

Rolando García y la teoría de la equilibración

Ensayo de una teoría semiótica-cognitiva del aprendizaje basada en las tríadas dialécticas

Rafael González

Universidad Nacional de General Sarmiento, Juan María Gutierrez 1150, C.P. 1613, Los Polvorines, Pcia. de Buenos Aires, Argentina. Email: rgonzale@ungs.edu.ar; levtski@gmail.com

Resumen: este trabajo es el resultado del Conversatorio Homenaje a las contribuciones de la obra de Rolando García Boutigue a la Investigación Científica y Humanística, organizado por el CEIICH, UNAM entre el 23 y el 25 de enero de este año. En la sección 1 comento la aparición, influencia y conexión de Rolando con mi vida, como parte del homenaje. En la sección 2 tomo elementos de la obra de Rolando para sintetizar mi visión de la tercera versión de la teoría de la equilibración. En la sección 3, desarrollo la relación entre las tríadas dialécticas surgidas de esta tercera versión, con la semiótica de Peirce. En la sección 4 añado algunas conclusiones y una aplicación.

1. Rolando

Transcurría el año 1983. Luego de la derrota el año anterior, de los militares en la guerra de Malvinas, islas argentinas del atlántico sur usurpadas por los ingleses en 1865, que los militares de la dictadura invadieron para sostener su feroz régimen debilitado. Por lo que se harían elecciones en Octubre luego de siete años de asesinatos, treinta mil desaparecidos y una economía en ruinas.

Como estudiante de Física, comencé a participar tímidamente en las actividades del centro de estudiantes, ya que la inercia del terror vivido había hecho del silencio y el cuidado con la palabra e incluso con los gestos, una táctica de supervivencia. La posibilidad, aunque no la garantía, de no ser detenido y llevado a un campo de concentración clandestino.

En ese clima híbrido de miedo y de alegre apertura por el inminente retorno de la democracia, creo haber tomado conciencia por primera vez (aunque pude haber escuchado su nombre antes sin prestar atención) de un nombre que con el tiempo iría cobrando una dimensión creciente en mi vida: Rolando García (de aquí en más Rolando). Así simplemente se mencionaba en Argentina, a quien había sido uno de los hombres más brillantes en la gestión de la Ciencia y la Universidad argentinas. Pero este es un tema en el que no abundaré pues en el libro que integrará este artículo estará el detallado relato de Jorge Aliaga, decano de la Facultad de Ciencias Exactas entre el 2005 y el 2015. Cargo que ocupó Rolando hasta ser echado a garrotazos en la cabeza en 1966, durante la llamada Noche de los Bastones Largos, cuando la dictadura militar de Juan Carlos Onganía intervino las universidades y forzó el exilio de los mejores científicos que habían integrado ese fructífero ciclo, conducido, entre otros, por Rolando.

A partir de su exilio, continuó con su aventura del pensamiento y su compromiso con la humanidad, a través de trabajos con organismos científicos internacionales y la ONU que serían la fuente de origen de sus Sistemas Complejos. Y a su vez el inicio de su vínculo con Jean Piaget del que no comentaré.

En esa época yo conocía y tenía varias obras de Piaget, porque, aunque no me fue posible cursar Ciencias de la Educación, mi otra vocación, simultáneamente con Física, leía todo lo que podía sobre la temática. Piaget estaba en la cumbre de su fama a pesar de haber muerto en 1980 y en Argentina editorial Guadalupe y El Ateneo, publicaban varios de sus libros, además de los que llegaban de México., como por ejemplo los famosos Seis Estudios de Psicología. Me apasionó y me pareció increíble que un libro de Psicología del niño hablase de la génesis del espacio y el tiempo, conceptos que por otro lado yo estudiaba en la carrera de Física. Esa fue otra de las motivaciones que me inclinó decididamente a la obra de Piaget.

Es evidente que algo parecido le habrá ocurrido a Rolando en su encuentro con Piaget, a lo que sumaba su sólida formación en lógica, Física y Matemáticas. Sin embargo no figuraba en ninguno de los libros que yo poseía. No fue sino hasta 1987, cuando ya me había recibido de licenciado, que llegó a mis manos un cuadernillo editado por la agrupación Compañeros de Base de Sociología, mediante fotocopias cuasi ilegibles. El mismo contenía un artículo suyo “el desarrollo del sistema cognitivo y la enseñanza de las ciencias” de 1982, así como el posfacio de *las formas elementales de la dialéctica* (FED, Piaget, García) y el capítulo IX “ciencia, psicogénesis e ideología” de *psicogénesis e historia de la ciencia* (PHC, Piaget, García, 1982).

Grande fue mi sorpresa al descubrir que quien me fuera introducido como un héroe de la gestión de la Ciencia en Argentina y de la noche de los bastones largos, era, a su vez, discípulo de Jean Piaget. De repente sentí una fuerte familiaridad, por los dos aspectos, el trabajo junto a Piaget y haber sido decano de mi Facultad hasta 1966. Sin embargo la lectura de ese trabajo no descentraba mi atención en relación con Piaget. No había descubierto aún la enorme dimensión intelectual de Rolando.

En esa época yo me iniciaba como docente universitario e investigador con un cargo de auxiliar con dedicación exclusiva. También iniciaba una militancia gremial docente que continuaba la de estudiante. Y desde el punto de vista de la enseñanza aprendizaje mi propósito era aplicar y difundir una concepción educativa basada centralmente en Piaget desde lo epistemológico y psicológico y en Paulo Freire desde lo pedagógico y político. Con el físico teórico, profesor, director de mis tesis de licenciatura y de doctorado y amigo, el uruguayo exiliado en Argentina, Aníbal Sicardi, también fascinado por la teoría piagetiana, nos dedicábamos a encontrar posibles aplicaciones de su *ensayo de lógica operatoria* (Piaget 1977) incluso en la Física. No me preocupé en indagar más allá del texto

antes mencionado, la obra de Rolando y no descubrí entonces lo que hoy creo, fue su obra central junto a Piaget como lo es PHC.

No fue sino más de una década después, que pude por fin conocer personalmente a Rolando, en una charla organizada por el Centro de Estudiantes de Exactas. Rolando era muy respetado por los estudiantes. Sea por su rol central en el impulso a la ciencia argentina, sea por haber sido uno de los símbolos como víctima de la “noche de los bastones largos” o más en el espectro de izquierda porque se consideraba que sus teorías (junto a Piaget) tenían aspectos comunes con el marxismo. Además lo visualizaban correctamente como una persona sumamente crítica con el sistema sociopolítico imperante y sus diversas regresiones. Justamente fue muy ilustrativo y pintaba de cuerpo entero a Rolando, el debate generado en torno a la concepción de la dialéctica. Mientras que la izquierda más ortodoxa se empeñaba vanamente en sostener la tríada “tesis, negación y síntesis”, Rolando introducía las “tríadas dialécticas” y la ampliación que con Piaget habían producido de este concepto en FED. Se produjo la clásica discusión acerca de si la realidad tenía entidad ontológica al margen de “su reflejo en la mente humana” (tesis predominante en la concurrencia como un postulado) o era “construida conceptualmente” a partir de la interacción con los objetos (postura de Rolando). Entiendo yo que no era una negación de la ontología de los objetos, sino que aludía a la forma en que esta ontología es construida por los humanos, que es infinitamente superior a decir que es un “reflejo en la mente”. Fue increíble contemplar su figura casi octogenaria fluir con vitalidad jovial y sostener sus posturas críticas, firme y serenamente, ante la concepción rígida de esos jóvenes, casi en una inversión de los roles normalmente esperados: que sean las nuevas generaciones quienes cuestionen a sus predecesores con nuevas ideas. Pero no, Rolando estaba allí, con el cuestionamiento a flor de labio, acompañado por su amplia y fructífera sonrisa.

Pude en esa ocasión, tener un intercambio breve con él, acerca de algunos conceptos que yo había adquirido de la teoría piagetiana, como por ejemplo la génesis del número en el niño. No olvidaré jamás su expresión de alegría al ver que al menos alguno de los concurrentes lo indagaba sobre algún aspecto del núcleo específico de sus teorías.

No volví a cruzarlo personalmente hasta el año 2007. A partir del año 2001, comencé a dar clases de matemática en el curso de ingreso de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), con un cargo simple compatible con el de dedicación exclusiva de Exactas. Corresponde al segundo cordón del conurbano bonaerense (localidades que rodean a la Ciudad de Buenos Aires pertenecientes a la provincia de Buenos Aires, provincia en la que nació Rolando, en la ciudad de Azul) y es una de las más carenciadas económica y socialmente. Muchos de los alumnos que concurren allí no tendrían la posibilidad de estudiar en otro lugar debido a las dificultades socioeconómicas señaladas. De igual forma se multiplican sus carencias formativas y las dificultades para iniciar estudios universitarios, siendo, especialmente en esa época, marcada la diferencia con las

posibilidades de los estudiantes de Exactas, muchos de los cuales provienen de familias de ingresos altos.

Las dificultades de aprendizaje de los ingresantes estaban contextualizadas por una carencia formativa, léxica, de escritura y comprensión lectora, y de articulación general del lenguaje. Las materias que cursan son lectoescritura y matemáticas que partiendo de un nivel elemental va aumentando su nivel de abstracción y generalización que les permita articular con las materias del primer año de la Universidad. Y, desde el 2005, también Taller de Ciencia con el objeto de trabajar los aspectos fácticos no abordados en las anteriores. Comencé a enfocar esta problemática mediante un estudio para intentar tipificar sus dificultades específicas con el aprendizaje de matemáticas, utilizando la clasificación de etapas piagetianas, la verificación de la reversibilidad operatoria y si esta correspondía a una etapa formal, que supuestamente correspondía a sus edades, o como suele verificarse, esta correspondía a la etapa de las operaciones concretas, algo que es bastante común en este medio, e incluso otros más favorecidos. Pero, una vez más, verifiqué que la cuestión del lenguaje era relevante en este proceso. Fue especialmente en 2004 y 2005 cuando comienzo a relacionar estas cuestiones vinculadas al lenguaje y el aprendizaje con Vygotski (*Pensamiento y Lenguaje*, PL, Vygotski), lo que ampliaba el panorama ya considerado con Piaget, a pesar de las falsas incompatibilidades planteadas por muchos entre ellos, debido a un debate planteado en dicho libro y al que Piaget responde, tal como lo sostiene Castorina, a su vez amigo personal de Rolando.

En octubre del 2005 renuncio a mi cargo en Exactas y sigo trabajando en la UNGS donde logro un cargo con dedicación exclusiva. Si bien seguí investigando en física, en el área de fluidos, al igual que en su momento lo hizo Rolando, mi propósito central era profundizar el trabajo en el tema de las dificultades de aprendizaje de los ingresantes, razón principal del cambio. En el 2006 desarrollo un estudio conjunto con una profesora de lectoescritura, que involucraba el aprendizaje de las funciones trigonométricas, enmarcadas a su vez en la elaboración del género “definición” en lectoescritura.

Fue justamente en el 2006, frente a la necesidad de responder a los múltiples interrogantes planteados, cuando descubro y leo el libro “el conocimiento en construcción” (ECC, García 2000) y a partir de ello PHC, FED, *hacia una lógica de las significaciones* (HLS, Piaget, García). Y allí descubro las tríadas dialécticas introducidas en PHC. Lo cual en principio, como suele ocurrir con las teorías de Piaget-García, actualizando lo planteado por Rolando en el primer trabajo suyo que leí, no me permite encontrar en una primera instancia, las respuestas, a las cuestiones que surgen en los diagnósticos hechos en el inicio de los cursos de matemáticas a los estudiantes. Sin embargo la lectura de estos trabajos me da una nueva perspectiva de la teoría piagetiana. Es inevitable para mí, inferir que la diferencia tiene un nombre: Rolando García. En especial la introducción de las tríadas dialécticas.

En 2007 Rolando presenta en la Feria Internacional del Libro en Buenos Aires su libro *Sistemas Complejos* (SC) el cual profundiza y sintetiza una metodología que complementa sus trabajos anteriores. Este libro fue muy oportuno en momentos en que discutíamos el informe de los resultados del trabajo hecho con la profesora de lecto-escritura Susana Noshtein, dado que echó luz sobre como aproximar desde dos disciplinas diferentes como lectoescritura y matemáticas. También se constituyó en un instrumento importante para animarse a tomar en cuenta factores extra disciplinarios en las tareas de investigación, que muchas veces son ignorados por no saber cómo considerarlos o directamente no son registrados.

Precisamente el 9 de mayo de ese año, Rolando realizó, en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA de la que fue decano, una conferencia titulada *el desarrollo de la ciencia y la filosofía especulativa*. Fiel a su estilo, Rolando tocó temas desarrollados su libro “el conocimiento en construcción” y criticó a sus “hijos académicos y políticos” por no darle importancia a la epistemología y en especial por trabajar con una visión no interdisciplinaria de la ciencia. Tuve allí la oportunidad de saludarlo, intercambiar palabras con él. Lo pude hacer por segunda vez. Era notoria su alegría al escuchar a un interlocutor mostrar conocimiento acerca de su obra. La multiplicidad de personas de diversas épocas que deseaban saludarlo, incluyendo a viejos amigos de la llamada época de oro, de la que fue figura brillante, me imposibilitaron formularle las cuantiosas preguntas que tenía preparadas. Será otra vez me dije.

La siguiente vez, fue el 18 de marzo de 2009. Con sus 90 años ya cumplidos, Rolando llega al pabellón I de la Ciudad Universitaria, cuya construcción él mismo impulsó y supervisó durante su gestión entre 1957 y 1966, con el objeto de denominar con su nombre, en su presencia, a dicho Pabellón. Ésa fue la decisión del decano Jorge Aliaga, apasionado adherente a su obra de gestión, y el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, decidió por unanimidad.

Con el aula magna del Pabellón I colmada y viejos amigos y colegas contando anécdotas y distintos aspectos de su monumental obra y de sus amplias virtudes, Rolando, con la salud un tanto quebrada, disfrutaba de cada minuto de su merecido homenaje. Pude, aún menos que las veces anteriores, intercambiar más que lo que sería también mi último saludo y homenaje al maestro, que apenas había cruzado personalmente tres veces, pero fue como un compañero desde siempre, en la vida, en la academia, en la pasión, en los objetivos. Y lo continúa siendo, en la continuidad que le debemos a su obra.

El Conversatorio Homenaje a las contribuciones de la obra de Rolando García Boutigue a la Investigación Científica y Humanística, organizado por Jorge González del CEIICH, UNAM entre el 23 y el 25 de enero de este año, del que participé por Internet y a través del colega Jorge Aliaga quien estuvo presente, dio nuevos impulsos a esta tarea. Este artículo es un resultado directo de este evento, continuidad de mi trabajo con el tema y una

oportunidad de interconexión entre quienes honramos su obra, su trayectoria, sus ideales y su memoria.

2. Tercera versión de la teoría de la equilibración

En el libro ECC, Rolando plantea lo que concibe como una reformulación de la teoría epistemológica del conocimiento, que había elaborado junto a Piaget, que consiste en una reorganización de la presentación de los conceptos y allí define lo que denomina la *tercera versión de la teoría de la equilibración*. Al concluir el capítulo cinco, *Dinámica de los procesos constructivos*, afirma que la tercera versión de la teoría de la equilibración la constituye el libro PHC.

Para dar una idea de la significación de lo allí expuesto, no repetiré su desarrollo que conviene leer directamente en ECC, sino que haré una síntesis de los principales aspectos que, según entiendo, considera como tal reformulación y el contexto de análisis.

En primer lugar, la reflexión se plantea en torno a la significación epistemológica de la construcción de conocimiento, en el marco de una interacción *exógena-endógena*, componentes a las que considera como el *mundo físico y las estructuras lógicas y lógico-matemáticas* construidas por el sujeto en los procesos dados durante esa interacción. A su vez y con referencia a la epistemología genética fundada por Piaget, uno de los interrogantes y aspecto esencial de esta génesis, es acerca de cuáles son los *mecanismos comunes* de la construcción de conocimiento, en la psicogénesis y en la historia de la ciencia.

En la segunda versión de la teoría de la equilibración de Piaget, se tomaba ya en cuenta esta relación exógena-endógena, reconsiderada como interacción entre las *relaciones causales* originadas en el mundo empírico y las operaciones lógico-matemáticas, pero enfocando sólo en el *equilibrio dinámico* de las estructuras ya estabilizadas. Esto dio lugar a replantear el problema de esta interacción separando los procesos implicados en etapas de equilibrio o *fases organizadas* y etapas de reequilibración o constructivas o *fases de reorganización*, que llevan de un equilibrio dinámico a otro nuevo, que es producto de tal reorganización. También denominadas *fases estructuradas* y *fases estructurantes*, respectivamente.

En las fases estructuradas o *estabilizadas* las relaciones u operaciones del sistema cognitivo se dan en términos de la lógica formal mediante las *inferencias deductivas*, que responden a las tablas de verdad. En cambio en las fases constructivas se producen *inferencias dialécticas*, que no son reducibles a las deductivas, sino que corresponden a *inferencias entre acciones* o *inferencias entre significaciones* tal como lo desarrollan Piaget y Rolando en HLS.

Aquí se revela un aspecto liminar de la teoría: su *concepción dialéctica*. Pero que no será la típica dialéctica hegeliana resumida en la tríada *tesis, síntesis y antítesis*, sino en la *tríada*

de los mecanismos cognitivos como veremos luego y con las características delineadas en FED. En ECC, Rolando sintetiza cinco de estas características. El sujeto *asimila* propiedades del objeto mediante *esquemas* (de acción o conceptuales) que a su vez se *acomodan* a las mismas, como procesos antagónicos solidarios. En dicho proceso se *diferencian partes* del objeto que al ser *integradas* al sistema cognitivo, *redefinen la totalidad*. Las propiedades del objeto se tornan *relativas* al generarse *interdependencias* en el seno del sistema mediante *procesos inferenciales*. Dominios *diferenciados* de la experiencia se *coordinan* en un proceso de *redefinición mutua* que forman una *nueva totalidad* en la cual funcionan como *subsistemas*. Finalmente todo proceso en el sentido de la *construcción proactiva* provoca *reorganizaciones retroductivas* que enriquecen las formas anteriores del sistema cognitivo.

Todo esto resumido de lo escrito por Rolando en ECC, sostengo que el carácter de *fractalidad* (como veremos) de las tríadas dialécticas constituyen una característica más de la dialéctica y la reencontraremos al introducir el sistema de signos de Peirce.

En el capítulo 4 de ECC, Rolando menciona a la tríada introducida en PHC, a la que definirá como el mecanismo más general de la dinámica de los procesos cognitivos, que constituirá las tres etapas que se sucederán en dichos procesos. La primera etapa de la tríada denominada *Intra (Ia)*, ocurre al enfocar en las *propiedades* o *cualidades* de los *objetos de conocimiento* considerados como *casos particulares*, sin relaciones entre sí.

La primera *diferenciación y relativización* de propiedades por comparación de casos, permite introducir las primeras *relaciones* o *transformaciones* entre los objetos (hasta allí considerados desde su estructura interna) de las cuales, las propiedades consideradas en *Ia* constituyen *invariantes*. Estamos en la etapa *Inter (Ir)* de la tríada.

Las propiedades de estas transformaciones que se *interrelacionan* generan nuevas relativizaciones y diferenciaciones que se *integran* en una *estructura* como *subsistemas de formas organizadas* en una *nueva totalidad*. Se ha alcanzado la etapa *Trans (T)* de la tríada. Obsérvense las características dialécticas implicadas en esta sucesión.

El rol del *objeto* en la génesis de las *formas endógenas*, implica la interacción entre el *sistema de relaciones causales* y el *sistema de operaciones lógicas*. En esta interacción, la componente *exógena* constituida por *observables* (datos interpretados) se encuentra subordinada a la componente *endógena* que se genera conjuntamente con la primera, pero cobra autonomía al transformarse en *forma*, es decir desprendida del contenido con el cuál se generó.

Estas interacciones y *diferenciaciones* se realizan a través de *instrumentos de pensamiento* como la *abstracción* y la *generalización* que tienen diferentes modalidades. Para las componentes exógenas, o sea empíricas, se enfocan y separan ciertas propiedades del objeto mediante lo que se denomina *abstracción empírica*, mediante *constataciones* sobre

los objetos. Luego, la propiedad considerada como *particular*, aún en el caso de considerarla una ley, haciéndola extensiva desde “algunos” a “todos”, o desde “a veces” a “siempre”, mediante la denominada *generalización inductiva*.

En relación con las componentes endógenas, el *instrumento asimilador* es la *abstracción reflexiva* cuya fuente son las *acciones y coordinaciones de las acciones* del sujeto. Se procede así a aplicar *esquemas conceptuales* que surgen de estas coordinaciones y mediante las mismas adicionar propiedades que *no estaban en el objeto* luego de convertirse en observable por abstracción empírica.

A la *abstracción reflexiva* le corresponde la *generalización constructiva o completa* basada en ella. Los datos y propiedades obtenidas por abstracciones empírica o generalizaciones inductivas, *se reconstruyen* en un *nivel de generalidad* superior, por abstracción reflexiva, esto es, adicionando propiedades cuyas fuentes son las *acciones y operaciones* del sujeto a través sus *coordinaciones* de los que surgen los *esquemas conceptuales* con los que seguirá operando.

No obstante, la llamada *abstracción empírica* es realizada por formas endógenas ya construidas en etapas anteriores, ya que como lo definió Rolando en SC, un observable es un dato interpretado. Esto coincide con la concepción semiótica que expondré más adelante, según la cual, la conceptualización puede realizarse sólo a través de *signos* y por lo tanto un observable, debe ser un signo.

Considerando entonces si la fuente de origen es exógena o endógena, define los *Observables Objeto (Obs O)* resultante de las *constataciones* sobre los objetos. Los *Observables Sujeto* procedentes de las observaciones y *toma de conciencia* sobre sus acciones o conceptualizaciones. La *forma* en que el sujeto *coordina (organiza)* sus acciones o conceptualizaciones (*Coord S*) y las *coordinaciones* que establece el sujeto con los objetos (*Coord O*), siendo estas últimas el origen de las *relaciones causales*.

Las *interacciones* (Obs O) y (Obs S) conduce a las interacciones (Coord O) y (Coord S). Estas interacciones implican la aplicación de los *instrumentos de pensamiento* (a los que a veces denomina también como mecanismos pero siempre con carácter instrumental) y en las fases estabilizadas tanto los observables como los instrumentos se encuentran en *equilibrio dinámico*.

Las explicaciones que construyen Piaget y Rolando sobre las interrelaciones entre estos cuatro elementos, es que las *constataciones* de los *resultados* de las acciones sobre los objetos, de los que se extrae el *dato interpretado* (Obs O) son la *razón* de la *toma de conciencia* sobre sus acciones (Obs S: datos interpretados sobre sus acciones). Pero a su vez los (Obs O) son el resultado de establecimiento de *relaciones causales* entre objetos (Coord O), las que a su vez son posibles debido a las *inferencias* que resultan de la aplicación de los *esquemas (de acción o conceptuales)* productos de la *coordinación de las*

acciones del sujeto (Coord S). Esto lo esquematizan con lo que llaman doble-círculo dialéctico, al cual yo le agrego leyendas recuadradas.

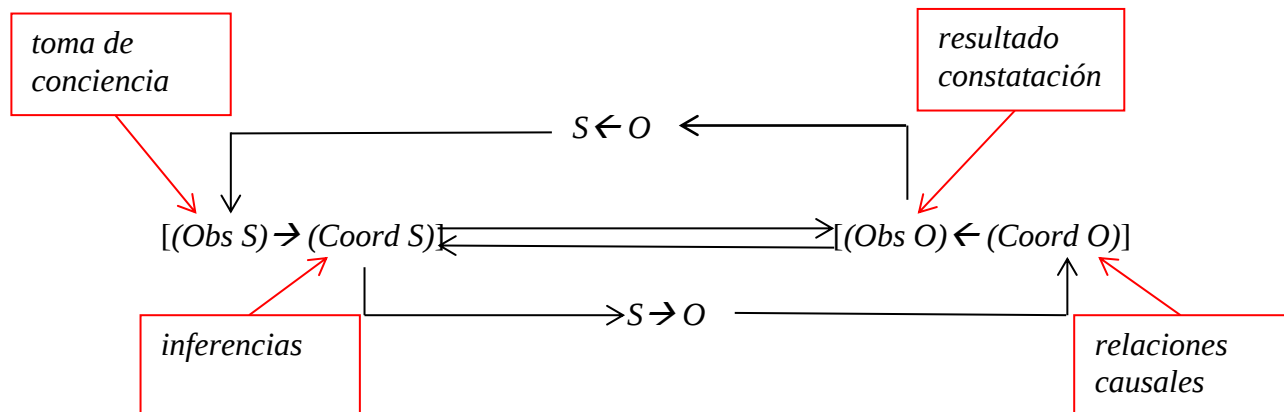


Fig. 1

Con estos elementos se llega a la teoría general de los procesos constructivos, consistente en la *sucesión dinámica de las etapas* definidas por la *triada dialéctica*, en la que, las *transiciones entre etapas* constituyen las fases estructurantes y las *equilibraciones* en cada etapa, las fases estructuradas.

En esta dinámica intervienen los procesos de *asimilación*, *acomodación* y *equilibración*, solidariamente, en el proceso general de transición entre etapas de la triada dialéctica. En cada etapa la *estabilización dinámica* se alcanza con las características que la definen, cuando estos procesos se equilibran.

En ECC, Rolando nos dice que los (Obs O) surgen en cada nivel, de un proceso de *asimilación* que consiste en incorporar los datos o propiedades del objeto a los esquemas de acción o conceptuales (según el nivel), con *acomodación* de los esquemas a dichas propiedades. La *equilibración* se produce entre *formas exógenas* obtenidas por *abstracción empírica* y *generalización inductiva* de los *observables* y *formas endógenas* consistentes en las *coordinaciones* inherentes a la formación y *acomodación* de los *esquemas* del sujeto. El proceso está centrado en las propiedades del objeto, *sin interrelación* entre objetos y define la etapa *intra* (Ia) a la que denomina *intra-operacional* y tiene un *carácter exógeno*.

Luego y a partir de estas propiedades, se generan *transformaciones* que *interrelacionan* a los objetos, mediante *abstracciones reflexivas* y *generalizaciones constructivas o completivas*. Las propiedades de los objetos resultan entonces, ser *invariantes* de dichas transformaciones. Las *propiedades adicionales* a los objetos, permiten generar nuevos

esquemas que forman *subsistemas interdefinidos* por procesos de *asimilación recíproca*, dado que se corresponden con la asimilación de nuevas propiedades correspondientes a las transformaciones. La *equilibración* de los subsistemas estabiliza la etapa *Inter (Ir)* llamada también *inter-operacional*, basada en las relaciones entre objetos.

Es importante observar que esta etapa sigue ligada a las propiedades de los objetos, aunque relativizadas por las propiedades añadidas por vía endógena, por lo que constituye una etapa *exógena-endógena*.

Finalmente, mediante nuevas abstracciones reflexivas y generalizaciones completivas, se enfoca en las propiedades de la *composición de transformaciones* que se *integran* en una *estructura total*. En palabras de Rolando, el sistema de transformaciones se equilibra como un juego de *variaciones intrínsecas* dentro de una totalidad. Aquí la palabra *variaciones* debe entenderse como *diferentes configuraciones*. Dado que hay una nueva relativización, esta vez sobre las propiedades de las transformaciones, lo que da lugar a la *estructura*, se produce un *desprendimiento* de las *formas* con respecto a los *contenidos* de la primera etapa, por lo que estas *formas* son *endógenas puras*. Estamos en la etapa *Trans (T)* o *trans-operacional*.

Una característica importante de esta etapa, es que se produce un *rebasamiento* en relación con la estructura adquirida en etapas previas, pero conservando dicha estructura enriquecida, en la nueva estructura total.

Rolando afirma que el libro PHC constituye la tercera versión de la teoría de la equilibración, en tanto se retoma el problema de la dinámica de los procesos constructivos, pero de forma integral, considerando tanto la *componente endógena* que conduce a las *estructuras* con las cuales el sujeto organiza la experiencia, como la *componente exógena*, que aporta *los contenidos* de la experiencia.

Nos dice Rolando en ECC: “Esta dinámica se desarrolla mediante los dos grandes *mecanismos generales* que no son sino una misma cosa en cuanto a su significación general: el pasaje de la etapa Ia a la etapa Ir y desde allí a la etapa T por un lado y por otro el *mecanismo de la equilibración*”

“Ser una misma cosa quiere decir que la tríada (Ia,Ir,T) debe ser considerada como parte de la *teoría de la equilibración*, lo cual significa que los *contenidos* a los que se refieren los sistemas de relaciones expresados por la tríada en cada dominio conceptual específicos, pasan a ser objetos de los procesos de equilibración.”

La importancia de PHC consiste en mostrar que estos mecanismos son comunes a la *psicogénesis* y a la *historia de la ciencia*.

3. Relación entre la semiótica de Peirce y la tríada dialéctica en un contexto de aprendizaje. Segunda aproximación

Regresando a la problemática planteada por Rolando en su artículo de 1982, el primero que leí de su obra, en relación con la vinculación entre el desarrollo del sistema cognitivo y la enseñanza, es necesario enfocar y tomar en cuenta un aspecto esencial que se presenta en un contexto de aprendizaje: el problema de los signos. En efecto, en la práctica de la enseñanza, especialmente en el ingreso y los primeros niveles universitarios, esta cuestión se plantea, seamos conscientes o no, especialmente en aquellas materias con lenguajes simbólicos dificultosamente expresables en el lenguaje natural.

En particular, este fue un tema que se me presentó en un curso de matemática correspondiente al ingreso universitario, que investigué y cuyos resultados fueron publicados en el libro *Problemáticas del Ingreso Universitario* (PIU) de mi autoría.

En dicho libro, además de plantear mi visión sobre el proceso de *enseñanza-aprendizaje*, se vuelcan los resultados de un diagnóstico realizado el primer día de clases con un grupo de ingresantes universitarios, consistente en la resolución de algunos ejercicios simples de aritmética y álgebra que se suponía, estarían en condiciones de resolver con los instrumentos conceptuales adquiridos en el nivel secundario. Se muestra que tal cosa no ocurre con la mayoría del grupo participante. Adicionalmente, en las respuestas se tipifican una serie de “errores comunes”, algunos de los cuales, se concluye en el trabajo, tienen origen en las interpretaciones que hacen de los signos.

Por otro lado, y a diferencia de lo resumido en la sección previa en la que se plantea el desarrollo cognitivo general, en el marco de interacciones exógeno-endógenas, que conducen a las estructuras con las que se organiza la conceptualización, en este caso se enfoca en el proceso de la conceptualización de temas específicos de una disciplina, proceso en el que se torna relevante la semiótica. Pero la vinculación entre el proceso de conceptualización basado en la tríada dialéctica y la semiótica de Peirce, cobra interés como tema en sí.

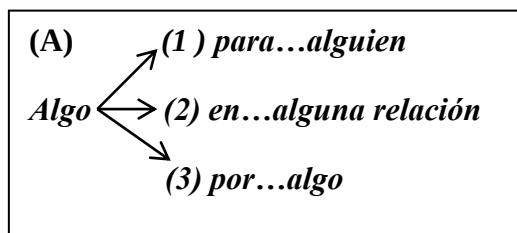
Tomando la definición de Lev Vygotski en PL, la *conceptualización* es un *proceso de generalización* en un *sistema de conceptos*, definición compatible con la concepción piagetiana-garciana y con la semiótica de Peirce. Entonces para un tema específico de una disciplina dada que forma parte de un sistema de conceptos, su conceptualización se realiza mediante la tríada dialéctica. Por otro lado cobra importancia en tal proceso el soporte semiótico utilizado. Entender cómo se plantea tal soporte y cuál es su interacción con la tríada dialéctica, fue desarrollado, como una *primera aproximación*, en el libro PIU y en el artículo *teoría semiótica cognitiva del aprendizaje*.

Esta interacción es, en realidad, una *interdefinición*, entre el sistema semiótico y el sistema cognitivo entendido como el proceso de generalización mediante la tríada dialéctica, por lo que, como lo define Rolando, forman un *sistema complejo* que resulta ser una misma cosa, en la cual se diferencia ahora el aspecto semiótico.

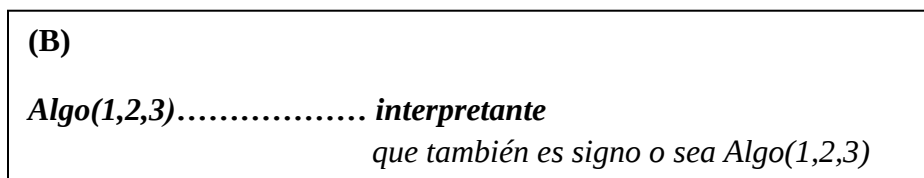
La *primera aproximación* a esta *interdefinición*, consistió en postular la correlación de los signos (*icono, índice, símbolo*) definidos por Peirce (Magariños de Morentin: *La Semiótica de los Bordes*, SB; Marafioti: *recorridos semiológicos*, Vitale: *El estudio de los signos. Peirce y Saussure*) correspondientes a las categorías de *primeridad, segundidad y terceridad* con la tríada (*Ia, Ir, T*), en tanto las componentes de ambas tríadas, en el orden indicado, se corresponden con las *cualidades*, las *relaciones* y la *relaciones de relaciones* respectivamente. Pero como ya vimos, las tríadas dialécticas son *fractales*, y esto significa que, dentro de cada etapa específica, se repite la *misma estructura triádica*, esto es, cada componente de la tríada, es, a su vez, una tríada.

Por lo tanto para avanzar en la dilucidación de esta *interdefinición semiótico-cognitiva*, es necesario vincular la estructura de la *tríada dialéctica* con la estructura del *signo*.

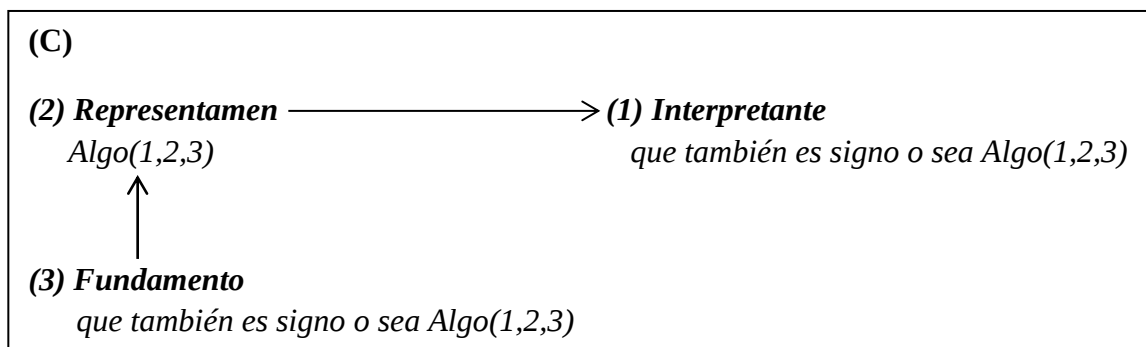
Seguiré principalmente los libros SB y *La Ciencia de la Semiótica* de Peirce (CS) en lo referente a la teoría semiótica. Para encontrar la estructura del signo, recurrimos a la definición de Peirce (2,228): un *signo o representamen* es *algo*, que está *para alguien*, *por algo*, *en algún aspecto o disposición* (para profundizar sobre el contenido de esta definición es recomendable recurrir al libro SB, del que tomo el siguiente desarrollo). De esta forma, el signo, representado esquemáticamente en (A), tomado como *totalidad*, se completa en la mente de una persona, cuando crea otro signo, que es el *interpretante*.



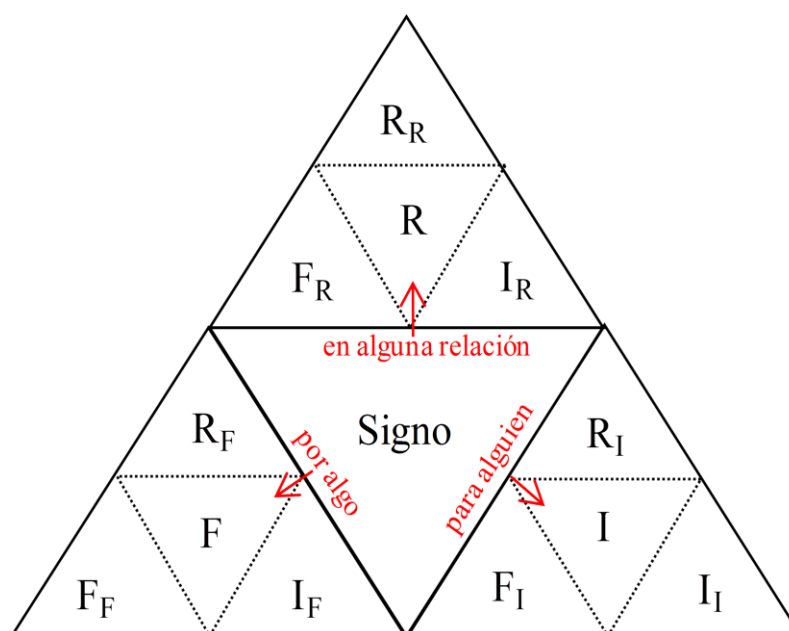
El *interpretante* completa al signo del modo en que se lo representa en el esquema (B).



En signo (A) es *sustituto* de *algo*, a lo que se denomina *objeto*, con respecto a una parte de su *posibilidad sustitutiva*, a un tipo de *idea* que el signo recorta del objeto y del que se hace *sustituto* y a la que Peirce denomina *Fundamento*, pero por tal carácter de *idea*, este no puede ser sino otro signo, de tal forma que se da lugar al esquema (C).



Por lo tanto, la *estructura del signo* posee tres componentes: el *Representamen* que sustituye al *Fundamento* del objeto y se completa en el *Interpretante*, siendo, cada una de estas componentes, a su vez, un signo, que por ser tal, debe tener la misma *estructura*. El esquema (D) representa gráficamente esta estructura.



(D) Esquema gráfico del *signo*. Sus componentes son el *Representamen* (en alguna relación), el *Interpretante* (para alguien) y el *Fundamento* (por algo). Cada uno de ellos es a su vez un signo, con las mismas componentes (*R,I,F*) por lo que el signo tiene una estructura fractal

De esta estructura se deriva que: a- los elementos que integran el signo están *interdefinidos*, por lo que constituye un sistema complejo; b- la estructura del signo es *fractal*.

Expandiendo una vez esta estructura fractal a las tres componentes del signo, obtenemos las primeras nueve clases de signos, de una posibilidad expansiva infinita que sigue con 27, $81,243...3^n$, clases de signos, para la expansión número n .

Luego en virtud de lo expuesto y siguiendo y sintetizando el desarrollo hecho por Magariños de Morentin en SB, vemos que las componentes de (A) implican las correspondencias esquematizadas en (E)

(E)	
a- Por algo.....	Fundamento
b- En alguna relación.....	Representamen
c- Para alguien.....	Interpretante

En (E), a- es una *relación de actuación o presencia*; b- es una *relación de comparación o cualidad* y c- es una *relación de pensamiento o convencionalidad*.

Finalmente, las inter-definiciones entre signos, implican relaciones entre estas relaciones, que pueden ser expresadas mediante el cuadro (H) en el que se encuentran las nueve clases de signos definidas por Peirce en una primera expansión.

NUEVE SIGNOS (o clases de signos)	En alguna relación REPRESENTAMEN Comparación Posibilidad FORMA	Por algo FUNDAMENTO Actuación Hecho EXISTENCIA	Para alguien INTERPRETANTE Pensamiento Necesidad LEY
En alguna relación REPRESENTAMEN Comparación Posibilidad FORMA	1- CUALISIGNO	2- ÍCONO	3- RHEMA
Por algo FUNDAMENTO Actuación Hecho EXISTENCIA	4- SINSIGNO	5- ÍNDICE	6- DICISIGNO
Para alguien INTERPRETANTE Pensamiento Necesidad LEY	7- LEGISIGNO	8- SÍMBOLO	9- ARGUMENTO

(H) Clasificación de signos de la primera expansión de la tricotomía de Peirce

En el siguiente cuadro se resumen algunas características de cada signo.

En alguna relación REPRESENTAMEN Comparación Posibilidad FORMA	Por algo FUNDAMENTO Actuación Hecho EXISTENCIA	Para alguien INTERPRETANTE Pensamiento Necesidad LEY
CUALISIGNO Forma de la forma Cualidades posibles obtenidas del sistema de rhemas	ICONO Existencia de la forma Se obtiene integrando los cualisignos posibles	RHEMA Valor de la forma Clasificación en un sistema de cualidades posibles
SINSIGNO Forma de la existencia Cosa, acontecimiento, concepto, actual, real, existente, en el que se manifiesta el cualisigno	ÍNDICE Existencia de la existencia Concreta existencia material del objeto, tomado como un caso, construido con el sinsigno como un resultado particular	DICISIGNO Valor de la existencia En el contexto en el que se encuentra materialmente integrado, en función del cual, el productor o receptor valorará la materialidad de las cualidades atribuidas al índice por el sinsigno
LEGISIGNO Forma del valor Toma del objeto el núcleo de relaciones del objeto y lo transfiere al interpretante. Norma, regla o ley que confiere la posibilidad de valor convencional que adquiere el signo y así convertirlo en símbolo. Su valor es el resultado de relaciones intersistémicas	SÍMBOLO Existencia del valor Se obtiene integrando los legisignos. Toma del objeto y entrega al interpretante un nivel de generalidad. Los signos de un sistema convencional, que responden a una ley que les asigna un interpretante y los relaciona con un objeto	ARGUMENTO Valor del valor Sistema de normas o valores convencionales, del que el productor extraerá los legisignos con los que construir los símbolos. Ordena al sistema en su interioridad,

(I) Algunas características de los signos resultantes de la primera expansión de la tricotomía de Peirce

La novedad en este trabajo, no está en la semiótica, sino en el planteo de la *interdefinición* entre el sistema semiótico y las tríadas dialécticas, que toman para ello en cuenta estas caracterizaciones. En especial, vimos que la fractalidad que caracteriza a los signos (tal vez

novedad en la caracterización de la recurrencia de los signos), es el punto de partida para sostener que la tríada dialéctica es la misma para ambos sistemas, su base de sustentación.

El segundo aspecto, ya considerado en el libro PIU, consiste en la correlatividad por columnas introducida por Peirce, que tiene relación con el grado de generalidad de la tríada dialéctica y cuya “columna vertebral” es la sucesión (*icono, índice, símbolo*) en que se dividen los signos realmente existentes (segunda columna de *existencia*). Estos son precisamente los *niveles* correspondientes a las *cualidades*, las *relaciones* y la *estructura* y por lo tanto a la tríada (*Ia, Ir, T*). Además, signos correlativos en un nivel dado (fila), implican una *sub-tríada* al interior de dicho nivel. Esto significa por ejemplo, que la *primeridad* con el *Icono* como referencia existencial, constituye la *sub-tríada* (*Ia, Ir, T*)_{primeridad} o, como es habitual considerar, correspondiente al icono (*Ia, Ir, T*)_{Icono}. Siguiendo el mismo procedimiento tenemos las sub-tríadas de la *segundidad* y de la *terceridad* (*Ia, Ir, T*)_{Índice}, (*Ia, Ir, T*)_{Símbolo}, respectivamente. Sus diferencias corresponden justamente a los signos existenciales que definirán sus características de acuerdo a la tabla (H).

Llegado a este punto, queda claro entonces que para conceptualizar con signos, es necesario operar con signos, aunque sus fuentes sean exógenas. En todo caso, en este último caso, sería más apropiado decir que su fuente es *exo-endógena*, lo que coincide con la afirmación de Rolando (ECC) de que los datos son ya observables, es decir, datos interpretados.

Luego la afirmación de Vygotski de que un concepto es una generalización en un sistema de conceptos, es equivalente a decir que un signo es una generalización en un sistema de signos, lo que es otro punto de contacto entre la semiótica de Peirce y la tríada dialéctica. Podemos ensayar entonces, esta vinculación, siempre de forma aproximativa (una de las características de la dialéctica, FED), determinando cuáles serían las particularidades que definen la dinámica representada por el pasaje entre las componentes de la tríada y el proceso de generalización conceptual, en relación con los signos, es decir, incorporando al sistema dinámico cognitivo representada por la tríada, la semiótica de Peirce.

El punto de partida de tal análisis, es considerar a la etapa *Ia*, en la que se definen los *observables* (ECC), como una etapa *icónica* definida por las cualidades y las analogías que estas implican, de los *objetos*, que serán considerados como íconos. Si estos tienen origen exógeno y fueron obtenidos por abstracciones empíricas y generalizaciones inductivas, pero mediante componentes endógenas de etapas anteriores, que puede considerarse, como lo plantea Rolando en ECC, como la etapa *T* de la tríada del nivel previo. La etapa *Ia_I* de la *sub-tríada* de *Ia*, provee las posibilidades de *Cualisignos* obtenidos del sistema de *Rhemas* en el que son *valorados* para producir, por integración de los mismos, el *Icono* correspondiente. Vale decir, la *sub-tríada* de *Ia*, contiene al sistema semiótico con el cual se seleccionan y valoran las propiedades de los objetos con los que se construirán las

siguientes etapas. De esta forma, estas propiedades constituyen relaciones *intra-objeto*, pero sin relaciones *inter-objetos*.

El hecho de concebir a los objetos de un proceso cognitivo como signos ya que ningún proceso cognitivo es posible sin ellos, no impide realizar un análisis de *formas* y *contenidos*, tal como lo requiere la tercera versión de la teoría de la equilibración. Para ello utilizamos como *indicador*, el concepto de *grado de generalidad*, que es un indicador *relativo* tal como lo utiliza Vygotski en PL. Vamos a considerar como *contenidos* a los elementos definidos en la etapa *Ia*, en un nivel dado del grado de generalidad, cuyas propiedades, son relativizadas en la etapa *Ir* y vuelven a relativizarse en la etapa *T*, donde se convierten en *formas* (de la dualidad *forma-contenido*) al desprenderse de los *contenidos*. Esta definición, permite tomar a los signos de la etapa *Ia* como contenidos, aunque su origen sea endógeno, es que, como ya vimos, es imposible conceptualizar sin la componente endógena. Si la fuente es de origen empírico, se deben corroborar las inferencias y anticipaciones, lo que da lugar a verificaciones o refutaciones de las mismas, que a su vez permitirá procesos de reequilibración, con reinterpretaciones o reformulaciones, mediante la interacción del sistema de relaciones causales y las estructuras lógicas, tal como ya vimos.

El pasaje *Ia* $\rightarrow$ *Ir*, fue explicado como consecuencia de la relativización de las propiedades del objeto, a partir de las *interrelaciones* entre ellos. Según la teoría descrita en la sección previa, la abstracción reflexiva y la generalización constructiva, adicionan nuevas propiedades a las ya consideradas en la etapa *Ia*, por vía endógena, las propiedades de la etapa *Ia*, resultan ser invariantes de las transformaciones definidas y se forman nuevos esquemas que se asimilan en forma recíproca de manera que se forman subsistemas de coordinaciones y transformaciones que llegan al equilibrio dinámico.

El signo central de esta etapa *Ir* es el *Índice*, en tanto segundidad, como representación indicativa o designativa, relacionará a los objetos definidos como contenidos en la etapa *Ia*. Pero este relacionamiento se concretará, dinámicamente a través de la sub-tríada correspondiente. Primero mediante el *Sinsigno* como forma de la existencia, como materia prima que interviene en la concreción existencial del *Índice*, portador de los *Cualisignos* que definen las propiedades de los objetos en la etapa *Ia*. La existencia de esta relación, como *resultado particular* de *casos específicos*, es lo que determina al *índice*, o dicho de otra forma, el *Índice* exhibe un *resultado* de esta relación, o de algunos casos de la misma.

La tercera sub-etapa, correspondiente al *Discisigno*, estará constituida por el sistema lógico de relaciones entre los objetos definidos como contenidos, en el cual, la relación exhibida (construida) como *Índice* adquiere un *valor significativo*. No obstante, este sistema, está aún construido *sobre el contenido*, por lo que no constituye una forma que está aún en génesis. Esto coincide con la interpretación hecha por Rolando en ECC quien considera a la etapa *Ir* como una etapa de interacción entre forma (en génesis) y contenido.

En cuanto a la construcción de la relación, vimos que en esta etapa se realizaba mediante abstracciones reflexivas y generalizaciones completivas. Al incorporar la componente semiótica a las tríadas dialécticas, esta operación cobra el carácter de una *inferencia abductiva* (SB, CS), seguida de una *generalización inductiva*. En efecto, las relaciones serán *hipotetizadas* en función de las propiedades de los contenidos en la etapa *Ia*, y tales relaciones adicionan nuevas propiedades. Pero dado que estas son generadas a través de *casos particulares*, se hace necesaria una *extensión inductiva a todos los contenidos*.

En virtud de la definición abducción dada por Peirce (CP 2.623) (SB, Marafioti *Recorridos semiológicos*, PIU)

La abducción afirma o hipotetiza algo acerca de un CASO (estas habas son de esta bolsa”) que se fundamenta en la relación de un RESULTADO observable (“estas habas son blancas”) con una REGLA (“todas las habas de esta bolsa son blancas”) cuya validez se asume apriorísticamente (CP 2.623)

Recurriendo a un método usado por Magariños de Morentin en SB, la conexión entre la *relación postulada* y las *propiedades de los objetos*, a través de la *abducción*, tendrá la siguiente forma:

CASO $\rightarrow$ este contenido de *Ia* (“estas habas”), verifican esta relación *R* en *Ir* (“son de esta bolsa”)

RESULTADO $\rightarrow$ porque este contenido de *Ia* (“estas habas”) posee las propiedades *P* (“son blancas”)

REGLA $\rightarrow$ dado que cualquier contenido de *Ia* (“todas las habas”) que verifique *R* en *Ir* (“de esta bolsa”), debe *necesariamente* poseer la propiedad *P* (“son blancas”)

Esta relación entre *R* y *P* a través de la *abducción*, está en el corazón de la interpretación piagetiana-garciana, porque la vinculación entre la relación *R* en *Ir* y el contenido de *Ia* que posee las propiedades *P*, se convierte en una *relación significativa*, nada mejor expresado en el marco de la teoría semiótica en la que dicha vinculación se realiza mediante signos.

Por otro lado, el carácter de *necesidad* atribuido al vínculo entre la relación y las propiedades, permite pensar a la relación (o relaciones) *R* como una *razón* de *P*, en completo acuerdo con las interpretaciones realizadas en PHC y HLS.

Finalmente, el pasaje *Ir* $\rightarrow$ *T*, en que se establecen relaciones de relaciones y se alcanza la estructura, considerada como el conjunto de propiedades de estas relaciones que se *componen*. Los subsistemas diferenciados en la etapa anterior, se integran aquí en una estructura, en una nueva totalidad. Lo cual se realiza nuevamente, mediante abstracciones reflexivas y generalizaciones constructivas. En el marco de la semiótica podemos considerar a las relaciones de la etapa *Ir*, como nuevos contenidos, con determinadas

propiedades a las que se adicionan nuevas propiedades, de composición, por vía endógena. Estas serán las propiedades de la estructura, que ya no dependen de los contenidos en *Ia* sino de las relaciones en *Ir*.

Desde el punto de vista de los signos, los *Legisignos* contienen las propiedades de los diferentes subsistemas de relaciones de *Ir* que cobran calidad de ley. Los *Símbolos* constituyen la *integración* de los *Legisignos* que alcanza en los *Argumentos* carácter de *estructura* en un *sistema total*.

Al alcanzar carácter estructural, ya despojadas de los contenidos de *Ia*, estos subsistemas de coordinaciones y relaciones se convierten en *formas* de carácter puramente *endógenas*.

4. Algunas conclusiones, aplicaciones y próximos pasos

La extensión del artículo, en el que la *novedad* se enfocó centralmente en la relación entre la *tríada dialéctica* y la *semiótica de Peirce*, deja lugar sólo a breves comentarios sobre las aplicaciones del enfoque, que seguirán en desarrollo.

Vimos inicialmente que esta vinculación debía hacerse con la estructura del signo definido por Peirce, que es, justamente, de naturaleza *triádica*. Que así como en la tríada dialéctica, cada componente de la misma, *es a su vez una tríada dialéctica*, cada componente del signo de Peirce, *es a su vez un signo triádico*. Lo cual corrobora la *estructura fractal* de ambos conceptos y también, añadido yo, *de la dialéctica*, como otra de sus características.

En la *primera expansión* del signo triádico, se obtienen los elementos centrales del signo que son el *Ícono* el *Índice* y el *Símbolo* que expresan a las *cualidades*, las *relaciones* y las *relaciones de relaciones*, junto a sus *correlativas* en el mismo *nivel*, que será considerado por nosotros como un *nivel de generalidad*. Tenemos así los *niveles*: *primeridad*, *segundidad* y *terceridad* definidos por Peirce, que se corresponden con el *Ícono* el *Índice* y el *Símbolo* respectivamente. A su vez sus *correlativos* en un mismo nivel, constituirán *sub-tríadas*. Esta estructura, es, la estructura de la tríada dialéctica, de donde concluimos que *las tríadas peirciana y la dialéctica, son una y la misma*.

Por lo tanto hay una *interdefinición* entre la estructura cognitiva expresada por los procesos de *inferencia*, *abstracción* y *generalización* y la *semiótica de Peirce*, por lo que al tomarlas en conjunto, constituyen un *sistema complejo*. Pero la introducción de los signos, agrega propiedades específicas que deben tomarse en cuenta.

Uno de los aspectos comunes es la *relatividad dada por la dialéctica*. Las tríadas son *relativas* al *grado de generalidad* considerado de forma que la etapa *T* correspondiente a un nivel dado, se convierte en etapa *Ia* del nivel siguiente. Lo mismo ocurre con los signos. Al considerar la semiótica de Peirce y las sub-tríadas, el último nivel de una etapa, es la tercera

componente de la sub-tríada de esa etapa y será la primera componente de la sub-tríada de la siguiente etapa.

Otra particularidad que se hace visible al considerar los signos, es que la *inferencia significativa* con la que se construyen las relaciones y las relaciones de relaciones, es la *inferencia abductiva* introducida por Peirce. Pero, en la etapa *Ir* ocurren dos hechos específicos: primero, el *Índice* propiamente dicho, es *un resultado*, constituido por *casos particulares*, en la segunda componente de la sub-tríada, de relaciones entre objetos surgidos de la etapa *Ia*. Segundo, estas relaciones deben ser *extendidas* a todos los elementos *posibles* de *Ia*, por *generalización inductiva*, para completar el dominio de *validez* o *definición* de las relaciones, en la tercera componente de la sub-tríada, relaciones que, de esa forma, permanecen unidas al contenido. En cambio, si bien en la tercera etapa *T*, que es una nueva relativización de la etapa previa, se podrían considerar los mismos procesos, esta vez tomando como contenidos a las relaciones mismas, desde el punto de vista de lo que consideramos como *contenidos* en la etapa *Ia*, las estructuras que se generan son *formas* desprendidas de dichos *contenidos*.

Este proceso resulta muy importante en lo relativo al *aprendizaje*, dado que muchos docentes, enfocan sus tareas de enseñanza, partiendo de relaciones que aún no han sido construidas por el sujeto, de las que deducen casos particulares, yendo en el sentido inverso a la vección de las tríadas, imposibilitando o dificultando, los procesos *necesarios* de conceptualización, al forzar el uso de estas relaciones.

La teoría semiótica cognitiva del aprendizaje (TSCA), se puede considerar así como el sistema complejo de dos componentes interdefinidas: la dinámica de los procesos constructivos representada por las tríadas dialécticas y la semiótica de Peirce, en el contexto de un proceso de enseñanza-aprendizaje. Algunas pautas que se derivan de ella son las siguientes

- ❖ Dado un *tema* o *concepto* objeto de enseñanza y aprendizaje, es necesario determinar su *grado de generalidad*. Esto se logra determinando cuales son los conceptos de la *red de conceptos*, necesarios para su génesis, lo que constituirá su *estructura de generalización*.
- ❖ En base a lo anterior, definir la etapa *Ia* como el conjunto de conceptos *necesarios* para construir, en base a sus *propiedades*, las *relaciones* implicadas en dicho concepto. Estos serán los elementos que se interrelacionarán en la etapa *Ir* y que, por lo tanto, serán considerados como *contenidos*.
- ❖ La génesis de la relación en la etapa *Ir*, se realiza a partir de *casos particulares*. La *relación* vinculada al concepto en desarrollo, se presenta como *un resultado*, este consiste en un *caso particular* de dicha relación. En especial, podría ser un *invariante* de la misma, que exprese, en forma reelaborada, propiedades del contenido. Esta es la etapa clave del aprendizaje porque introduce, abstracción reflexiva mediante, las

posibles relaciones a generar, a partir de las propiedades del *contenido*. Es la etapa *abductiva* por lo que el *resultado* debe *motivar* la *inferencia* de una *relación implícita* en él.

Es importante aclarar sin embargo que no se pretende que el alumno “redescubra la historia”, el docente está allí para guiar el aprendizaje y debe dar los elementos para que el alumno realice la abducción. Entonces una alternativa es *sugerir, explicitar*, posibles relaciones que faciliten la abducción. Por lo que es conveniente presentar, introducir el *resultado*, en el contexto de un problema, de preguntas bien formuladas y orientadas a producir la inferencia.

Se pueden presentar otros casos, lo que significa volver sobre el contenido, pero ya con la relación abducida, que por un lado permitan corroborar dicha relación, encontrar su rango de validez y, por otro lado, ir descubriendo las propiedades añadidas por la propia relación. Esto constituye un movimiento *retroductivo* de enriquecimiento de propiedades que le permite al sujeto enfocar sobre sus propias acciones, de donde surgirá el observable sujeto, es decir los datos interpretados de su propia actividad y, con él, la toma de conciencia de sus acciones, a lo que muchos investigadores llaman *metacognición*.

- ❖ Inmediatamente después de la abducción, deviene la pregunta acerca de *extensión* de esta relación, el dominio de los elementos del *contenido* en que tendrá *validez*, lo que constituye una *generalización inductiva*. Esto permite completar la definición de la relación, encontrar todas sus propiedades y abre la etapa de *sus relaciones con otras relaciones*, es decir la etapa *T*.
- ❖ En la etapa *T*, se produce la *composición de relaciones* y de sus propiedades se extrae la *estructura inherente*. Dado que se opera sobre las relaciones y no sobre los contenidos definidos en *Ia*, estas estructuras se constituyen en *formas*, es decir son independientes de los contenidos y por lo tanto de carácter *endógeno*, que pasarán a integrar los esquemas asimiladores del sujeto.

Además una vez adquirida la *toma de conciencia* de sus propias acciones a través de los (*Obs*, *S*), el sujeto puede coordinar sus acciones (*Coord*, *S*) lo que en teoría metacognitiva significa regulación de actividades cognitivas.

Un ejemplo de aplicación a Matemática del ingreso universitario que sirve como proposición para el desarrollo de estas pautas, es el problema tomado del libro usado para dicho curso (*Matemática en Contexto*), aunque se podrían dar muchos otros.

Problema: un proyectil se lanza verticalmente hacia arriba. El mismo tarda 12 segundos en subir y alcanzar la altura máxima, la cual es de 720 metros. Aclaración: considerar que el proyectil sale desde el suelo, de manera que su altura inicial es de 0 metros.

- Suponiendo que no hay factores que alteren la trayectoria del proyectil, describir cualitativamente como varía su altura en función del tiempo transcurrido desde el momento del disparo
- Decidir cuál (o cuáles) de las siguientes expresiones podrían representar la situación descrita en el ítem anterior

(i) $f(t) = -5t^2 + 120t$

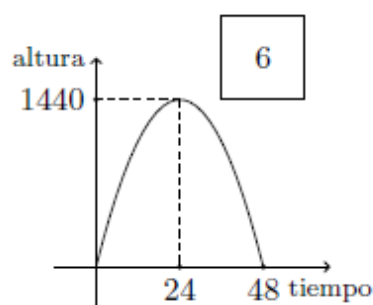
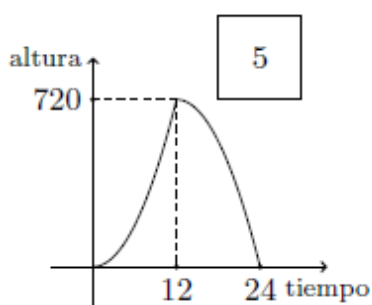
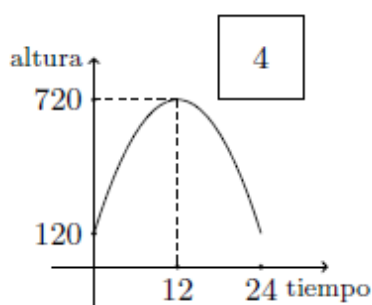
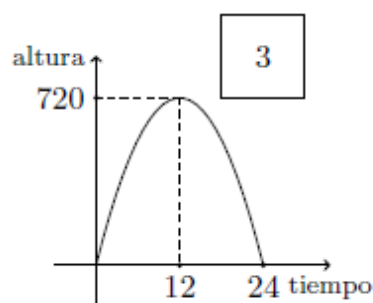
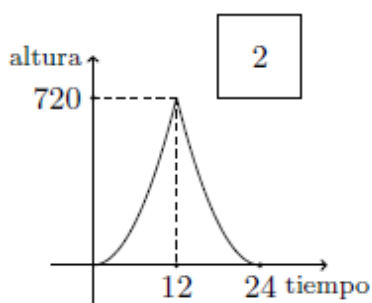
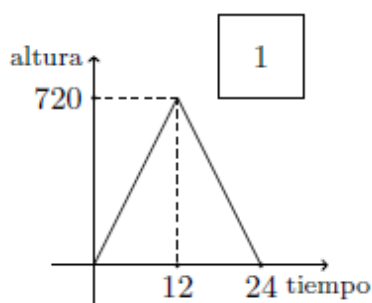
(ii) $f(t) = 5(t - 12)^2 + 1440$

(iii) $f(t) = -5(t - 12)^2 + 720$

(iv) $f(t) = -5(t - 24)t$

(v) $f(t) = 5(t - 24)^2 + 720$

- ¿Alguno de los siguientes gráficos podría representar la altura del proyectil en función del tiempo transcurrido desde el momento del disparo? Explicar tanto la elección como el descarte



- ¿A qué altura se encuentra el proyectil a los 7 segundos de haber sido disparado? ¿Alcanza esta misma altura en algún otro instante a lo largo de su trayectoria?
- ¿Existe algún instante en el que la altura del proyectil sea de 675 metros? En caso afirmativo, decir cuál o cuáles. En caso negativo, explicar por qué
- Definir la función que modeliza la altura del proyectil en función del tiempo y determinar su conjunto imagen

- g) Otro proyectil es disparado en iguales condiciones, pero desde una plataforma que se encuentra a 70 metros de altura. Determinar la expresión de una función que mida la altura del proyectil en cada instante t (en segundos) de su trayectoria desde el disparo hasta que toca el suelo. Determinar dominio e imagen de esta función y realizar un gráfico aproximado.

Ante todo el problema alude a un fenómeno que constituye un (Obs, O) de fuente exógena: el tiro vertical, tema que en general se desarrolla en los cursos de Física del secundario, pero aunque no fuera así, es parte de la experiencia cotidiana y que conlleva ciertas hipótesis. Por lo tanto esto constituye un *dato* un *resultado* que se completa, en el contexto del trabajo con *funciones*, con otro *resultado* que es el par ordenado $(12, 720)$ correspondiente a la altura máxima del proyectil, y que es un *caso particular* de la relación entre las variables altura y tiempo. Este *dato* es además un *invariante* de la función cuadrática que se pretende introducir.

El ítem a) implica una *abstracción empírica* sobre el fenómeno, que se dirige a obtener las *propiedades* del fenómeno a través de la variable h , cualidades que constituirán los observables de fuente exógena. En cambio el ítem b) proviene de fuente endógena y propone funciones posibles mediante expresiones simbólicas ya adquiridas. En particular son funciones cuadráticas. La forma canónica b (iii) es la que está *orientada* a producir la *abducción*: esta consistiría en *hipotetizar* que es la que corresponde al *resultado*, por el simple hecho de tener una característica común dada por el dato de la altura máxima y el tiempo correspondiente. Lo que se afirmará más adelante al reconocer a dicho punto como un invariante de la relación. Y por lo tanto la (ii) y la (v) rechazadas por tener la misma forma canónica pero no ajustarse al *resultado*. En cambio, habiendo *postulado* la relación (iii), ahora se *comparará* a esta con la (i) y la (iv) utilizando no sólo en punto $(12, 720)$ sino en particular calculando las funciones para $t=0$ y $t=24$, que son justamente las raíces. Estas son las primeras operaciones que orientan hacia una *generalización inductiva* del dominio.

Justamente el ítem c) consiste en formas gráficas de funciones, que, por las mismas razones, orientará a la elección de c (iii). Sin embargo, esta *forma icónica*, por su mismo carácter muestra una correspondencia mayor con la descripción cualitativa del observable del ítem a), lo que incluye la consideración de que el tiempo de subida es igual al de bajada. La *abducción* tiene en este caso, al menos, cuatro resultados que son: la altura máxima, el crecimiento y decrecimiento de la función y la igualdad de los tiempos de subida y bajada y la altura cero del disparo. En cambio otro observable que podría ser necesario es el comportamiento de la velocidad, lo que es más difícil de visualizar ya que tiene que ver con la pendiente de las curvas y finalmente, la correspondencia entre la fórmula y elegida y el gráfico elegido que, a priori, se toman de manera separada.

Superada la etapa de la abducción, debe asumirse la generalización inductiva del dominio, lo que se ve facilitado por la fórmula y el gráfico y, a partir de allí, los restantes ítems

pueden resolverse con los conceptos ya adquiridos y de esa forma, descubrir todas las propiedades de la función cuadrática.

Otro ejemplo que no se desarrolla aquí, es el aprendizaje de la *teoría de la relatividad especial*. Tiene que ver con la relación entre el *espacio* y el *tiempo*. En *pre-relatividad* la etapa *Ia* contiene un espacio y tiempo absolutos independientes del sistema de referencia, ligados a otras propiedades. La etapa *Ir* constituida por las *transformaciones de Galileo*, tienen como invariante a la *distancia absoluta* y luego se componen estas relaciones en la etapa *T*. En relatividad especial, el espacio y el tiempo son relativos a los sistemas de referencia (*Ia*), lo que da lugar a las *transformaciones de Lorentz (Ir)* que tienen como invariante al *intervalo*, y se componen en la etapa *T*. Los *resultados experimentales* son la base de estos cambios propuestos por Einstein en 1905.

Finalmente debo comentar que la primera versión de la TSCA, tenía entre otros, el problema de suponer que la generalización inductiva se producía entre las etapas *Ir* y *T*, que es la etapa correspondiente a la estructura. Esta limitación y otras que no comentaré, se debieron a que no se había tomado en cuenta la estructura del signo peirciano. Al hacerlo surgen con toda naturalidad las *sub-tríadas* y quedan más claramente expuestos los procesos que se dan en cada componente de la tríada principal. Esto abre el camino para nuevas aproximaciones dialécticas y para próximas aplicaciones a los procesos de enseñanza-aprendizaje, al quedar más claro, tomando en cuenta la semiótica de Peirce, el rol de la *abducción* en la construcción de relaciones, notando que no se opone a las teorías construidas por nuestro Maestro Rolando, sino que, por el contrario, se enriquecen y confirman.

Bibliografía

García, R. (2000): *El Conocimiento en construcción*. Barcelona. Gedisa.

García, R. (2006): *Sistemas Complejos*. Barcelona. Gedisa.

González, R. (2012): *Problemáticas del Ingreso Universitario (Matemática y Taller de Ciencia). Enfoque semiótico-cognitivo (Piaget-García, Vygotski, Peirce)*. Los Polvorines. UNGS.

http://www.ungs.edu.ar/cm/uploaded_files/publicaciones/469_EDU08%20-%20Problematicas%20del%20ingreso.pdf

Magariños de Morentin, J. (2008): *La semiótica de los bordes: apuntes de metodología semiótica*. Córdoba. Comunicarte.

Marafioti, R. (2002) (compilador): *Recorridos semiológicos*. Buenos Aires. Eudeba.

Peirce, C. S. (1974): *La ciencia de la semiótica*. Buenos Aires. Ediciones Nueva Visión.

Piaget, J. (2002): *Las formas elementales de la dialéctica*. Barcelona. Gedisa.

Piaget, J., García, R. (1984): *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Mexico, Siglo XXI.

Piaget, J., García, R. (1997): *Hacia una lógica de las significaciones*. Barcelona. Gedisa.

Vitale, A. (2002): *El estudio de los signos. Peirce y Saussure*. Buenos Aires. Eudeba.

Vygotsky, L. (1995): *Pensamiento y Lenguaje*. Barcelona: Paidós.