hacia el futuro. Toda representación es necesariamente abstracta y abierta a la expectativa de repetibilidad hacia el futuro.

Otros argumentos se basan en el rechazo a la universalidad. Pero la universalidad siempre está restringida a un subconjunto del universo, y no se puede olvidar que todas las personas pertenecemos no solo al mismo género *homo* y a la misma especie *homo sapiens*, sino a la misma subespecie *homo sapiens sapiens*. Hasta nuestros primos *homo sapiens neanderthalensis* se acabaron –para no decir que los acabamos– hace milenios. La sola fertilidad intraespecífica entre individuos de nuestra subespecie –sin hablar todavía de las comunales que encontramos en la fisiología, la anatomía y la neurología– nos permite tener la expectativa fundada de construir modelos y teorías sobre las personas humanas y las sociedades, y de poder comunicar entre nosotros dichos modelos, por lo menos con alguna probabilidad de éxito. Sin esa sintonía entre los humanos, ni siquiera podríamos identificar una persona como diferente o una sociedad como apenas descubierta y descrita; sería imposible empezar a aprender sobre lo nuevo o lo extraño si no tuviéramos modelos y teorías generales desde las cuales apreciar la novedad.

Ya lo decía Piaget con su teoría del aprendizaje como *adaptación*, que requiere primero tratar de *asimilar* lo nuevo a las estructuras previas y luego *acomodarlas* para tener una nueva aproximación. Esa formulación muy abstracta puede ahora completarse con la TGMT, pues en el aprendizaje sobre lo nuevo se trata primero de identificar algunos rasgos comunes entre los sustratos, estructuras y dinámicas del modelo que intentamos construir para representar el subproceso nuevo y esos mismos aspectos de otros modelos mentales previos (con lo cual también se explica lo extraño como la percepción de no correspondencia con los modelos previos), y luego de reconstruir un nuevo modelo mental y formular su teoría para identificar el subproceso nuevo como un caso del nuevo modelo y orientar la interacción con él por medio de la nueva teoría para ver si se confirman o refutan las expectativa de sintonía con el nuevo subproceso.

Esta segunda parte del proceso de acomodación de los modelos y las teorías para representar lo nuevo se parece más al camino de la falsación propuesto por Popper, pero el fracaso de una conjetura en un experimento ya no exige abandonar la teoría de la que se derivó esa conjetura. Ahora el científico modelo-teorético tiene muchas jugadas apropiadas a su disposición, como refinar las teorías, cambiar los modelos o modificar los morfismos o flechas de interpretación. Esas estrategias y tácticas neutralizan la crítica de Kuhn y refuerzan la propuesta de Lakatos sobre los programas de investigación progresivos.

Otra cosa es que las teorías que utilizamos para expresar y refinar los modelos se puedan formalizar por medio de sistemas simbólicos operatorios o algebraicos, o que todavía no dispongamos de esos dispositivos o registros semióticos de representación distintos del lenguaje natural con sus apoyos gestuales, tonales y gráficos. Llamemos «operatorio o algebraico» a un registro semiótico de representación que nos permita operar formalmente con ciertos símbolos seleccionados de ciertas sartas simbólicas provenientes de la teoría formulada en ese registro semiótico de representación sin necesidad de pensar en sus interpretaciones, hasta llegar a producir otras sartas simbólicas que podamos interpretar en el mismo modelo para producir conocimiento nuevo, ojalá predictivo o al menos retrodictivo. El ejemplo usual es la solución de ecuaciones o el despeje de fórmulas en física y química, pero los tratamientos simbólicos dentro de un mismo registro no se reducen a ellos, ni se pretende que las ciencias antrópicas tengan que seguir este camino de formalización simbólica operatoria o algebraica. Lo que quiero señalar es que la distinción entre modelos y teorías y el uso de registros operatorios o

algebraicos muestra claramente cómo se ha ido distanciando desde el siglo xvii el razonamiento formal o basado en la teoría («theory-based») del razonamiento modélico o basado en casos y modelos («case-based reasoning CBR and model-based reasoning MBR»). En seguida propondré dos ejemplos.

El éxito de la física newtoniana se debió al desarrollo previo del registro cartesiano para la geometría (que llamamos «geometría analítica») y el desarrollo anterior y simultáneo del registro algebraico para la aritmética generalizada por Bombelli, Vieta, el mismo Descartes y otros matemáticos alemanes, ingleses y franceses. Así, desde el siglo xvii, el tratamiento de los símbolos permitía resolver ecuaciones que expresaban las condiciones iniciales de los cuerpos en movimiento y obtener predicciones de sus trayectorias sin ni siquiera intentar comprender el significado de los pasos intermedios de la deducción. Los morfismos de interpretación solo se utilizaban al final del tratamiento algebraico para comparar la situación experimental con la predicción sobre el estado final del modelo mental.

Infortunadamente, el éxito del razonamiento formal en las matemáticas desde la Grecia antigua y en la física en los siglos xvii y xviii llevó a un deslumbramiento de los científicos sociales del siglo xix. Comte creyó posible una física social y Bentham un cálculo aritmético de la felicidad. Los métodos cuantitativos llegaron a considerarse los únicos que eran «científicos», sin poder distinguir el flujo temporal de los procesos de la dinámica de los modelos mentales de los mismos y de los tratamientos simbólicos de las teorías.

Así pues, aunque en las disciplinas pre-antrópicas se han logrado grandes avances en el manejo de estos sistemas simbólicos operativos o algebraicos, en las disciplinas antrópicas estos sistemas simbólicos operativos o algebraicos solo han funcionado en algunos campos de la demografía y la economía, y a juzgar por la explosión demográfica y las crisis financieras globales, no han funcionado muy bien que digamos. Eso no quiere decir que no pueda lograrse esa operatividad en la simbolización por desarrollos de registros semióticos operativos o algebraicos en el futuro, o con los que tenemos disponibles actualmente en otros campos y en otras disciplinas sociales.

Los ejemplos siguientes, uno de física y otro de demografía, no tienen ninguna pretensión de verdad ni de autoridad, sino la de ilustrar una dificultad terminológica que dificulta la comprensión conceptual de la distinción entre modelos y teorías. Desde la TGMT, lo que suele llamarse «un modelo matemático» en econo-

mía o demografía no es un modelo, sino una teoría: una fórmula matemática ya está simbolizada lingüísticamente en un lenguaje articulado técnico, operatorio o algebraico y, por lo tanto, requiere interpretación en un modelo. Generalmente se oculta el modelo en el cual se interpreta esa teoría y ni siquiera se mencionan los morfismos o flechas de representación e interpretación.

Por ello comienzo con un ejemplo de la física, en donde también se confunde con frecuencia el modelo y la teoría.

Un ejemplo de física

En física se suele decir que la ecuación

$$s = gt^2/2 + v_o t + s_o$$

«es un modelo» para la caída libre. En sentido estricto, en la TGMT esa fórmula es precisamente una sola proposición *de la teoría* newtoniana de la caída libre; no es pues un modelo de la misma. El modelo mental queda oculto. Más bien, con esa escritura simbólica queda claro que se necesita un modelo mental para interpretarla como digitalización algebraica de una proposición de la teoría que puede enunciarse en lenguaje natural. La acción de las flechas o morfismos de interpretación ni siquiera se sospecha, pero comprender y admirar la finura de esa actividad basta leer la siguiente descripción de la misma: hay que imaginar una masa puntual que se lanza hacia arriba, se detiene y baja; hay que fijar un eje vertical para ubicar la posición (s) de la masa puntual; ubicar en ese eje y en el eje horizontal el origen del sistema de coordenadas («la posición cero», que más bien debería llamarse «la posición (0, 0)»); escoger para el eje vertical el sentido de abajo hacia arriba y para el horizontal el sentido de derecha a izquierda; ubicar el punto de partida de la masa puntual (s_o) y su velocidad inicial (v_o); imaginar la fuerza de gravedad sobre la masa móvil y fijar la medida de la aceleración que le imprime a la masa puntual (g), pensar en la medida de la duración de la caída (t , no «del tiempo»), y en la posición de la masa puntual durante el recorrido (s , no «del espacio»).

Por eso, al hablar de «modelo matemático» o al encontrar la palabra «modelo» en un libro de física, química, biología, etc., hay que suponer que quien la dice o escribe suele estar pensando más bien en una sola fórmula de una sola teoría ya matematizada, con su modelo mental subyacente, generalmente oculto, o más

probablemente ocultado a propósito para evitar las críticas al modelo (ver Figura 1), y olvidando u ocultando los morfismos de interpretación. Así se distrae la atención de los aspectos cualitativos e intuitivos del modelo mental respectivo y se valorizan y autorizan los modelos, las teorías y los resultados por la fascinación que producen las fórmulas matemáticas en los no iniciados.

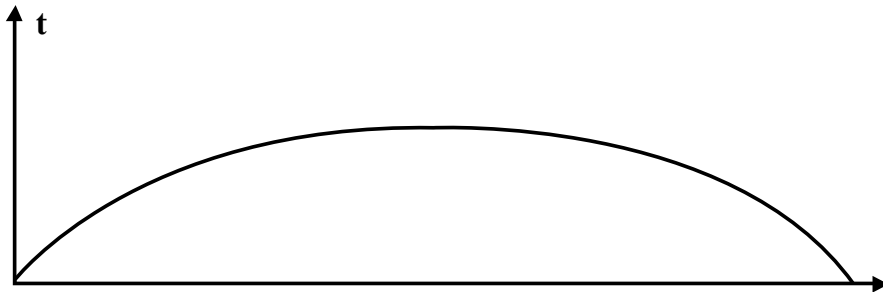


Figura 1. Un modelo de la caída libre de un cuerpo

Un ejemplo en ciencias sociales

En demografía y en sociología urbana se utilizó un modelo de tipo newtoniano para predecir la disminución de la población de las ciudades pequeñas cercanas a una metrópolis. Se utilizó la fórmula de la atracción de las masas m y m' a una distancia r :

$$F = kmm'/r^2.$$

Se creyó que esa fórmula de Newton era un modelo matemático para la «acción a distancia» entre dos masas puntuales. Ya vimos que no es un modelo sino una sola proposición de una sola teoría: la newtoniana de la atracción de las masas.

Para explicar la migración desde la ciudad pequeña hacia la grande, se pensó en la población de la ciudad pequeña como si fuera una masa poblacional (m) que era atraída por la masa poblacional de la ciudad grande (m') con una fuerza F . Esa fuerza debía producir una aceleración del flujo poblacional n , medida como una tasa, razón o derivada con respecto al tiempo ($a = dn/dt$) en personas migrantes por día, que siguiera la ley newtoniana de la relación entre la fuerza y el cambio de momento:

$$F = dp/dt = k'(dn/dt).$$

Se pensó que la fórmula combinada por igualación de la fuerza F

$$dn/dt = k'mm'/r^2$$

sería un buen modelo para estimar el flujo de migrantes hacia la metrópolis, una vez que se pudiera fijar la constante k' con algún caso particular en el que los otros valores se pudieran encontrar en los censos de población de ambas ciudades en años diferentes.

Según la TGMT, esa fórmula no es un modelo sino una proposición de una teoría de la migración; por lo tanto, esta teoría requiere para su interpretación un modelo mental descrito, en el que se imagina la ciudad pequeña de población m y la grande de población m' (con $m < m'$) situadas a r kilómetros de distancia, y n el número de personas que migran de la ciudad pequeña a la grande. Si se dice que las fórmulas son el modelo, se está confundiendo un modelo cualitativo muy limitado y con muchos supuestos cuestionables, valorizándolo porque una sola fórmula de la teoría parece estar matematizada al estilo de la física, ocultando tras la autoridad de los símbolos matemáticos el modelo subyacente (ver Figura 2).



Figura 2: Un modelo de migración entre dos ciudades

Es probable que si se organiza un transporte masivo rápido y barato entre las dos ciudades, este modelo con su teoría ya no sirvan para predecir el flujo migratorio; más aún, puede que en esas condiciones vuelva a restablecerse el flujo poblacional desde la ciudad grande hacia la pequeña, pues el costo de la vivienda urbana y de los servicios públicos puede volverse mucho mayor en la ciudad grande; eso contribuiría a que muchas familias dejarían de trasladarse o se devolverían hacia la ciudad pequeña. Hay pues muchos otros factores cualitativos y cuantitativos que pueden hacer que el modelo con su teoría ya no describan bien el flujo migratorio; pero, por un tiempo razonable, este modelo y su teoría pueden permitir tomar decisiones de políticas públicas sobre transporte, vivienda, salud, empleo y servicios públicos. Una vigilancia crítica periódica, por ejemplo revisando las estadísticas cada vez que se hace un censo, permitiría volver a poner a prueba el modelo y su teoría, y refinarlos o descartarlos para construir otros mejores.

Es clara pues la utilidad de formular una teoría de manera que se vuelva operatoria o algebraica para facilitar el razonamiento formal; pero esa facilidad no debe ocultar el modelo mental cualitativo ni los morfismos o flechas de interpretación de cada segmento de la fórmula en los componentes, relaciones y operaciones del modelo mental. El investigador crítico no puede dejarse impresionar por el artificio matemático hasta el punto de inhibirse de utilizar las pinzas y el escalpelo para examinar el modelo y sus supuestos, develar las metáforas y jugar el juego de las variaciones del modelo y de los morfismos de representación e interpretación.

Conclusión

La idea general de una epistemología modelo-teorética basada en la TGMT –que funge a su vez como gnoseología de mi filosofía primera– es que si en las ciencias sociales no se avanza en producir modelos y teorías –matematizables o no– con todas las restricciones y salvedades respecto a sus campos de utilización y las probabilidades de ocurrencia de las predicciones derivadas de ellos, no puede pedirse razonablemente a los tomadores de decisiones, a los diseñadores de políticas públicas, a los analistas de información o a los evaluadores de políticas, programas y proyectos que utilicen en sus tareas los resultados de nuestros proyectos de investigación, tesis doctorales, artículos y otras investigaciones.

Tendríamos que reducir el trabajo teórico de las ciencias sociales y humanas a hilar narrativas de pequeñas y grandes tragedias, seguidas de una mera crítica negativa «post mortem», sin intentar hacer ningún aporte para evitar que se sigan repitiendo las tragedias que lamentamos.

No me gustaría relegar las ciencias sociales y humanas en nuestra cultura al papel que en ciertas culturas tradicionales juegan las plañideras de los velorios. Una manera de evitar que esas ciencias antrópicas, entre ellas las didácticas de las disciplinas, queden relegadas a ese triste papel es la metodología de la investigación sugerida por la Teoría General de Procesos y Sistemas TGPS, la de Representaciones e Interpretaciones TGRI y la Teoría General de Modelos y Teorías TGMT.

Referencias

Balzer, W., Moulines, C. U. and Sneed, J. D. (1987). *An architectonic for Science: The Structuralist Program*. Berlin, etc.: Springer-Verlag.

Balzer, W. and Moulines, C. U. (1996). *Structuralist theory of Science: Focal issues, new results* [Perspectives in Analytical Philosophy, Bd. 6]. Berlin: W. de Gruyter.

Balzer, W., Sneed, J. D. and Moulines, C. U. (2000). *Structuralist knowledge representation. Paradigmatic examples*. [Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, 75]. Poznan: Rodopi.

Bertalanffy, L. von (1979). *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas*. Madrid: Alianza.

Bertalanffy, L. von (1976). *Teoría General de los Sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1950).

Chang, C. C. and Keisler, H. J. (1973). *Model theory*. Amsterdam: North-Holland.

Damasio, A. (1994). *Descartes' error*. (Hay traducción al español: El error de Descartes, 1999).

Damasio, A. (1999). *The feeling of what happens*. (Hay traducción al español: El sentimiento de lo que sucede, Santiago de Chile: Andrés Bello, 2000).

Damasio, A. (2003). *Looking for Spinoza*. (Hay traducción al español: En busca de Spinoza, 2005).

Damasio, A. (2010). *Self comes to mind*. (Hay traducción al español: Y el cerebro creó al hombre, 2010).

Díez, J. A. y Moulines, C. U. (2003). *Fundamentos de filosofía de las ciencias*. Barcelona: Ariel.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine*. Bern, etc.: Peter Lang. (Trad. al castellano de M. Vega: *Semiosis y pensamiento humano*. Cali: Univalle).

Gentner, D. and Stevens, A. L. (Eds.) (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Giere, R. (1992a). *La explicación en la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (Obra original publicada en 1988 con el título *Explaining Science: A cognitive approach*. Chicago: University of Chicago Press).

Giere, R. (1992b). *Cognitive models of Science*. [Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 15]. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Giere, R. (2006). *Scientific perspectivism*. Chicago: University of Chicago Press.

Habermas, J. (1982). *Conocimiento e interés*. Madrid: Taurus. (Obra original publicada en alemán en 1968).

Hofstadter, D. (1982). *Gödel, Escher, Bach. Una eterna trenza dorada*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Obra original publicada en inglés en 1979 con el título *Gödel, Escher, Bach: An eternal golden braid*. Hay otra traducción que conserva las iniciales del original GEG-EGB: *Gödel, Escher, Bach. Un eterno y grácil bucle*. Barcelona: Tusquets, 2007).

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Klir, G. J. (Ed.). (1972). *Trends in General Systems Theory*. New York: John Wiley & Sons.

Koyré, A. (2000). *Del mundo cerrado al universo infinito*. Madrid: Siglo XXI. (Obra original publicada en 1957).

Kuhn, T. (2000). *La estructura de las revoluciones científicas*. (Reimpresión de la primera edición en español, traducida de la segunda edición en inglés. México: Fondo de Cultura Económica, 1971). Bogotá/México, etc.: Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en inglés en 1962, segunda edición en inglés en 1969).

Lakatos, I. (1983). *Escritos Filosóficos. I. La metodología de los programas de Investigación Científica*. Madrid: Alianza Editorial. (Obra original publicada en inglés en 1978).

Lehrer, R. and Schauble, L. (2006). Cultivating model-based reasoning in Science Education. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 371-388). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Mockus, A. (1988). *Representar y disponer*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia-Centro Editorial.

Olsson M.-O. and Sjöstedt G. (Eds.). (2004). *Systems approaches and their application: Examples from Sweden*. Dordrecht: Kluwer.

Olsson M.-O. and Sjöstedt G. (2004) Systems and system theory. En: M.-O. Olsson and G. Sjöstedt (Eds.), *Systems approaches and their application: Examples from Sweden* (Chapter 1, pp. 3-29). Dordrecht: Kluwer.

Rothbart, D. (Ed.). (2004). *Modeling: Gateway to the Unknown. A Work by Rom Harré*. (Elsevier Studies in Multidisciplinarity, vol. 1). Amsterdam: Elsevier Science.

Tamayo, O. E. y Sanmartí, N. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1(1), 181-205.

Tamayo, O. E. y Sanmartí, N. (2007). High-school students' conceptual evolution of the respiration concept from the perspective of Giere's cognitive science model. *International Journal of Science Education*, 29(2), 215-248.

Vasco, C. E. (1980a). El concepto de sistema como clave del currículo de matemática. *Notas de Matemática* (Universidad Nacional de Colombia, Bogotá), No. 10, 1-14.

Vasco, C. E. (1980b). Teoría de sistemas y metodologías científicas. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(4), 463-482.

Vasco, C. E. (1985). El enfoque de sistemas en el nuevo programa de matemáticas. *Revista de la Universidad Nacional (Segunda Época)*, 1(2), 45-51.

Vasco, C. E. (1989). Teoría de sistemas y teoría de la comunicación en los procesos del aula escolar. *Signo y Pensamiento (Bogotá)*, 8 (14), 45-70.

Vasco, C. E. (1990). Algunas reflexiones sobre la pedagogía y la didáctica. En M. Díaz y J. Muñoz (Eds.), *Pedagogía, discurso y poder* (pp. 107-122). Bogotá: Editorial Corprodic.

Vasco, C. E. (1991a). Propuesta para un taller de procesos. En OEA-MEN-DGC. *Desarrollo de procesos de pensamiento-Memorias*. (Serie Pedagogía y Currículo, No. 5, pp. 81-90). Santafé de Bogotá, MEN-DGC.

Vasco, C. E. (1991b). Conjuntos, estructuras y sistemas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 18(69), 211-223.

Vasco, C. E. (1994). *Tres estilos de trabajo en las ciencias sociales*. [Documentos Ocasionales, 54. Tercera edición]. Bogotá: CINEP. (Primera edición, 1989. Segunda edición, 1990).

Vasco, C. E. (2000). Una teorización cognitiva acerca de la diferencia entre conceptos predicativos o relacionales y conceptos operativos o funcionales. En J. J. Botero, J. Ramos y A. Rosas (Comps.), *Mentes reales: La ciencia cognitiva y la naturalización de la mente* (pp. 183-202). Bogotá: Siglo del Hombre/Universidad Nacional de Colombia.

Vasco, C. E. (2006). Cronotopía: Un «Programa de Bogotá» para lo que se suele llamar «Geometría». En C. Ruiz et al. (Eds.), *Memorias: XVI Encuentro de Geometría y sus aplicaciones - IV Encuentro de Aritmética* (Bogotá, Junio 23-24-25 de 2005, vol. 1, pp. 1-28). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Vasco, C. E. (2007). La cronotopia o la matematica dello spazio-tempo, prima e dopo la metrica. *La Matematica e la sua Didattica (Bologna)*, 21(4), 455-470.

Vasco, C. E. (2011). La cronotopía, antes y después de la geometría. Conferencia pronunciada en la Duodécima Conferencia Inter-Americana de Educación Matemática (XII CIAEM), Querétaro, México, Julio 16-19 de 2007. Disponible en línea en la revista electrónica *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* (San José de Costa Rica), 6(9), 77-91.

Vasco, C. E., Escobedo, H., León, T. y Negret, J. C. (1995). La teoría general de procesos y sistemas. En Misión Ciencia, Educación y Desarrollo, *Educación para el Desarrollo* (Informes de Comisionados I. Colección Documentos de la Misión, Tomo 2, pp. 377-652). Santafé de Bogotá: Presidencia de la República–Consejería Presidencial para el Desarrollo Institucional–Colciencias.

Vasco, C. E., Zellweger, S. y Sáenz-Ludlow, A. (2009). García de la Madrid: Ideas and signs in the Iberian Gray Zone (1650-1850) that follows the Black Hole (1350-1650). In J. Deely and L. G. Sbrocchi (eds.), *Semiotics 2008 «Specialization, Semiosis, Semiotics»* [Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Semiotic Society of America. 16-19 October 2008] (pp. 91-111). New York-Ottawa-Toronto: LEGAS. ISBN 978-1-897493-14-4.

Wartofsky, M. W. (1979). *Models: Representation and the scientific understanding*. [Boston Studies in the Philosophy of Science, 49]. Dordrecht/Boston/London: D. Reidel.