



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS**

**GRAFOS-REPRESENTACIONALES DE LA TEORÍA
DEL CONDICIONAMIENTO**

T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
P R E S E N T A :
I S A A C C A M A C H O M I R A N D A**

**DIRECTOR:
DR. MARIO EUGENIO JOSÉ CASANUEVA LÓPEZ**



MARZO 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A mis padres, *Elena e Isaac*, ejemplos de fuerza e inteligencia.

A *Rosy*, mi colibrí, por su paciencia amorosa.

A los miembros del Grupo T y a su líder *Claudio Carpio*, por su compañía y apoyo.

A mis profesores del IIF de la UNAM y especialmente a *Raymundo Morado*, por ser ejemplo de dedicación y excelencia académica.

A los miembros de la comisión dictaminadora de la presente tesis.

Y especialmente a *Mario Casanueva*, por su honestidad esclarecedora y terrible.

Finalmente, a CONACYT por su apoyo económico durante mis estudios

Con todos ustedes estoy en deuda...

Índice

Introducción	1
1. El enfoque sintáctico y el enfoque semántico	3
1.1. Las teorías como conjunto de enunciados: Carnap y Hempel	
1.2. La crisis	
1.3. Las teorías como modelos: Van Fraassen y Giere	
2. Estructuralismo	27
2.1. El reto de Putnam	
2.2. La respuesta Estructuralista.	
2.3. Las representaciones conjuntistas.	
3. Los grafos representacionales	38
3.1. ¿qué son? Y ¿Para qué sirven?	
3.2. Similitudes y diferencias con el estructuralismo	
4. Teorías científicas: un caso	50
4.1. Presentación informal de la Teoría del Condicionamiento y su metodología.	
4.2. Grafo de la Teoría del Condicionamiento.	
4.3. Grafo de la Metodología del Condicionamiento	
5. Consideraciones finales	89
6. Referencias	91

Introducción.

El presente trabajo constituye una reconstrucción de una teoría Psicológica. Se inscribe en el enfoque semántico. En concreto se utilizan las ideas o métodos de la concepción grafo-representacional (Casanueva y Méndez, 2004) en estrecha relación con las intuiciones estructuralistas.

Las motivaciones detrás de este intento provienen de diversas fuentes: en primer lugar, desarrollar una representación modelo-teórica de la teoría del condicionamiento, trabajo que ha sido reconocido como parcialmente realizado en la agenda de las concepciones semánticas en general y del estructuralismo en particular (Westmeyer, 1989). En segundo lugar, aportar nueva evidencia sobre la aplicabilidad de la herramienta grafo-representacional en el análisis de teorías científicas. En tercer lugar, mostrar la generalidad de la herramienta al capturar en la representación los aspectos metodológicos instrumentales de la teoría del condicionamiento.

Para esto procederemos de la siguiente forma: Se presentará de forma sintética el enfoque sintáctico y sus limitaciones, posteriormente se presentará el enfoque semántico como una respuesta a las limitaciones del enfoque sintáctico.

A continuación, se presentará la forma de análisis semántico conocida como el estructuralismo. Misma que consiste, al mismo tiempo, en el punto de partida y de ruptura para el modo de representación central en el presente trabajo: los grafos representacionales.

Tras una breve descripción de dicha herramienta grafo-representacional se presentan tanto las similitudes como las diferencias con respecto a las representaciones estructuralistas. Posteriormente, se procede a analizar el caso de la teoría del condicionamiento en Psicología. Para esto en primer lugar se presentará la teoría, su método y sus aparatos de forma informal para

posteriormente desarrollar la representación semi-formal tanto de los aspectos puramente conceptuales así como de los aspectos metodológicos de la misma.

Las consideraciones finales girarán en torno a tres aspectos fundamentales: a) La caracterización de la teoría del condicionamiento mediante la herramienta grafo-representacional, b) La caracterización de la metodología experimental de dicha teoría mediante esta misma herramienta y finalmente, c) la posibilidad de una vinculación entre ambos grafos mediante la construcción de una forma de representación unificada para la teoría y el método o entre los aspectos epistemológicos y técnicos de la ciencia, y d) la explicitación de algunas de las virtudes didácticas de dicha herramienta.

1. El enfoque sintáctico y el enfoque semántico.

Hablar de filosofía resulta difícil cuando se nos interroga en torno a su definición. Al respecto Estany (1993) nos dice:

“Es habitual que el profesor de filosofía inicie sus clases con la consabida pregunta ‘¿Qué es la filosofía?’... Es difícil encontrar otra disciplina en que la pregunta sobre su propia identidad se plantee desde el inicio con tanta insistencia, apremio y necesidad...

Si los alumnos esperan una respuesta concisa y clara sólo lograrán frustraciones. El profesor (un profesional en la materia) tampoco tiene este tipo de respuesta” (Estany, 1993, p. 17)

A pesar de esta dificultad inicial, el panorama parece despejarse cuando de los problemas crudos de la definición de la filosofía “pura” pasamos a la definición de la filosofía vinculada con algún dominio en particular, es decir, la “filosofía *de*”. Esta clase de trabajo filosófico puede caracterizarse como un discurso de segundo orden cuyo objetivo es incrementar nuestro entendimiento de aquello que constituye el discurso primario. Moulines concibe a la filosofía de la ciencia

“...como una *teorización sobre teorizaciones*. Y quisiera que se tomara esta caracterización como equivalente a esta otra: como *interpretación de interpretaciones* de la realidad; o bien, con un poco más de precisión, como la construcción de esquemas interpretativos de carácter filosófico con el fin de entender esos esquemas interpretativos de la realidad que llamamos ‘teorías científicas’...” (Moulines, 1979, p. 53)

De esta forma, los problemas de definición se vuelven más fácilmente tratables al acotar el dominio de aplicación de los argumentos filosóficos, aunque no se garantiza el consenso debido a que siempre pueden señalarse controversias con respecto al alcance y los objetivos de dicho discurso de segundo orden. Esta acotación de la problemática filosófica a algún dominio de desempeño humano nos permite hablar de la filosofía de la religión, la filosofía del derecho, la filosofía

del arte y a la filosofía de la ciencia, entre otras. El presente trabajo se inscribe en esta última forma de acotación.

Los sistemas desarrollados en la filosofía de la ciencia han generado impresionantes programas de investigación, algunos de los cuales han surgido como respuesta a las problemáticas generadas por sus antecesores o como un replanteamiento de dichas problemáticas, esto es, no se responde a las preguntas sino que se les plantea mejor (claro que ambas formas marcan caminos diferentes pero igualmente relevantes en el progreso de la filosofía de la ciencia). En lo que sigue presentaremos dos ejemplares de los programas de investigación surgidos en el núcleo de lo que podríamos llamar el enfoque sintáctico. Una caracterización de dicho enfoque seguirá a la descripción de los ejemplares por fines de exposición.

1.1. Las teorías como conjunto de enunciados: Carnap, Hempel.

Resulta poco controversial la tesis que afirma que las teorías científicas constan de términos, ecuaciones, definiciones, clasificaciones, mediciones, operaciones, etc. Pero ¿Cómo entender el significado de dichos elementos?, en los términos de Moulines, ¿Cómo entender esas interpretaciones de la realidad? Esta pregunta, acotada exclusivamente a los términos, fue conocida como el problema de los términos teóricos. Hempel (1973) al hablar de los enunciados explicativos postulados en las teorías y el significado de los términos que conforman dichos enunciados nos dice:

“... los enunciados... pueden tener un significado empírico objetivo y pueden explicar fenómenos empíricos, sólo si los términos teóricos que contienen tienen significados claramente especificables; ciertamente los empiristas lógicos asumieron este punto de vista. Así, surgió el problema de caracterizar esos significados y de indicar cómo se asignan a los términos teóricos. Este fue uno de los principales problemas en los que se concentró el análisis estándar; llamémosle el problema del significado de las expresiones teóricas.” (Hempel, 1973, p. 440)

Así, podemos pensar que el problema de los términos teóricos hace referencia al esclarecimiento de la forma en que se fija el significado de los mismos. Un trabajo que captura los diversos intentos por responder a este problema desde el empirismo lógico es el de Shapere (1965). Entre otras cosas, en dicho trabajo se describe un intento de respuesta en la forma del operacionalismo, así como las respuestas por parte de Carnap y de Hempel. A continuación presentaremos dichos intentos como ejemplares de los proyectos de investigación dentro del enfoque sintáctico, para finalizar con una caracterización de dicho enfoque a partir de lo señalado en dichos ejemplares.

Carnap y las interpretaciones parciales.

El intento de Carnap (1956) por fijar el significado de los términos teóricos (constitutivos del lenguaje teórico) en la ciencia parte de los siguientes supuestos.

- a) Es útil dividir el lenguaje de la ciencia en dos tipos, a saber, el lenguaje teórico y el lenguaje observacional.
- b) Sólo los enunciados teóricos son problemáticos.
- c) El problema filosófico consiste no solamente en una demarcación entre los lenguaje de observación y teóricos sino en articular la relación entre ambos lenguajes.

Para el lenguaje observacional, Carnap propone las siguientes definiciones: Sea LO un lenguaje observacional constituido por constantes primitivas. Éstas divididas en dos tipos: Lógicas y descriptivas. El vocabulario será el conjunto de las constantes descriptivas. Como variables se emplearán solamente las variables individuales, finalmente, se emplearan ciertas reglas de formación así como reglas de la deducción lógica.

Dicho lenguaje será considerado como completamente interpretado dado que todos los miembros del grupo (que emplea a dicho lenguaje observacional como medio de comunicación) comprenden en el mismo sentido todos los enunciados de LO.

Ahora, para el lenguaje teórico (LT), Carnap parte de una definición análoga a la de LO, esto es, las constantes se dividen en lógicas y primitivas; las constantes descriptivas primitivas conforman el vocabulario teórico (VT) y contienen las conectivas lógicas usuales aunque pueden admitirse también algunas conectivas modales. LT no es un sistema interpretado de postulados, inclusive podemos pensar que no tiene una interpretación completa y solo puede adquirir *interpretación parcial* mediante ciertas reglas que relacionan a LT con LO. Éstas son llamadas reglas de correspondencia, C.

Las reglas de correspondencia permiten establecer la relación entre los términos del VO y el VT. Al respecto Carnap nos dice:

“Los términos de VT sólo logran una interpretación indirecta e incompleta por el hecho de que algunos de ellos están relacionados por medio de las reglas C, con términos observacionales y, los términos restantes de VT están relacionados con los primeros por los postulados de T... “(Carnap, 1956, p. 80)

De esta forma podemos apreciar que el papel que dichas reglas juegan es fundamental; es gracias a ellas que los términos teóricos tienen significado observacional, o simplemente significado.

En lo que respecta a la forma en que dicha relación entre LO y LT se da en la práctica, Carnap nos señala:

“... El que un observador X ‘acepte’ los postulados de T, significa que no sólo debe considerar a T como un cálculo no interpretado, sino utilizar T junto con reglas especificadas de correspondencia C para guiar sus expectativas derivando predicciones de

acontecimientos observables futuros a partir de acontecimientos observados, con la ayuda de T y C.” (Carnap, 1956, p. 79)

Una característica importante de C es que la manera particular elegida para estas no es relevante, pueden ser introducidas como axiomas o como reglas de inferencia. Lo importante es que deben permitir la derivación en un sentido, LT-LO, o el otro, LO-LT. Es importante señalar que no es necesario que cada una de las C se asocie con cada término del VT. Es posible que un término de VT, T1, se vincule con otro, T2, mediante los postulados de la teoría, T, pero como T1 se vincula con algún término de LO mediante C, podemos suponer que éste adquiere su significado observacional y por ende, también T2. Así,

“...la especificación, no sólo de las reglas C sino también de los postulados T, es esencial para el problema del significado...” (Carnap, 1956, p. 82)

La inclusión de T en las consideraciones relativas al significado dejan en claro la función de especificidad teórica que propuso Carnap puesto que, nos dice:

“...La definición del significado debe ser relativa a una teoría T, porque el mismo término puede ser significativo con respecto a una teoría y no serlo con respecto a otra.” (Carnap, 1956, p. 82)

Un ejemplo de una C para algunas magnitudes simples puede ser la que relacione el término “masa” del VT con “pesado” del VO:

“Si u es más pesado que V, entonces la masa de u’ (es decir la masa de la región coordenada u’ que corresponde a u) es mayor que la masa de v’.” (Carnap, 1956, p. 81)

Finalmente, podemos decir que las C establecen el vínculo esencial ente LT y LO, y que junto con los postulados de la teoría nos dan el significado observacional y específico de un término de VT.

Hempel y el método nomológico-deductivo

Hempel (1973) retoma el problema de los términos teóricos. En primer lugar resume las suposiciones características de lo que él llama el “análisis estándar” en torno a la distinción entre los términos del lenguaje observacional y los términos del lenguaje teórico. En segundo lugar retoma las críticas al “requisito de especificación lingüística explícita”. En sus propias palabras tanto el análisis estándar y dicho requisito, respectivamente, se pueden caracterizar como sigue:

“...De acuerdo con la concepción estándar, una teoría puede dividirse analíticamente en dos clases constitutivas de enunciados. Burdamente, y hablando de manera realista, podría decirse que la primera de ellas contiene los principios internos de la teoría, los cuales especifican el ‘escenario teórico’ describiendo entidades y procesos subyacentes postulados por la teoría y enunciando las leyes o los principios teóricos que se supone que los gobiernan. Podría decirse que el otro conjunto contiene los principios puente los cuales indican las maneras en que se supone que se relaciona lo que ocurre al nivel del escenario con los fenómenos que la teoría debe explicar.” (Hempel, 1973, p, 440)

La crítica a la que nos remite Hempel es relativa a la dificultad de definir la expresión “predicado observacional”, lo cual implicaba que:

“...el carácter público e intersubjetivo de la evidencia por medio de la cual se ponen a prueba las teorías no puede considerarse como asegurado únicamente por el uso de predicados observacionales en las descripción de la evidencia.” (Hempel, 1973, p, 440)

Así, Hempel propuso cambiar la expresión vocabulario de observación por el de “vocabulario previamente disponible”, mismo que consiste en los términos que, a menudo, se han introducido en el lenguaje de la teoría de interés, al provenir de una teoría anterior. Estos términos poseen un carácter histórico-pragmático dado que son relacionales al implicar el uso de otra teoría determinada.

La conclusión general a la que llegó Hempel sobre el problema de los términos teóricos fue que:

“... el problema del significado para los términos teóricos, descansa sobre una presuposición equivocada y así no requiere de solución.” (Hempel, 1973, p, 452)

Esto dado que:

“... He sostenido que es innecesario y ciertamente sin fundamento el pensar en los términos teóricos como si fueran introducidos o gobernados de alguna manera por enunciados con una función interpretativa especial, caracterizada por un distintivo estatus lógico o metodológico... (Hempel, 1973, p. 452)

Esta afirmación puede ser entendida de una manera más clara si consideramos que previamente (Hempel, 1950) este autor había mostrado la insuficiencia tanto del requisito de verificabilidad completa como del de refutabilidad completa por ser ambas expresiones de lo que después llamaría el “requisito de especificación lingüística explícita” (Hempel, 1973).

...Se trataba [el problema del significado de los términos teóricos] de la idea de que debía ser posible caracterizar los significados de los términos teóricos de una teoría determinada por medios explícitamente lingüísticos, a saber, especificando un conjunto de enunciados que interpretaran aquellos términos por medio de un vocabulario empírico clara y completamente comprendido...Así, las soluciones al problema del significado de las expresiones teóricas se sujeta tácitamente a los que llamaré *el requisito de especificación lingüística explícita* de los significados en cuestión.” (Hempel, 1973, p. 440)

De esta forma, podemos ver que la respuesta de Hempel al problema de los términos teóricos consiste en rechazar el problema dado que se le ha presentado como anclado en un requisito que desde su perspectiva carece de fundamento.

Ahora en lo que toca a la explicación científica, para este autor (cuya influencia abarco gran parte del trabajo sobre explicación científica a partir de la

década de los 60s), ésta consiste de conjuntos de argumentos. Su propuesta consiste en concebir a la explicación científica como sigue:

1.- Una serie de enunciados que postulan la ocurrencia de ciertos eventos $C_1 \dots C_n$ a cierta hora y cierto lugar.

2.- Una serie de hipótesis universales tal que:

a) los enunciados de los dos grupos han sido razonablemente confirmados por la evidencia empírica,

b) de los dos grupos de enunciados podemos **deducir lógicamente** el evento E (predicción)

La forma esquemática, de la deducción, de lo anterior es:

1.- Condiciones iniciales

2.- Leyes generales

3.- Predicción

Adicionalmente, es necesario que cuatro condiciones se cumplan: 1) La predicción debe ser consecuencia lógica de las condiciones iniciales y las leyes generales, 2) las leyes generales deben ser efectivas en la derivación de la predicción, 3) las condiciones iniciales y las leyes iniciales deben tener contenido empírico y 4) tanto las condiciones iniciales como las leyes generales deben ser verdaderas. (Echeverría, 1999)

A este modelo se le ha llamado modelo por cobertura legal o modelo nomológico-deductivo, en el cual las leyes científicas son vistas como argumentos condicionales con cuantificación universal: $\forall x (Px \rightarrow Qx)$.

De esta manera, las explicaciones científicas son concebidas como formas argumentativas, cuyo papel normativo surge de su poder de derivar de las leyes las observaciones.

Es posible encontrar en la literatura diversas extensiones del método nomológico-deductivo, una de las más importantes fue la realizada para el caso de la historia realizada por el mismo Hempel en 1953.

A partir de estos dos ejemplos podemos caracterizar el enfoque sintáctico de la siguiente manera:

- a) Las teorías son vistas como la unión de dos conjuntos de términos o vocabularios, estos son el vocabulario teórico y el vocabulario no teórico, llámese observacional, empírico o previo.
- b) Existe una relación de significación unidireccional entre estos vocabularios, esto es, los términos del vocabulario teórico adquieren significado por su vínculo con los términos del vocabulario no teórico.

Esta forma de caracterizar el enfoque sintáctico, esto es, la identificación de las teorías con un conjunto de términos constitutivos de un vocabulario, es decir en términos lingüísticos, sigue a la caracterización del mismo hecha por Van Fraassen en su "Imagen Científica":

"Una teoría ha de ser concebida como lo que los lógicos llaman una teoría deductiva, esto es, como un conjunto de oraciones (los teoremas) de un lenguaje especificado. El vocabulario se divide en dos clases, los términos observacionales y los términos teóricos" (Van Fraassen, 1979, p. 77)

Una caracterización similar, más reciente, del enfoque sintáctico la encontramos en Chakravarty (2001):

"Una visión generalmente asociada con el empirismo lógico es que una teoría es un sistema axiomático, cerrado bajo la deducción, expresable en un lenguaje formal cuyos elementos son caracterizables en una estructura sintáctica. Una teoría, desde esta perspectiva, es identificada con una formulación lingüística particular. El énfasis dado aquí

a la sintaxis de las formulaciones lingüísticas condujo a los críticos a denominar esto como el enfoque sintáctico... (Chakravarty, 2001, p. 325)

Así las cosas, podemos decir que la característica fundamental del enfoque sintáctico es el tratamiento de las teorías científicas; vistas, ya sea, como conjuntos de enunciados, de términos, u de oraciones, pero en definitiva como estructuras lingüísticas. Característica que no sorprende si recordamos los pormenores del “giro lingüístico” iniciado por Schlick.

1.3 Las teorías como modelos: Van Fraassen y Giere.

De la misma manera en que hemos procedido con la presentación del enfoque sintáctico en lo que sigue trataremos el enfoque semántico mediante la presentación sintética de dos posturas ejemplares del mismo y a partir de las cuales desarrollaremos su caracterización.

Bas Van Fraassen.

Van Fraassen reconoce que existen formas diferentes de emprender el análisis filosófico de la ciencia. Por un lado tenemos los estudios fundacionales y por el otro los relativos a las relaciones entre las teorías y el mundo, así como de las teorías en relación con los usuarios.

Al respecto del primer tipo de estudio tenemos que generalmente se supone que las teorías científicas dan cuenta de los fenómenos postulando procesos y estructuras no observables, además, que la descripción de un sistema particular es hecha en términos de sus estados posibles. Sobre el segundo tipo de estudio tenemos que la relación entre el mundo y las teorías es la de verdad. Lo anterior requiere mayor precisión. La verdad se postula entre las descripciones de la ciencia y los procesos inobservables que expliquen los fenómenos observables y sus posibles cambios.

Desde el enfoque empirista se pretende que las teorías solamente pretendan caracterizar lo que es observable, adicionalmente se supone que los procesos o estructuras postulados son simplemente ayudas en la descripción, medios para el fin primordial: la descripción empíricamente adecuada. Además, los empiristas suponen que la posibilidad o la necesidad son meros artificios que facilitan la descripción, de manera tal que no tienen porque ser verdaderos; son simplemente relaciones entre ideas o palabras.

Ahora, en lo que toca a la relación entre la teoría y el mundo, esto es, la aceptación de la descripción de algún fenómeno del mundo; Van Fraassen nos dice que esta relación tiene una dimensión epistemológica y una dimensión pragmática. La primera se refiere al grado de creencia que la aceptación de una teoría supone. La segunda se refiere a los elementos adicionales a dicha creencia. Según este autor la creencia involucrada en la aceptación de una teoría es que esa teoría “salva los fenómenos”. El elemento adicional a la creencia es la adherencia a un programa de investigación, a dialogar con la naturaleza en un marco conceptual particular, es decir, un cierto compromiso. La decisión de aceptar una teoría en lugar de otra se da por su adecuación empírica y por razones pragmáticas, las cuales no suministran de razones, más allá de los datos de la evidencia, para creer que una teoría es verdadera.

De esta forma podemos ver que la postura de Van Fraassen es empirista, pero no la clase de empirismo sostenido por los positivistas. Él llama a su posición el “empirismo constructivo”, en contraposición con el realismo científico y como veremos más adelante, igualmente en contra posición con el realismo constructivo de Giere.

La estrategia de Van Fraassen es bi-partita, por un lado hace una presentación de su oponente: el realismo científico, y por otro lado presenta su postura como una alternativa. Nuevamente, solamente trataremos una parte de la

obra de Van Fraassen debido a lo específico de nuestros objetivos. En particular nos concentraremos en sus elucubraciones sobre los modelos.

Modelos.

La exposición de Van Fraassen sobre los modelos inicia con una importante distinción entre el enfoque sintáctico y el enfoque semántico de las teorías científicas. Para Van Fraassen un modelo consiste en una estructura tal que es satisfecha los axiomas de la teoría. Adicionalmente, nos señala cómo para una teoría particular, es posible mostrar además de los axiomas constitutivos y las propiedades lógicas, un tipo de relación a partir de la cual podemos enfatizar las diferencias entre la semántica y la sintaxis: el sumergimiento (embedding), es decir que

“cada modelo de T_1 puede...identificarse con una subestructura de un modelo T_2 .” (Van Fraassen, 1997, p. 66)

Van Fraassen sostiene que esta relación resulta inaccesible desde el enfoque sintáctico, además, que es mediante el reconocimiento de los modelos que surge una diferencia adicional entre los enfoques. Mientras que en el enfoque sintáctico las teorías se presentan mediante los axiomas y los teoremas formulados en un lenguaje particular, en el enfoque semántico dicha presentación se hace por la identificación de los modelos, sin ningún compromiso con alguna forma particular de expresar la teoría, “los modelos son el centro de la atención” (Van Fraassen, 1997, p.66)

Los modelos, vistos como estructuras, forman *apariencias* es decir estructuras relacionales definidas a partir de una serie de mediciones específicas. Por otro lado, existen los llamados *movimientos* de los modelos o también llamados subestructura empírica, entendidos como estructuras que reflejan exactamente las características de las apariencias. Ambas nociones entran en

juego al sostener, como lo hace Van Fraassen, que una teoría tiene adecuación empírica o que tiene un modelo dado que “todas las apariencias que son efectivamente el caso pueden identificarse (son isomórficas) con movimientos en ese modelo.” (Van Fraassen, 1997, p. 68)

Así las cosas, dos teorías pueden tener el mismo valor empírico si sus movimientos son isomorfos (un presentación técnica de isomorfismo se presenta más adelante), más aún, esta forma de análisis permite dar cuenta de la equivalencia en el valor empírico de toda una familia de teorías. Ante las controversias derivadas de suponer que dos o más teorías no pueden ser realmente empíricamente equivalentes dado que sus extensiones las pueden hacer diferir, Van Fraassen responde con una reflexión sobre lo que es una extensión de cualquier teoría en general, y una extensión exitosa en particular. Básicamente nos dice que una extensión exitosa es una conjunción de apariencias se corresponden con un movimiento particular del modelo. Con lo que, adicionalmente, se respalda la idea de adecuación empírica, dado que los movimientos en uno de los modelos de la teoría se identifican con las apariencias.

De esta forma, la noción de modelo, de apariencia y movimiento en el mismo, le permiten a Van Fraassen dar cuenta de dos fenómenos importantes para el entendimiento de la ciencia, estos son, la equivalencia y la adecuación empírica. Más aún, si consideramos que desde el enfoque sintáctico una teoría ha de ser entendida como un sistema deductivo, esto es, un conjunto de teoremas, con dos clases de términos en el vocabulario: términos observacionales y términos teóricos. A partir de lo cual, el valor empírico de una teoría es el conjunto de consecuencias observacionales, es decir teoremas de la teoría expresados en términos observacionales. De forma que dos teorías T1 y T2 son empíricamente equivalentes si comparten los mismos teoremas y una extensión de una teoría es solamente la ampliación axiomática. Dado esto, aparece por un lado el problema de la distinción entre términos teóricos y términos observacionales y por el otro el que “...la distinción entre verdad y adecuación empírica se reduce a algo trivial o

absurdo, y es difícil decir si lo uno o lo otro...” (Van Fraassen, 1997, p. 68) Ambas, vistas como consecuencias problemáticas, desde el punto de vista de Van Fraassen, y que hacen inclinarse la balanza a favor del enfoque semántico.

De manera breve Van Fraassen nos presenta un análisis de las teorías científicas en el cual:

“... Presentar una teorías es especificar una familia de estructuras, sus modelos; y en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos (las estructuras empíricas) como candidatos para la representación directa de los fenómenos observables. Podemos llamar apariencias a las estructuras que pueden describirse en los informes experimentales y de medición. La teoría es empíricamente adecuada si tiene algún modelo tal que todas las apariencias son isomórficas con las subestructuras empíricas de ese modelo...”(Van Fraassen, 1997, p. 68)

Espacio de estados.

Van Fraassen propone una presentación más específica tanto de las apariencias como de los movimientos, ahora vistos como estructuras matemáticas, al desarrollar un modo de representación de teorías científicas basado en los espacios-estado. A continuación detallaremos dicho modo de representación.

La forma que Van Fraassen propone para representar un estado particular de un sistema es mediante la noción de espacio estado. Partiendo del supuesto de que un sistema físico consiste de un conjunto de estados, Van Fraassen (1970) nos dice que un espacio estado es el modo en que mediante ciertos elementos de un espacio matemático se representan esos estados del sistema físico. Adicionalmente, una teoría emplea una serie de medidas físicas para caracterizar el sistema. Así, tenemos el conjunto de las proposiciones elementales de la teoría, de forma tal que, tenemos que U es una proposición que afirma que para una partícula en el momento t se estima un valor r . Esta proposición es verdadera en

función del estado del sistema, dado que en algunos la partícula tiene el valor r pero en otros no.

De esta forma, podemos ver que existe una relación estrecha entre las proposiciones elementales y los espacios-estado. Van Fraassen nos dice:

“... Para cada enunciado elemental U existe una región $h(U)$ del estado de espacio H tal que U es verdad si y sólo si el estado actual del sistema es representado por un elemento de $h(U)$...” (Van Fraassen, 1970, p.328)

Una característica adicional del tratamiento de Van Fraassen es la de función de mapeo o de satisfacción, que es precisamente la que vincula a los espacios-estado con las proposiciones elementales.

De esta forma, la conjunción de los factores relevantes dentro de la visión de Van Fraassen de una teoría: espacios-estado (H), proposiciones elementales (E) y la función de satisfacción (h), conforman “... lo que en otro lugar hemos llamado un lenguaje semi interpretado...” (Van Fraassen ,1970, p. 329), esto es, $L = \langle E, H, h \rangle$ como forma de representación de una teoría científica, en la cual la estructura matemática (topológica) del espacio-estado es fundamental pues define los conjuntos de satisfacción para cada proposición elemental.

Finalmente, es importante señalar que para Van Fraassen la forma de dar cuenta de la adecuación empírica de una teoría científica es mediante la relación de “embedding” o sumergimiento. Esto es, las teorías “salvan los fenómenos” al *sumergir* a las estructuras fenomenológicas en las estructuras teóricas. En detalle esto es como sigue: Para una estructura conjunto-teórica $\langle D, R \rangle$, siendo D el dominio y R las relaciones entre los objetos del dominio, tenemos que una estructura fenomenológica $P = \langle A, P_j \rangle$ es contenida en una estructura teórica $T = \langle B, T_j \rangle$, tal que $j \leq i$, si existe una *sub-estructura* de T , E , tal que $E = \langle C, T'_j \rangle$, que es *isomórfica* con P . De esta forma podemos ver que $C \subseteq B$ y que las relaciones de E

son una concreción de las restricciones de las relaciones de T solo que aplicadas a un dominio menor, el de los objetos de P. (Suárez, 2005).

Giere.

Este autor se concentra en dos objetivos en su obra de 1988. El primero fue el fundamentar una filosofía de la ciencia naturalista, es decir, acorde al conocimiento producto de las ciencias cognitivas; el segundo fue el sostener una filosofía de la ciencia como una teoría de teorías científicas. Dados nuestros objetivos particulares nos concentraremos en el segundo de sus objetivos.

Siguiendo a Van Fraassen, Giere considera que al contrario de los empiristas lógicos, quienes caracterizaron a las teorías como sistemas formales interpretados y se basaron principalmente en la sintaxis o estructura de los enunciados de las teorías científicas para lograr su representación, las teorías científicas no deben ser representadas como conjuntos de enunciados sino como conjuntos de modelos. Entendiendo a estos como entidades no lingüísticas, esto es, conjuntos de objetos idealizados, no de enunciados. Dada esta característica de los modelos estos pueden ser expresados en diferentes lenguajes. El hecho de que partamos de axiomas de la teoría formulados en un lenguaje particular no hace necesario a ese lenguaje. Así, podemos identificar una teoría, no mediante una formulación lingüística particular sino mediante un conjunto de modelos.

Según Giere (1988), la idea de modelo permite evitar muchos de los problemas relacionados con el enfoque sintáctico. Por ejemplo, el problema de la distinción entre Lenguaje observacional y Lenguaje teórico y la necesidad de una “reconstrucción racional” del contenido de la ciencia previa al análisis filosófico. Adicionalmente, elimina los problemas relacionados con una concepción de la verdad al minimizar su rol en la filosofía de la ciencia. Desde su perspectiva la prioridad la tiene la similitud entre los modelos como entidades abstractas y los sistemas reales (más adelante se presenta esta idea de similitud)

Aun cuando lo antes mencionado parece sugerir que la distinción entre lenguaje observacional y lenguaje teórico es problemática y que puede ser evadida, esta postura tuvo un análogo no lingüístico en el enfoque semántico iniciado por van Fraassen.

Desde la postura de van Fraassen, podemos ver que los modelos tienen dos partes: una subestructura empírica y otra teórica. Ahora, en lo que toca a la relación entre la subestructura teórica y el mundo, van Fraassen no le negó una correspondencia representacional a la primera pero sí afirmó que era suficiente con la establecida entre la subestructura empírica y el mundo. Así, repitiendo, el criterio fundamental de correspondencia entre la teoría y el mundo era la adecuación empírica. Por su parte Giere afirma que la relación relevante entre los modelos y los sistemas reales no es la correspondencia ni el isomorfismo sino la similitud. Esta similitud es postulada por una hipótesis particular que relaciona un modelo específico con un sistema real designado, más adelante se presentará esto con mayor detalle.

Giere aborda el reto de la teoriedad (Putnam, 1962) al tratar de responder a dos preguntas ¿Qué son las teorías? y ¿Cómo funcionan las teorías en las diversas actividades científicas? Para responder a estas preguntas toma el caso del libro de texto en ciencia, su estructura y contenido. En específico, los libros de textos sobre mecánica clásica. Su punto de partida es un análisis, derivado de los desarrollos de las ciencias cognitivas en torno al problema de la representación humana, y sobre la representación cognitiva en la ciencia. Giere nos presenta dos fenómenos constitutivos de la forma en que los científicos emplean símbolos matemáticos y conceptos. El primero, llamado *interpretación*, se refiere al vínculo establecido entre los símbolos matemáticos y términos generales. El segundo, llamado *identificación*, se refiere a la vinculación entre los símbolos matemáticos y algún aspecto de un objeto específico. Así, tanto la identificación como la interpretación constituyen herramientas analíticas para entender la forma en que los científicos aprenden a interpretar los símbolos matemáticos y cómo identifican

instancias particulares de ese simbolismo. Con lo cual, aun cuando no se tiene una teoría de ambos fenómenos, la observación de su existencia e importancia “... es relevante... de una forma en la que las reglas de correspondencia nunca lo podrán ser.” (Giere, 1988, p. 75).

Antes de continuar, resulta importante señalar que aun cuando es posible apreciar similitudes entre el trabajo de Giere y el de Van Fraassen, existe una diferencia clave con respecto al carácter de sus tratados, específicamente nos referimos a la diferencia entre el realismo constructivo y el empirismo constructivo. Esta diferencia es claramente expresada por Espinoza y Torretti (2004):

“...El realismo constructivo de Giere... es contrastado con el empirismo constructivo de Bas van Fraassen. La diferencia principal consiste en esto: Junto con predecir la evolución de un modelo en las condiciones hínceles o de borde dadas, la teoría física nos dice que ocurriría cuando esas condiciones se modifica. La representación idealizada de la realidad viene pues, por así decir, engarzada en un anillo de alternativas posibles. Para el empirismo constructivo dice Giere, ‘las posibilidades... son sólo ficciones de nuestros modelos- útiles, tal vez, pero ni siquiera candidatos a la realidad-‘.... Para el realismo constructivo, en cambio, ‘la estructura modal del modelo representa, con algún grado de aproximación, la estructura *causal* del sistema real’.” (Espinoza y Torretti, 2004, p. 310-311)

Modelos e Hipótesis.

Giere propone tratar a conceptos como el de “oscilador armónico” como entidades abstractas. Entidades caracterizadas mediante ciertas expresiones o símbolos (no necesariamente lingüísticos). Mismas que son construidas, son formuladas en la mente de los científicos y cuya realidad esta dada por la comunidad de mismos. Dichas entidades deben ser llamados modelos teóricos. Así, como en lógica un modelo es aquello que satisface a los axiomas, el modelo “oscilador harmónico” satisface la ecuación $F = -kx$ a demás de las tres leyes de Newton.

La relación entre un modelo y una ecuación particular es de *definición*. Son las ecuaciones las que definen lo que los modelos son. Es posible hablar de la verdad de cierta ecuación con respecto a su modelo cuando el modelo se define como lo que satisface cierta ecuación, la cual, repitiendo, es verdad del modelo.

En este punto es importante realizar dos acotaciones: a) esta relación entre entidades lingüísticas y no lingüísticas (aunque abstractas) es muy parecida a la formulada por Van Fraassen, en el sentido de que los modelos son centrales para el meta-análisis de la ciencia, la forma en que se expresen estos modelos es secundario y b) la verdad carece de relevancia epistémica dado que una ecuación es verdad de un modelo porque lo define.

Un aspecto relevante de los modelos es que pueden variar en su grado de abstracción. De forma que más que pensar en modelos individuales con distintas versiones debemos pensar en conjuntos, o metafóricamente una familia de modelos, con diferentes grados de especificidad.

Independientemente de estas diferencias en el grado de abstracción, los modelos funcionan como representaciones del mundo. De esta forma tenemos una nueva relación ahora entre el modelo y lo que representa. Para tratar este problema Giere introduce el concepto de "hipótesis teórica".

Las hipótesis son entidades lingüísticas. Específicamente, son enunciados que establecen el vínculo entre el modelo y un(os) sistema(s) real(es) particular(es). De esta manera una hipótesis es verdadera si la relación establecida se sostiene. Ahora en cuanto a la relación entre el modelo y el sistema real, ésta no puede ser verdadera o falsa dado que ninguna es lingüística. Van Fraassen ha sugerido que esta relación sea de isomorfismo. Sin embargo en los libros de texto de mecánica no se sugiere un tal isomorfismo, por el contrario se enfatiza la manera en que los sistemas reales fallan en ser isomorficos con el modelo. De tal forma que dada la falta de un isomorfismo en los libros de texto

debemos buscar una relación más débil entre modelo y sistema real. Giere sugiere que tal relación sea la de *similitud*.

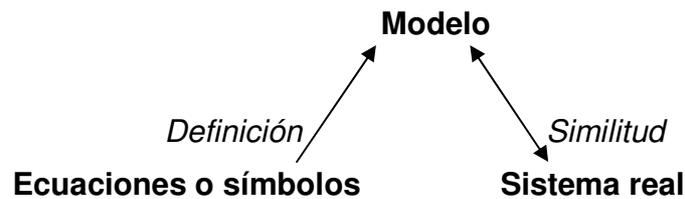
Dado que el término similitud se puede aplicar con base en muchos criterios, es necesario especificar esta relación para hacerla mínimamente precisa. Esto se logra al especificar grados y aspectos de la similitud. Es el modelo el que establece los límites de los aspectos sobre los cuales se puede postular dicha relación, esto es, selecciona ciertos aspectos y no otros. Situación que es contraria al tratar los grados de similitud, dado que un modelo no impone ninguna restricción sobre el grado de similitud que puede ser postulado.

Una importante consecuencia de esta distinción en el grado de restricciones que los modelos imponen a la relación de similitud, es que le permite a Giere sostener una forma de realismo restringido, dado que se supone que el modelo puede postular cierta similitud entre el sistema real y algunos (pero no necesariamente todos) de los aspectos del modelo.

Un ejemplo de la similitud entre un modelo y un sistema real es el siguiente: “La velocidad y posición del sistema de la tierra y la luna están muy cercanas a las de un modelo Newtoniano de dos partículas con una fuerza central.” En este ejemplo “la velocidad y la posición” son los aspectos y “muy cercano” juega el papel del grado. De esta forma los aspectos determinan las características que dan lugar a la similitud mientras que los grados las cualifican.

El hecho de que la hipótesis resulte verdadera solamente nos indica que el modelo y el sistema real son similares en algún aspecto y con cierto grado. Por lo tanto, la verdad es de poca importancia y podemos concentrarnos en la similitud. Así una teoría de la verdad no es un prerrequisito para una teoría de la ciencia.

A continuación presentamos una representación esquemática de la relación entre el modelo y los símbolos o ecuaciones, y entre el mismo y el sistema real.



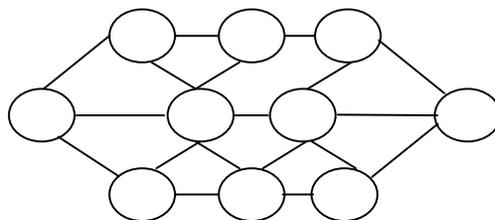
A partir de dicho esquema podemos apreciar como entre las ecuaciones y el modelo hay una relación de definición, que como ya hemos dicho implica que hay un vínculo entre los símbolos matemáticos y términos generales lo que permite el contacto indirecto entre estas ecuaciones y el sistema real, el cual a su vez mantiene una relación de similitud con el modelo mismo. Esta forma de conexión entre las ecuaciones y el sistema real permite identificar el papel activo de los modelos como mediadores, papel ausente en la visión del positivismo lógico ya que como señala Giere:

“... las dificultades de la visión heredada surgen dado que intenta forjar un vínculo semántico directo entre los enunciados que caracterizan el modelo y el mundo- eliminando cualquier papel de los modelos.” (Giere, 1988, p. 82)

A partir de esta forma de constituir una teoría de la ciencia podemos decir que una teoría científica esta constituida por:

- Una población de modelos.
- Hipótesis teóricas.

Esquemáticamente, podemos visualizar a una población de modelos de una teoría de la siguiente forma:



Obviamente, nos dice Giere, esta descripción deja fuera lo concerniente a la definición misma de los modelos (ecuaciones) y la interpretación de los términos empleados en las mismas, sin embargo, si permite expresar el sentido poblacional de los modelos, sus conexiones y cercanías, esto según algún criterio empleado. Al respecto es necesario señalar que Giere no deja claro qué son las líneas que conectan los diferentes modelos, tan sólo señala que se trata de un “parecido de familia”, cuya explicitación queda en manos de la comunidad de científicos.

Giere nos señala que a pesar de estos elementos las teorías son entidades no completamente definidas. Lo anterior dado que no existen condiciones necesarias y suficientes para determinar cuáles son los modelos y las hipótesis de una teoría. Pero entonces ¿cómo saber si un modelo es parte o no de una teoría digamos newtoniana? La respuesta de Giere es que el modelo bajo investigación debe mostrar su “parecido de familia” con otros modelos ya existentes en la teoría. Pero debido a que no hay *aspectos estructurales* que nos permitan identificar el parecido entre modelos (en su opinión), el cumplimiento de un determinado criterio de similitud y el criterio mismo están, repetimos, en manos de la comunidad de científicos; son los científicos quienes determinan cuánto y de qué tipo es el parecido que cuenta para que una modelo sea parte de una teoría.

Antes de concluir con la presentación del enfoque desarrollado por Giere es importante señalar que aun cuando esta imagen de las teorías científicas deja fuera toda caracterización lingüística de los modelos, una forma de reintroducir ésta es mediante la axiomatización. Sin embargo, es necesario repensar esta empresa de la siguiente forma:

“... en lugar de considerar a los axiomas y los teoremas como afirmaciones empíricas, trátalos como meras definiciones. Entonces toda la estructura axiomática se vuelve principalmente una manera sistemática de generar caracterizaciones de familias de modelos...” (Giere, 1988, p. 87)

Finalmente, Giere nos señala con respecto a la axiomatización que no todas las teorías sirven para este tratamiento y que esta empresa no constituye ni la caracterización correcta de la teoría, ni que así sea entendida por los científicos

Habiendo presentado la posición de Van Fraassen y de Giere, a continuación se presenta una caracterización del enfoque semántico.

Siguiendo a Chakravartty (2001), podemos decir que este enfoque es el punto de vista desde el cual el uso del término “semántica” proviene de la semántica formal o teoría de modelos en lógica matemática. Desde este punto de vista las teorías no son vistas como estructuras lingüísticas sino como:

“...entidades conjunto-teoreticas, abstractas – modelos de sus formulaciones lingüísticas. Una teoría es una familia de modelos: sistemas que satisfacen las leyes teóricas que generalmente asociamos con las teorías científicas... (Chakravartty, 2001, p. 326)

Otra forma de caracterizar este enfoque la podemos encontrar en el trabajo de Echeverría (1999):

“Desde el punto de vista cronológico, la concepción semántica se remonta a los años 60, con la escuela de Stanford (Suppes, McKinsey, Adams, etc.), quienes tuvieron la idea de renunciar a una axiomatización formal de las teorías científicas, conformándose con una axiomatización informal... basada en la teoría de conjuntos... las teorías científicas empíricas son estructuras conceptuales abstractas definibles mediante una serie de axiomas, que luego son satisfechos o no por los sistemas empíricos...Partiendo de esta nueva metodología de análisis de las teorías, que sustituye el análisis lógico-formal de los empiristas lógicos por un análisis modelo-conjuntista, una teoría queda definida por los sistemas empíricos que son modelos de la teoría, es decir, que satisfacen una serie de axiomas expresados en términos semiformales...” (Echeverría, 1999, p. 170)

Así las cosas podemos caracterizar al enfoque semántico como una visión de las teorías científicas en la que:

- a) La primacía la tiene los modelos como estructuras no lingüísticas , y
- b) los modelos son los componentes de las teorías cuyas propiedades y relaciones pueden ser capturadas sin atender a compromisos con un tipo particular de lenguaje.

Esta caracterización nos permite notar la notable diferencia entre el enfoque sintáctico y el semántico en la filosofía de la ciencia. Como enfoques separados se han desarrollado por rutas diferentes. En lo que sigue nos concentraremos en una de las formas del análisis de teorías científicas que más sofisticación y aplicación ha mostrado con el paso de las décadas: el Estructuralismo.

2. Estructuralismo.

A continuación, presentaremos una de las críticas de mayor impacto a la división característica del enfoque sintáctico: “el reto de Putnam”. Estas críticas formaron parte de toda una gama de reacciones contra la llamada “concepción heredada” y marcaron el camino del progreso en los esfuerzos filosóficos por dar cuenta del desarrollo de las teorías científicas. Progreso que puede ser concebido no como la solución a las interrogantes ya plantadas (por ejemplo las referentes a los tipos de términos) sino como una re-conceptualización de estas y la presentación de nuevas interrogantes (por ejemplo las referentes a los tipos de modelos).

Posteriormente, daremos una caracterización de la respuesta estructuralista a dicho reto, y finalmente, presentaremos en detalle la forma de representación mediante los enunciados conjuntistas.

2.1. El reto de Putnam.

Uno de los ataques más importantes a la concepción estándar sobre el problema de los términos teóricos, fue el desarrollado por Hilary Putnam. En su trabajo, *Lo que las teorías no son* (1962), él presenta en primer lugar su caracterización de dicho tipo de análisis, que él llama la “concepción heredada”, esto es la separación entre términos observacionales y términos teóricos para posteriormente sostenerse esta misma separación pero ahora entre enunciados. La relación entre estos enunciados es unidireccional de la siguiente forma:

“... una teoría científica se concibe como un sistema axiomático que, inicialmente, puede pensarse que no está interpretado, y que adquiere un ‘significado empírico’ como resultado de la especificación del significado *de los términos de observación* solamente. Se considera que cierto significado parcial sube a los términos teóricos, como por osmosis.”
(Putnam, 1962, p. 312)

Así, nuevamente apreciamos la misma caracterización del enfoque sintáctico. Pero Putnam continúa; ataca estas suposiciones al negar que el problema para el cual se generó esta división sea un verdadero problema, nos señala que no está justificado y finalmente, que cualesquiera que sean las razones por las cuales se realizó esta división, está “completamente arruinada” (Putnam, 1962, p. 314).

Las razones que Putnam propone para sostener tales conclusiones son las siguientes: a) dado el criterio de aplicación de un “término observacional” se vuelven inutilizables dichos términos, b) la aplicación de término observacional y de término teórico no es excluyente, c) los reportes observacionales pueden contar con los dos tipos de términos reconocidos, y d) una teoría puede contener solo términos observacionales.

Así, podemos ver que el ataque de Putnam se dirige tanto a la distinción teórico-observacional como la caracterización de cada uno. En particular, con respecto a los términos teóricos, Putnam hizo un llamado a su clarificación positiva, esto es, por lo que son y no por lo que no son, esto fue llamado por Stegmüller como “El reto de Putnam” (Diederich, 1989). En sus propias palabras Putnam nos dice:

“Un término teórico propiamente dicho es un término que proviene de una teoría científica (Y el problema apenas tocado, en treinta años que se lleva escribiendo acerca de los ‘términos teóricos’, es qué es lo realmente distintivo de dichos términos)...” (Putnam, 1962, p. 317)

Como respuesta a este reto podemos encontrar el trabajo de la tradición estructuralista.

2.2. La respuesta Estructuralista.

Diederich (1989) en su artículo sobre el desarrollo del estructuralismo nos remite al trabajo de Gähde como una obra que fue retomada por Stegmüller y que puede ser vista como un avance para la tradición estructuralista. Antes de iniciar con nuestra presentación en forma del estructuralismo haremos una mención breve de dicha obra.

Según Diederich (1989), Gähde nos señala que los términos teóricos deben satisfacer dos requisitos:

1.- No son completamente determinables desde los no-teóricos por los axiomas de la teoría solamente.

2.- Son completamente determinables desde los no-teóricos por algunas leyes especiales, en combinación con los axiomas.

Diederich (1989) nos menciona diversos elementos de análisis que acompañan a dichos requisitos: los principios de invariabilidad, los constreñimientos y finalmente, la teoricidad recíproca. De esta forma, podemos pensar que no es posible determinar los términos teóricos solamente a partir de los términos no-teóricos, sino que, ahora positivamente, podemos determinarlos mediante la teoría, esto es, provienen de la teoría.

Adicionalmente, estos criterios no sirven para identificar si un término en aislado es teórico o no, sino para reconocer si determinados sub-conjuntos de términos satisfacen los criterios de distinción teóricos/ no-teórico. Al respecto Diederich (1989) nos dice lo siguiente:

“Gähde no suministra un criterio uno a uno en el sentido de que cada término puede ser considerado por separado para ser tomado como teórico. En lugar de esto, él apunta hacia un criterio para determinar si una división de la clase de todos los términos en dos sub-clases se corresponde con la distinción teórico/no teórico... Por lo tanto los requisitos sólo

tienen sentido como requisitos que los *conjuntos* deben cumplir...” (Diederich, 1989, p. 369)

Stegmüller procedió a vincular estos requisitos con la propuesta de Balzer sobre “modelos de medición” (Deiderich, 1989), como un avance en el ampliamente discutido problema de la teoriedad.

En concreto, la respuesta del estructuralismo al reto de Putnam vino por el análisis que sus partidarios lograron de las teorías científicas. Esta tradición inicia con el trabajo de Suppes en la llamada escuela de Stanford y se establece firmemente con el libro de Sneed, *Logical Structure of Mathematical Physics* en 1971, en el que se proporciona un modelo de las teorías empíricas ya que

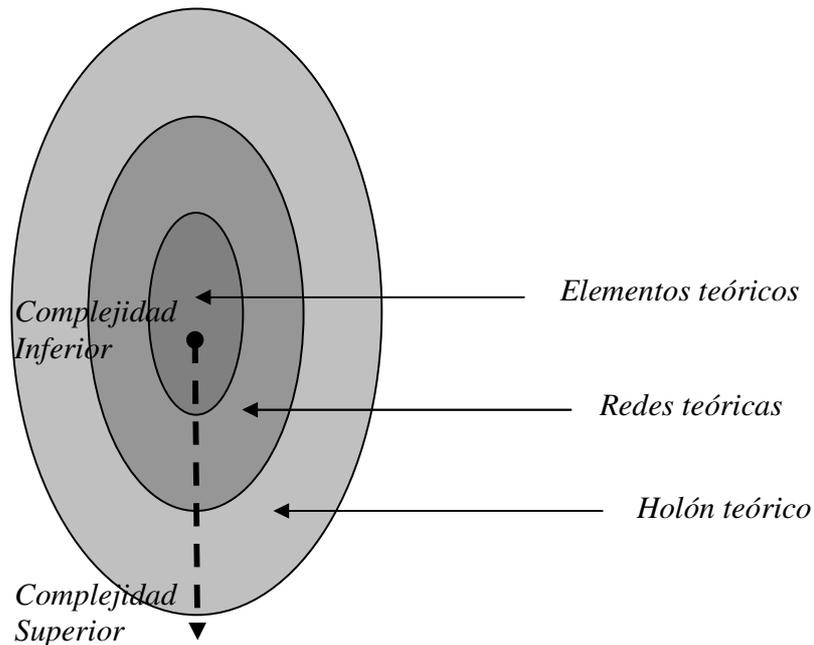
“... Utiliza un marco específico de conceptos y principios para capturar (representar, reconstruir) un cierto rango de los aspectos esenciales de la ciencia, aspectos que son considerados como altamente significativos para el entendimiento de la estructura interna (tanto sincrónicamente como diacrónicamente) de la ciencia... para esto utiliza principalmente las herramientas de una disciplina formal: la teoría de conjuntos (elemental)...” (Moulines, 2002, p. 2)

Echeverría (1999) caracteriza el estructuralismo mediante las siguientes tesis:

1. Las teorías científicas incluyen como componente estructural básico a sus aplicaciones, esto es, los sistemas empíricos modelizados conforman el núcleo teórico.
2. Las teorías científicas incluyen algún tipo de ley científica enunciada mediante los axiomas.
3. Es posible, en toda teoría científica, distinguir entre los términos T-teóricos y los términos T- no teóricos, siendo los primeros los que están explícitamente involucrados en la formulación de la ley científica.
4. Existen ligaduras y vínculos inter-teóricos entre modelos de la teoría.

5. El análisis estructural permite capturar la estructura sincrónica y diacrónica de una teoría.
6. Esta metodología vale para todo tipo de teorías científicas.

Desde el estructuralismo la ciencia empírica es vista como una gran y compleja red en la cual los nudos son las teorías y los hilos son las relaciones mantenidas entre las diferentes teorías. Ahora, siguiendo con la metáfora de red, los nudos dentro de la red tiene diferentes niveles, esto es, en diferentes capas estructurales. A continuación presentamos una representación esquemática de la los diferentes niveles estructurales y su jerarquía.



Las categorías de elemento teórico, red teórica y los holón teórico pueden ser vistas como niveles jerárquicos donde el más simple es el de elemento teórico y el más complejo el de holón teórico, pasando por el intermedio red teórica.

Desde este punto de vista una teoría puede ser correctamente descrita como una estructura compleja, entendida en el sentido de la teoría de conjuntos. Así, una teoría está constituida por una clase de modelos, también en el sentido formal pero ahora de la semántica, esto es, modelo es entendido como una interpretación que hace verdadera a la teoría. Por ende la notación elegida para representar estos modelos es la de la teoría intuitiva de conjuntos. A continuación detallaremos esta notación, típicamente llamadas Representaciones conjuntistas.

2.3. Las representaciones conjuntistas.

Como ya se ha mencionado desde el estructuralismo las teorías científicas están constituidas por clases de modelos. El sistema de notación para representar estos modelos es el de los enunciados conjuntistas. A continuación detallaremos

la notación enunciado conjuntista siguiendo el trabajo introductorio que al respecto realizaron Balzer y Moulines (Balzer, Sneed y Moulines, 2000).

Un modelo es una secuencia de entidades conjunto-teóricos de la siguiente forma:

$$\langle D_1, \dots, D_m, R_1, \dots, R_m \rangle$$

Donde D , llamados conjuntos base, determina la ontología de la teoría, esto es, que contiene a las entidades consideradas por la teoría como reales. R son, generalmente, las funciones que en las teorías empíricas mapean a los objetos con los números reales o vectores, o simplemente las relaciones entre los objetos de D .

Un modelo específico de una teoría particular puede ser presentado mediante un enunciado conjuntista de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} X \in M \text{ de tal o cual teoría si} \\ X = \langle D_1 \dots D_k, R_1 \dots R_k \rangle \text{ tal que} \\ A_1 (D_1 \dots D_k, R_1 \dots R_k) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ A_m (D_1 \dots D_k, R_1 \dots R_k). \end{aligned}$$

Donde, D consiste en los dominios, R en las relaciones entre los elementos del dominio y, ahora, vemos a $A_1 \dots A_m$ como los axiomas satisfechos por D y R . Específicamente, con respecto a $A_1 \dots A_m$, podemos decir que dentro de un enunciado conjuntista las leyes son determinadas por estos axiomas. Así este enunciado especifica las propiedades formales del modelo visto como una estructura.

“... Las estructuras son descritas al hablar de los objetos que ocurren en ellas, acerca de las relaciones entre los objetos, y acerca de las propiedades de estas relaciones...” (Balzer y Moulines, 2000)

Un punto importante es que la elección de los axiomas que deben ser satisfechos por los modelos es una cuestión secundaria, lo realmente importante es que la clase de axiomas elegidos específicamente determinen la clase de modelos que representan los fenómenos de interés.

A pesar de que esta representación permite capturar las entidades y las relaciones identificadas por una teoría, hace falta incluir los requisitos pragmáticos, estos es, el *método paradigmático* para la caracterización de una teoría empírica. Mediante dicho método se determinan las aplicaciones (sistemas reales) de la teoría.

Ahora, los axiomas sirven para especificar los modelos $\langle D, R \rangle$ como unidad mínima, adicionalmente, pueden servir otros dos tipos de propósitos de índole meta-teórico: especificar el marco formal, o especificar las leyes fundamentales. Los primeros básicamente nos señalan las propiedades formales de los conceptos empleados, mientras que los segundos, especifican propiedades del mundo, esto mediante los conceptos previamente delimitados.

Con base en esta clasificación, se reconoce que hay modelos actuales (M) y potenciales (Mp). Los primeros satisfacen los axiomas de la ley fundamental y el marco formal, mientras que los segundos sólo satisfacen el marco formal. La determinación de estos modelos mediante un enunciado conjuntista es el paso fundamental de la representación estructuralista. Por lo general, la forma en que se determinen estos modelos no es tan importante, lo relevante es que obtengamos las clases de estructuras que efectivamente identifican a la teoría.

Una distinción adicional dentro de la tradición estructuralista es la que concierne a los términos-teóricos y a los términos-no teóricos; los T-teóricos y los T-no teóricos. Los primeros suponen la ley fundamental de la teoría mientras que los segundos no y generalmente provienen de otra teoría. Con lo cual tenemos una respuesta clara el reto de Putnam: Los términos teóricos son los que suponen la ley fundamental:

“... un concepto T es... T- teórico sii no es T- no teórico, esto es, cuando todos sus métodos de determinación presuponen alguna de las leyes de T (Diez, 2002, p.15)

Estos tipos de términos constituyen dos niveles usualmente distinguibles: El conceptual y el metodológico, respectivamente. Tomando como base esta división se supone que las sub-estructuras que satisfacen los axiomas para los T-no teóricos constituyen la base de datos de la teoría, también llamados modelos potenciales parciales (Mpp).

Hasta este punto se ha presentado la reconstrucción estructural de una teoría empírica, sin embargo, es necesario considerar otros elementos de análisis para considerar la reconstrucción como completa. En específico, es necesario considerar alguna forma de tratar las relaciones entre e intra-teorías. Para esto, se ha propuesto la noción de vínculo (V), esto es, la relación entre teorías, mientras que para dar cuenta de la conexión entre modelos se ha acuñado la noción de ligadura (L), que es de dos tipos: Ligadura de identidad y de concatenación. En general, ambas ligaduras son condiciones que sirven para mantener la coherencia de las representaciones conjuntistas.

De esta manera, al considerar todos estos elementos en la reconstrucción de una teoría empírica particular, podemos caracterizar dicha teoría a partir de su Núcleo (K)

$K = \langle Mp, M, Mpp, V, L \rangle$

De tal forma que, la reconstrucción de una teoría empírica implica que nos debemos concentrar en delimitar los modelos potenciales y actuales, en determinar los vínculos inter-teóricos y las ligaduras intra-teóricas, y en distinguir las sub-estructuras teóricas y no- teóricas para finalmente presentar el núcleo de dicha teoría.

Dado lo anterior podemos afirmar que hemos capturado la esencia de la teoría en un sentido semi-formal por medio de la teoría de conjuntos. Adicionalmente, en la tradición estructuralista se reconoce que aún faltan elementos por considerar para poder entender como opera y en que consiste una teoría empírica. El elemento en particular que ha de ser incluido en el análisis es el relativo al mundo exterior, esto es, los fenómenos específicos a los cuales pretendemos aplicar la teoría. A esto se le llama las aplicaciones intencionales de la teoría (I), las cuales, puesto que no son presentadas ni suponiendo la misma teoría ni en el vacío conceptual, están determinadas por los términos T-no teóricos.

Finalmente, con el núcleo y las aplicaciones intencionales, puesto que tienen el mismo papel en la identificación de la teoría, T, identificamos una teoría empírica como una estructura del tipo:

$$T = \langle K, I \rangle$$

Esto es un Elemento-teórico. De forma que, regresando a nuestro esquema de los diferentes niveles estructurales y su jerarquía, tenemos que el nivel más simple es éste, el del Elemento-teórico, seguido por agregados de dicho elemento para formar la red-teórica y finalmente, tenemos el holón-teórico, visto como el máximo grado de complejidad estructural.

Así, el análisis que el estructuralismo hace las teorías científicas se basa en la representación enunciado conjuntista de los modelos que la conforman. Modo de representación que pretende captura la *esencia* de dichos modelos, permitiendo ya sea un alto grado complejidad como es el caso del holón teórico o de un grado menor como el de elemento teórico. Adicionalmente, permite capturar el aspecto dinámico (cambios entre modelos) al permitir la representación de las variaciones dadas en la historia. Finalmente, al proponer la utilización de una herramienta semi-formal para la representación de teorías científicas reconociendo una distinción entre componentes estructurales teóricos y no teóricos permite dar una respuesta positiva al reto de Putnam y así constituirse como un nuevo camino en el progreso de la filosofía de la ciencia.

Antes de continuar es necesario señalar que el uso de las expresiones representar y analizar en el presenta trabajo es idéntico. Esto dado que concebimos que así como las virtudes del análisis son la precisión y la claridad de la información que nos suministran sobre el tema de interés, la representación comparte dichas virtudes, y así el análisis se vuelve sinónimo de representación en tanto se nos suministre información clara (en su presentación) y precisa (en cuanto a su correspondencia con las representaciones hechas por otros medios) de las teorías científicas.

3. Los grafos representacionales.

Habiendo presentado al estructuralismo como una forma de trabajo filosófico sobre la ciencia, enmarcado en el enfoque semántico. A continuación presentaremos una nueva herramienta desarrollada en el seno de la revisión crítica del estructuralismo. Herramienta que tiene pretensiones de perpetuar los éxitos logrados por los estructuralistas pero al mismo tiempo reformular algunos de sus aspectos claves, reformulación que resuelva problemas mientras abre la puerta hacia nuevos problemas y respuestas. Esta herramienta es fundamental dado que es la clave del presente trabajo de análisis filosófico de la teoría del condicionamiento.

3.1. ¿Qué son? Y ¿Para qué sirven?

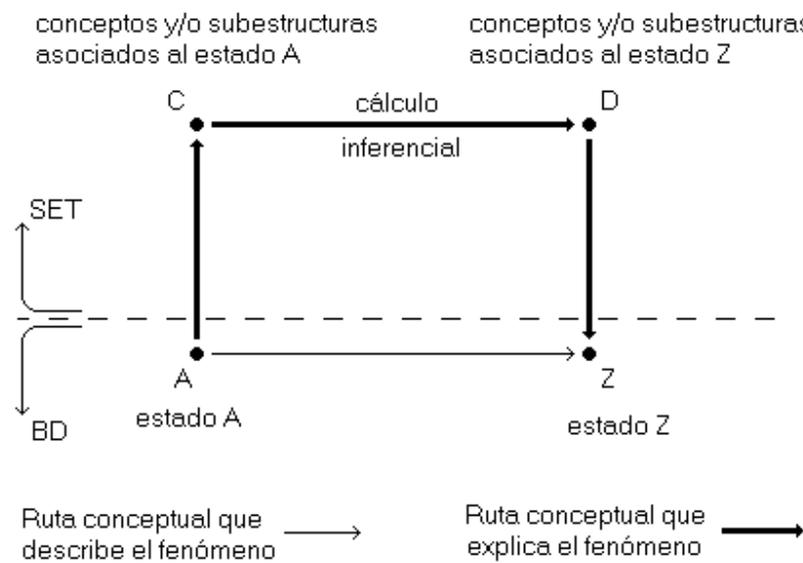
Un juicio valorativo con respecto a las formas en que se puede realizar el análisis de teorías empíricas es el siguiente:

“...el análisis más preciso de los aspectos conceptuales de una teoría es el suministrado por la Concepción Estructuralista... “ (Casanueva y Méndez, 2004, p. 1)

Sin embargo, estos mismos autores nos señalan que aún cuando lo anterior puede sostenerse, no es posible decir lo mismo con respecto a la claridad de este análisis. Como una posible solución a este problema, sin abandonar el enfoque semántico, se ha propuesto una representación gráfica de teorías científicas. Con lo cual se ha originado un nuevo estilo de representación semántica: los *Grafos representacionales*. Al respecto Casanueva y Mendez (2004) nos dicen:

“Una de las virtudes de esta herramienta... es que permite representar todas las distinciones meta-teóricas introducidas por la concepción estructuralista sin sacrificar sencillez y claridad” (Casanueva y Méndez, 2004).

En específico, los grafos representacionales consisten en tipos de grafos que representan la estructura de los modelos, esto con base en la idea de que los modelos de una teoría constan de determinadas entidades y relaciones entre ellas, de tal forma que podemos sustituir las entidades por puntos y las relaciones por flechas. A continuación presentamos el esquema representativo de un grafo de cuatro puntos, extraído directamente del trabajo de Casanueva y Méndez (2004), el cual permite mostrar la estructura general de explicación inferencial.



Donde SET significa super-estructura teórica y BD significa base de datos. Los puntos constituyen entidades o procesos postulados por la teoría mientras que las líneas representan rutas de inferencia (no necesariamente deductiva) entre puntos.

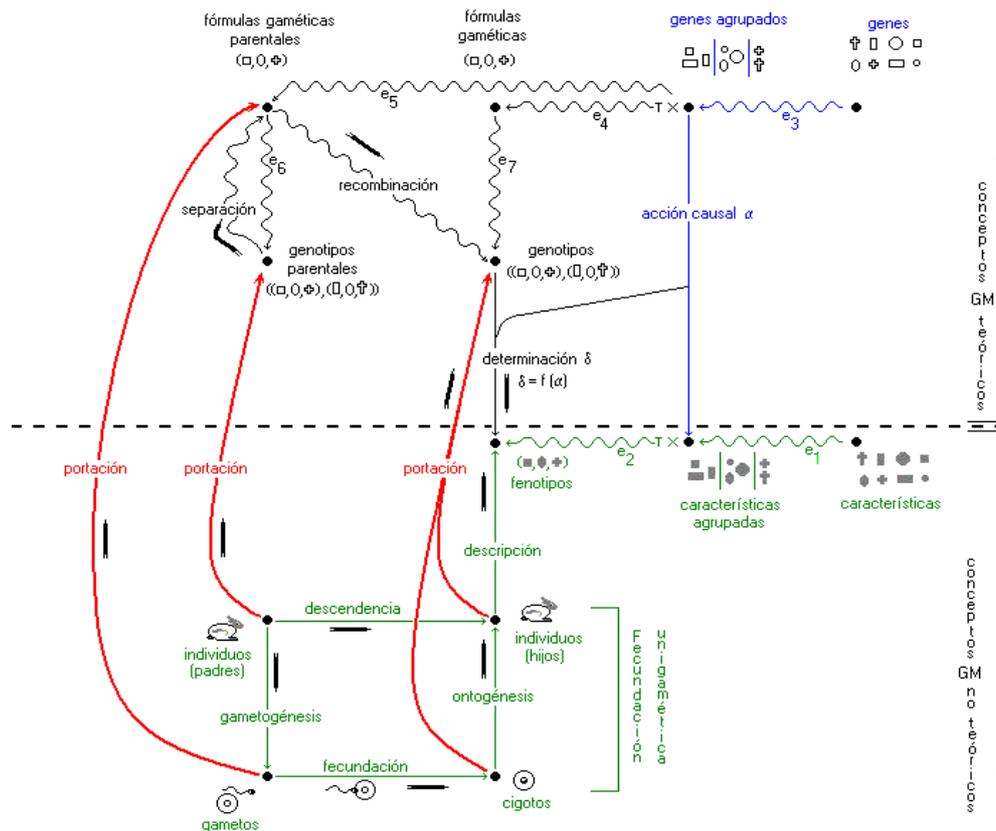
Siguiendo a Casanueva y Méndez (2004), podemos pensar que las teorías empíricas se proponen para responder ciertas preguntas que podríamos considerar fundamentales. Estas están representadas en el grafo como $A \rightarrow Z$, esto es, llamémosle la pregunta fundamental. La ruta $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow Z$ constituye el paso conceptual que inicia con la postulación de clasificaciones o definiciones del

estado A, esto es la teorización de A, y que tras el desarrollo de un cálculo particular, la flecha de C a D, culmina con la postulación de leyes que enlazan BD con SET, de D a Z. Así, podemos distinguir varios pasos en el cierre de lo que podríamos llamar un “circuito conmutativo”, a saber, a) La explicitación de la pregunta fundamental, b) la postulación de clasificaciones y definiciones, c) la operación de cálculos especiales y d) la formulación de leyes. Es por esto que desde el análisis grafo-representacional la explicación científica puede ser vista como una ruta inferencial conmutativa o un “circuito conmutativo” en el que la información de A a Z en BD y de A a Z pasando por SET coinciden en su punto final.

Adicionalmente, la herramienta de los grafos representacionales permite una presentación o representación de teorías científicas como forma de análisis en la cual se mantienen las distinciones meta-teóricas propias de la concepción estructuralista como son la distinción entre los términos teóricos y los no-teóricos, la especificación de la ley fundamental, etc. A partir de lo cual se muestra la precisión con la que puede tratar la estructura interna. También permite, con sencillez y claridad dada su naturaleza gráfica, apreciar la capacidad inferencial o explicativa de la teoría, esto mediante el reconocimiento de dicho circuito entre la base de contrastación (su base empírica) y la super-estructura teórica, en el cual las flechas indican la existencia de reglas de inferencia y de forma más general, flujos de información (Casanueva y Méndez, 2004)

A pesar de que la claridad de la herramienta grafo-representacional permite apreciar propiedades estructurales de la teoría a simple vista, esto no debe confundirnos con respecto a una falta de profundidad o excesiva sencillez. El grafo puede tomar la complejidad y profundidad requerida en cada caso, esto gracias a la posibilidad de *extender* o *colapsar* el grafo, con lo cual podemos obtener diferentes tipos de información.

Casanueva y Méndez (2004) nos dan un ejemplo de lo anterior en el siguiente grafo de la genética clásica. Si consideramos solamente la porción del grafo englobada por la expresión “conceptos no teóricos” tenemos cierta información pero al considerar el grafo en su totalidad la cantidad y riqueza de la información se incrementa considerablemente.



Ahora, al comparar este modo de representación con el modo enunciado conjuntista, podemos apreciar claramente las diferencias en lo referente a la claridad o sencillez de la representación: A continuación, presentamos dicha representación enunciado conjuntista del núcleo de la genética clásica (Lorenzano, 2000) con fines de comparación.

Núcleo de la Teoría clásica de la genética

Modelos potenciales parciales

$\mathbf{x} = \langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$ es potencial parcial de la genética

$(\mathbf{x} = \langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle \in \mathbf{M}_{pp}(\mathbf{G}))$ sii

- (1) J es un conjunto no vacío finito (individuos genéticos: variable \acute{i})
- (2) P es un conjunto no vacío finito (fenotipos: variable π)
- (3) $APP: J \rightarrow P$ (apariciencia: $APP(\acute{i}) = \pi$)
- (4) $MAT: J \times J \rightarrow Po(J)$ es una función parcial (Mator: $MAT(\acute{i}, \acute{i}') = \langle \acute{i}_1, \dots, \acute{i}_n \rangle$)
- (5) $DIST: P \times P \rightarrow D(P)$ es una función parcial (distribuidor: $DIST(\pi, \pi') = \langle r_1\pi_1, \dots, r_k\pi_k \rangle$)
- (6) Para toda $\acute{i}, \acute{i}' \in J$ tal que MAT es definido para $\langle \acute{i}, \acute{i}' \rangle$ y para todo $\pi \in P$:
 $DIST(APP(\acute{i}), APP(\acute{i}'))(\pi) = RF(\pi_i / MAT(\acute{i}, \acute{i}'))$

Modelos potenciales

$\mathbf{x} = \langle J, P, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$ es potencial de la genética ($\mathbf{x} = \langle J, P,$

$APP, MAT, DIST \rangle \in \mathbf{M}_p(\mathbf{G})$) sii

- (1) $\langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle \in \mathbf{M}_{pp}(\mathbf{G})$
- (2) G es un conjunto no vacío finito (genotipos: variable Y)
- (3) $DET: G \rightarrow P$ es surjetivo (determinador: $DET(Y) = \pi$)
- (4) $COMB: G \times G \rightarrow D(G)$ (combinador: $COMB(Y, Y') = \langle \alpha_1 y_1, \dots, \alpha_s y_s \rangle$)

Modelos actuales

Si $\mathbf{x} = \langle J, P, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$ esta en $\mathbf{M}_p(\mathbf{G})$, entonces \mathbf{x} es genética ($\mathbf{x} \in \mathbf{M}(\mathbf{G})$) sii

(1) Para toda $i, i' \in J$ tal que *MATOR* es definida para $\langle i, i' \rangle$ y para toda $Y, Y' \in G$ tal que

$$DET(Y) = APP(i) \text{ y } DET(Y') = APP(i):$$

$$COMB(Y, Y') = DIST(DET(Y), DET(Y'))$$

Constricciones

El constreñimiento $\mathbf{C}^{\langle \approx \Rightarrow \rangle}_{DET}$ para *determinador* es definido por

$\mathbf{x} \in \mathbf{C}^{\langle \approx \Rightarrow \rangle}_{DET}$ sii $\mathbf{x} \subseteq \mathbf{M}_p(\mathbf{G})$ y para todo $x, y \in \mathbf{X}$ y para toda Y

Si $Y \in G_x \cap G_y$ entonces $DETERMINADOR_x(Y) = DETERMINADOR_y(Y)$

Así el núcleo de la genética clásica es

$$\mathbf{K}(\mathbf{G}) = \langle \mathbf{M}_p(\mathbf{G}), \mathbf{M}(\mathbf{G}), \mathbf{M}_{pp}(\mathbf{G}), \mathbf{C}(\mathbf{G}) \rangle$$

De esta forma podemos ver que la herramienta de los grafos representacionales constituye una alternativa de representación cuya sencillez no sacrifica profundidad y que hace valer distinciones meta-teóricas tradicionales dentro del análisis estructuralista.

¿Significa lo anterior que no hay diferencias entre los grafos representacionales y el estructuralismo? No, sí hay diferencias pero estas tienen lugar en el nivel del tipo de estilo con el que se analiza la dinámica y composición estructural de teorías científicas. En específico, la herramienta de los grafos representacionales se guía por un enfoque tipo poblacional mientras que el estructuralismo parte de un enfoque esencialista. Esto se detallará a continuación.

3.2. Similitudes y diferencias con el estructuralismo.

Como ya se puede apreciar existen grandes similitudes entre el estructuralismo y los grafos representacionales. En primer lugar, forman modos de representación dentro del enfoque semántico, en segundo lugar, se acepta la distinción meta-teórica entre la parte no-teórica y la parte teórica de la teoría y en tercer lugar, desde ambas formas de representación se hace énfasis en la importancia de un tratamiento formal (o semi-formal) para el mejor entendimiento de las teorías científicas.

A pesar de estas similitudes existen diferencias considerables entre ambas formas de representación. En particular, por el estilo del análisis de las teorías científicas, con esto nos referimos al modo particular en que ciertos aspectos estructurales son resaltados o no, y por ende, como en las figuras de la gestalt, todo depende de la perspectiva.

Casanueva y Méndez (2005) han presentado argumentos en los que se esclarecen las diferencias entre el estructuralismo y los grafos-representacionales. Ellos emplean una analogía con la biología, en particular con las teorías de la evolución orgánica.

Casanueva y Méndez (2005) nos señalan que ante el problema de la existencia o no de las clases naturales y de los criterios de pertenencia a una clase, dos propuestas de solución fueron, por un lado, la taxonomía Lineana y, por el otro, el enfoque poblacional. Mientras que la primera concibe que las diferencias entre los individuos son pequeñas e irrelevantes desviaciones de una “esencia”, la segunda enfatiza las variaciones reales entre los organismos. Más aún mientras que la primera se centra en la idea de “tipo”, la segunda se basa en la de población.

En la taxonomía Lineana los individuos son tratados en términos de características esenciales y accesorias, exigiéndoles a los miembros de una clase compartir las primeras mientras que las segundas son vistas como dispensables. Por otro lado, el enfoque poblacional requiere del reconocimiento de todas las diferencias (esenciales y accesorias) entre los organismos

Regresando a nuestro tema, podemos ver cómo el estructuralismo, que ha desarrollado una de las más consistentes interpretaciones de la teoriedad, lo ha hecho desde un estilo esencialista. Esto dada su distinción entre ley fundamental y leyes especiales, siendo las primeras la “esencia” compartida por todos los modelos, mientras que las segundas son accesorios variables. En particular, Moulines (2002) nos deja ver esta idea de la siguiente forma.

“... Utiliza un marco específico de conceptos y principios para capturar (representar, reconstruir) un cierto rango de los aspectos esenciales de la ciencia, aspectos que son considerados como altamente significativos para el entendimiento de la estructura interna (tanto sincrónicamente como diacrónicamente) de la ciencia...(Moulines, 2002, p. 2)

Así, desde esta concepción la pertenencia de un modelo a una teoría se establece a partir de ciertas condiciones estructurales necesarias y suficientes, con lo cual se resta importancia, como nos dicen Casanueva y Méndez (2004), “[a] las variaciones reales de los modelos...” (Casanueva y Méndez, 2004, p. 2). De tal forma, que se vuelve una herramienta insuficiente para analizar las teorías científicas en su aspecto dinámico, esto es, en sus transiciones, saltos y discontinuidades.

Estas diferencias en el estilo del análisis se ven más claramente al tratar, más en detalle, algunos de los puntos más controversiales entre los dos estilos, tales como la sustitución de red teórica por población de modelos y de holón teórico por dominio temático.

Población de modelos.

Dado que podemos ver a los modelos como conjuntos de sub-estructuras, es posible considerar a una población como recombinaciones de estos mismos elementos estructurales.

Ahora, a diferencia de una red teórica, una población establece un conjunto de modelos por su semejanza conceptual, más no por el hecho de que se comparta (n) la (s) ley (es) fundamental (es) como es el caso de la red. Esta semejanza conceptual no está predefinida, la exigencia es que deben compartirse ciertas propiedades pero no se señala cuáles, inclusive es posible que sean otros puntos y flechas, distintos a los que se consideran esenciales, los que sean compartidos.

Un punto importante que también nos señalan Casanueva y Méndez (2005) es que aun cuando tanto el estructuralismo como los grafos representacionales aceptan un aspecto diacrónico de las redes o las poblaciones, respectivamente, existe una diferencia, la cual estriba en que para reconocer una población es necesario realizar un análisis de la representatividad estadísticamente significativa de un grupo con respecto a dicha población (dicho análisis será omitido en el presente dados sus objetivos, sin embargo, concordamos con la relevancia del mismo) mientras que para identificar una red tan sólo se necesita del reconocimiento del núcleo.

Finalmente, es necesario reconocer que en los modelos de una misma población puede que las leyes tengan la misma estructura pero que sus términos sean interpretados de forma diferente, por lo que este no es un buen criterio de semejanza, lo que necesitamos es que dicha semejanza sea clara y sin la ambigüedad de la polisemia antes señalada, para esto desde los grafos-representacionales se propone que la diferencia entre dos grafos sea capturada mediante algún índice de semejanza (nuevamente, el esclarecimiento de dicho

índice será pospuesto para futuros desarrollos), donde la justificación del uso de cada uno se dará caso por caso, sin necesidad de comprometernos, de entrada, con uno en particular. De esta manera, el que dos modelos obtengan un determinado valor del índice, de tal forma que su resta no rebase cierto umbral, puede ser visto como un indicador de la pertenencia a una misma población.¹

Antes de pasar al siguiente punto debemos señalar que desde la perspectiva de Casanueva y Méndez (2005), la generalidad de la categoría de población no se limita al plano conceptual pues podemos analizar de la misma forma los procedimientos empíricos empleados para la determinación de entidades y la evaluación de funciones. Idea que, como se vera más adelante, resulta indispensable para el presente trabajo.

Dominio temático.

Como ya lo hemos dicho, las teorías científicas se proponen para responder a ciertas preguntas “fundamentales” tales como ¿Qué es la energía? o ¿Qué es la conducta?. Bueno pues, el dominio temático es un espacio conceptual en el cual las diferentes propuestas de respuesta a estas preguntas son presentadas. De esta forma en dominio temático precede a cualquier modelo. Adicionalmente, es posible que los modelos no le den la misma importancia a la pregunta “central”.

Una característica de especial importancia del dominio temático es que dentro de uno en particular podemos encontrar modelos pertenecientes a diferentes poblaciones, pero representados mediante estructuras análogas.

Otra característica sumamente relevante es que permite clarificar algunos aspectos sociológicos de la ciencia, esto dado que al constituir el espacio en el que se presentan y trabajan los diferentes modelos podemos apreciar los cambios

¹ Dado que el presente trabajo se limita a la representación de solamente una teoría científica, la explicitación y análisis de una población quedan fuera de su alcance.

producto de la imitación o incorporación. Con lo cual es posible hacer contacto con otras tradiciones de análisis de la ciencia en general y de la filosofía de la ciencia en particular, pues como Casanueva y Méndez (2005) señalan, en el contexto de la contrastación entre enfoques, el enfoque poblacional es al mismo tiempo una forma de perpetuación de algunas de las intuiciones estructurales y una forma de expandir el alcance “interdisciplinario” del formalismo en filosofía.

“La adquisición del enfoque poblacional... mantiene las intuiciones respecto a la dimensión conceptual que subyacen al formalismo estructuralista, al tiempo que lo dota de herramientas que incrementan su capacidad de competencia y diálogo con otras corrientes de la filosofía de la ciencia... (Casanueva y Méndez, 2005, p 2)

Ahora, las diferencias, y características distintivas, entre la categoría de dominio temático y la de Holón teórico son:

- a) El dominio está acotado por la pregunta central y no por las relaciones inter-teóricas, como es el caso del Holón,
- b) Un dominio permite una representación espacial de la poblaciones que se pueden dar en él. En esta representación el aspecto privilegiado es la semejanza entre los modelos. De esta forma podemos representar a las poblaciones como “nubes” de puntos acotadas por los ejes de una gráfica, mismo que serán determinados por las variaciones estructurales, y
- c) A partir de la representación espacial del dominio, por ejemplo de “las teorías de la conducta” en psicología, podemos establecer una valoración cuantitativa de la semejanza tomando como referencia la ubicación de los modelos en la gráfica, con lo cual se puede dar cuenta de las relaciones inter-modelicas de una forma más completa que la simple tipificación hecha con la categoría de Holón.

De esta manera podemos apreciar que en definitiva existen diferencias entre los grafos-representacionales y el estructuralismo, en específico al estilo del análisis, que como hemos visto, el primer caso se inclina más por la diversidad y la exploración de la compleja gama de relaciones entre modelos, mientras que el segundo se dirige más hacia la tipificación y estandarización.

Antes de finalizar esta presentación de las diferencias entre el estructuralismo y el análisis grafo-representacional es importante rescatar que el estilo de análisis propuesto por los grafos representacionales puede resultar muy útil para entender las controversias académicas mantenidas por partidarios de diferentes teorías durante los seminarios, congresos y otros espacios de discusión académica y científica. Esto dado que al poseer cierto conocimiento del dominio temático podemos apreciar esas “diferencias irreconciliables” como consecuencia de diferentes estructuras grafo-representacionales, diferencias que colocan a cada partidario en posiciones distintas dentro del espacio de coordenadas que define al dominio y que agrupa a diferentes poblaciones. Así más que hablar de “vivir en mundos distintos” podemos precisar la adscripción de cada uno de los científicos a miembros distantes dentro de la población y de cierta forma determinar posibles puntos de encuentro o de distanciamiento.

Esto permite establecer un punto de contacto con la sociología, la antropología, e incluso, con la pedagogía de la ciencia, nuevamente, parecen abrirse nuevos caminos para el trabajo interdisciplinario en filosofía de la ciencia.

A continuación presentamos de manera informal la teoría científica específica que será objeto de nuestra representación grafo-representacional, esta es la teoría del condicionamiento en Psicología.

4. Teorías científicas: un caso.

En el transcurso de los capítulos anteriores hemos presentado los planteamientos y el enfoque central del presente trabajo filosófico, el enfoque semántico, así como los pormenores de la herramienta producto de la revisión crítica de los desarrollos del estructuralismo; los grafos representacionales. Esto con la finalidad de cumplir con nuestros tres propósitos: a) desarrollar una representación modelo-teórica de la teoría del condicionamiento, b) aportar nueva evidencia sobre la aplicabilidad de la herramienta grafo-representacional en el análisis de teorías científicas, y c) mostrar la generalidad de la herramienta al capturar en la representación los aspectos metodológicos instrumentales de la teoría del condicionamiento.

En el presente capítulo nos avocaremos precisamente al análisis de una teoría psicológica como muestra de la aplicabilidad de la herramienta tanto para los aspectos teóricos como para los metodológicos. Para esto, en primer lugar se muestra de manera informal la teoría del condicionamiento de B. F. Skinner para posteriormente pasar a la presentación semi-formal de los aspectos teóricos y metodológicos mediante la herramienta de los grafos-representacionales.

4.1. Presentación informal de la Teoría del Condicionamiento y su metodología.

Durante la década de los veinte y hasta los cincuenta la comunidad psicológica es testigo del surgimiento de una serie de teorías enfocadas a responder las siguientes interrogantes¹: ¿Por qué se establecen ciertas formas de conducta?, ¿Por qué se mantienen distintas formas de conducta? y ¿Por qué se transfiere la conducta a nuevas situaciones? Es indispensable señalar que estas preguntas no siempre fueron formuladas en estos términos o en este orden, pero en definitiva estaban presentes en los intereses de investigación. Las respuestas a

¹ Recordemos que los tiempos de las llamadas “escuelas psicológicas”, por ejemplo el funcionalismo o estructuralismo, ya habían terminado. (Keller, 2002)

estas tres interrogantes caracterizan diferentes teorías, por ejemplo: para Hull las respuestas se encuentran en los cambios del *drive* (necesidad), para Tolman en el desarrollo del *mapa cognitivo* y para Skinner en la *fuerza del reflejo*.

En lo que toca a la metodología de investigación, en términos generales, el desarrollo de técnicas experimentales fue fundamental. Diseños de exploración con total control de las variables de interés eran y siguen siendo la clave del trabajo cotidiano en los laboratorios. En cuanto a los instrumentos, destaca el empleo de nuevos materiales y de micro circuitos; pero básicamente consisten de dispositivos de registro (micro-switch, sensores de movimiento, interfases, etc.), y de proyección (cámaras de condicionamiento, laberintos, proyectores de luces, sonidos, olores, etc.)

En lo que sigue, dado que no es nuestro interés el presentar un cuadro comparativo de los diferentes sistemas, sino concentrarnos uno solo, dejaremos de lado la discusión sobre los sistemas de Hull, Guthrie y Tolman para concentrarnos en el sistema desarrollado por Burrhus Frederic Skinner.

La teoría del condicionamiento.

Skinner presenta su sistema en el libro *La Conducta de los Organismos* en 1938 después de 7 años de investigación. Durante esos siete años, Skinner construye y desarrolla tanto el sistema teórico como la metodología y los aparatos que hoy día pueden ser considerados como los aspectos fundamentales del libro. En lo que sigue, estos tres aspectos serán tratados de forma independiente.

La teoría.

En primer lugar debemos señalar que el sistema de Skinner tenía diversos objetivos meta-científicos:

“... Estoy interesado en establecer un sistema de conducta en cuyos términos puedan enunciarse los hechos de una ciencia y, en segundo lugar, en verificar el sistema experimentalmente en algunos de sus puntos más importantes...” (Skinner, 1938, p.19)

“... Tenemos que ir más allá de la mera observación hasta conseguir un estudio de las relaciones funcionales. Necesitamos establecer leyes en virtud de las cuales podamos predecir la conducta y eso sólo podemos hacerlo hallando las variables de las que la conducta es función.” (Skinner, 1938, p.23)

Adicionalmente, Skinner señala dos consecuencias de lograr estos objetivos: a) el control del comportamiento mediante la manipulación de las variables identificadas como responsables del mismo y b) la predicción del comportamiento gracias a la existencia de leyes que lo describan. Este énfasis en la predicción lo podemos apreciar claramente en el siguiente pasaje:

“Necesitamos establecer leyes en virtud de las cuales podamos predecir la conducta y eso sólo podemos hacerlo hallando las variables de las que la conducta es función.” (Skinner, 1938, p.23)

Para cumplir con estos objetivos, en *La conducta de los organismos* Skinner realiza una discretización del ambiente y de la actividad total del organismo, la primera en la forma de estímulo (E) y la segunda en la forma de respuesta (r). A la relación entre ambos Skinner le llamo el reflejo.

“... El ambiente entra a formar parte de una descripción de la conductas cuando puede mostrarse que una parte dada de la conducta puede inducirse a voluntad (o con arreglo a ciertas leyes) por una modificación parcial de las fuerzas que afectan al organismo. Esta parte, o modificación de una parte, del ambiente se llama tradicionalmente un estímulo y la parte correlacionada de la conducta una respuesta”. Ninguno de los dos términos puede definirse en cuanto a sus propiedades esenciales sin el otro, Para la relación observada entre ellos usaré el término *reflejo*...” (Skinner, 1938, p.23)

Una acotación al paso es importante, para Skinner la construcción de un catálogo de reflejos con base en la morfología del estímulo y la respuesta era una empresa poco útil para una ciencia de la conducta. Esto se debe, en primer lugar, a que el número de estímulos con los que entra en contacto un organismo es indefinidamente grande, en segundo lugar, tener una lista de reflejos: $E1 - r1$, $E2 - r2$, $E3 - r3...$ $En - rn$, poco nos dice de las relaciones funcionales entre los componentes del reflejo, no nos indica cómo las relaciones establecidas modifican las propiedades dinámicas del mismo. Para Skinner, concentrarnos en las morfologías nos impide alcanzar el objetivo de una descripción del reflejo que permita apreciar el efecto que tiene el ambiente sobre el organismo y viceversa. La descripción y clasificación del reflejo debe realizarse tomando al estímulo y a la respuesta como clases, esto es, de forma genérica, definidas a partir de las relaciones de dependencia entre ambos, por ejemplo, si es la respuesta o un estímulo x lo que produce estímulo y . Esto a su vez permite eliminar el problema de la reproductibilidad de la respuesta y del estímulo en el estudio del comportamiento, esto dado que si nos concentráramos en las morfologías tendríamos un problema al tratar de referir la repetición de un reflejo puesto que las formas en las que se presenta la respuesta pueden variar indefinidamente (Skinner, 1938, p. 48). Al respecto de la naturaleza genérica del estímulo y la respuesta, Skinner nos dice:

“Veremos, pues, que al enunciar el reflejo de flexión [la flexión es solamente un ejemplo que está tratando] como una unidad el término ‘estímulo’ debe referirse a una *clase* de acontecimientos, cuyos miembros posean ciertas propiedades en común, pero que por lo demás difieran de forma bastante libre, y el término ‘respuesta’ a una *clases* similar que muestre una mayor variación... La correlación que llamamos reflejo es una correlación entre *clases* y el problema de análisis es el problema de encontrar las propiedades definitorias correctas.” (Skinner, 1938, p. 50)

A su vez, en lo que toca a la poca utilidad de la catalogación de los reflejos con base en la morfología de la respuesta o del estímulo, Skinner señala:

“Una importante fase histórica de la investigación de las respondientes fue topográfica [morfológica]. Se descubrieron y se dio nombre a nuevos reflejos. Pero con la extensión del campo, gracias al descubrimiento del condicionamiento y la comprensión de que los reflejos podían multiplicarse de manera infinita, el aislamiento y el nombramiento de los reflejos perdió gran parte de su importancia...” (Skinner, 1938, p.62)

Para referir a las propiedades del reflejo en un momento dado y a sus cambios, Skinner utiliza el término fuerza:

“... es conveniente tener un solo término para designar el estado del reflejo con respecto a todas sus propiedades estáticas a la vez [está hablando de las leyes estáticas, éstas se presentarán más adelante]. Varios términos se utilizan corrientemente para ello como son ‘intensidad’, ‘potencia’ y ‘fuerza’. Usaré ‘fuerza’...” (Skinner, 1938, p.29 los corchetes son nuestros)

Un punto importante es distinguir a la fuerza, como propiedad del reflejo, de la magnitud, como propiedad de la respuesta o del estímulo. Al respecto Skinner señala lo siguiente:

“La fuerza del reflejo no debe confundirse con la magnitud de la respuesta. Esta última está en función de la intensidad del estímulo, con el que la fuerza de un reflejo no guarda relación. Un reflejo fuerte puede presentar una respuesta de escasa magnitud si el estímulo es de baja intensidad; inversamente, un reflejo débil puede presentar una respuesta bastante intensa a un estímulo muy intenso...” (Skinner, 1938, p. 29)

En concreto la fuerza del reflejo, como unidad de análisis, se determina “a partir de los valores de las propiedades estáticas del reflejo...” (Skinner, 1938, p.29) Al respecto de dichas propiedades Skinner nos señala lo siguiente:

“Las propiedades de la latencia, del umbral, la post-descarga y la razón R/S... pueden denominarse propiedades *estáticas* del reflejo...” (Skinner, 1938, p. 38)

Ahora como es esperable la fuerza del reflejo puede ser alterada mediante diversas operaciones, mas adelante se detallaran estas, lo que permite apreciar el aspecto dinámico de dicha unidad de análisis. No se trata de caracterizar el estado del reflejo como estado final sino como proceso de cambio.

Una categoría *ad hoc* propuesta por Skinner (1938) para dar cuenta precisamente de la forma en que la fuerza de un reflejo puede ser alterada mediante diversas operaciones fue la de *reserva del reflejo* entendida como: "... la actividad disponible total..." (Skinner, 1938, p.41). Este concepto es relevante puesto que nos remite al estado del organismo (por ejemplo, la fatiga, el hambre o la sed) en el momento de la interacción con su medio, es decir, las condiciones de posibilidad para que ciertos procesos de cambio en la fuerza del reflejo se den o no. En palabras del propio Skinner:

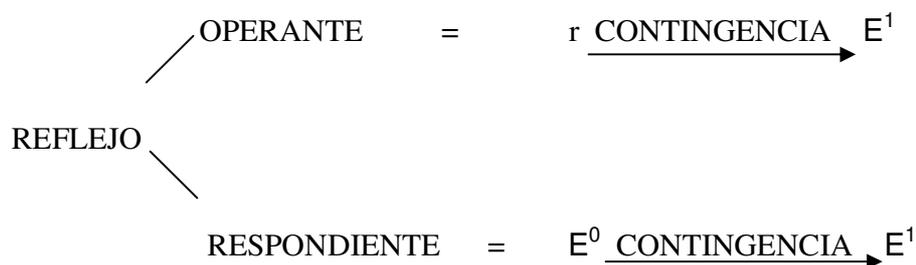
"La concepción [está hablando de reserva]... conduce a una formulación del proceso mucho más comprensiva de la que puede obtenerse en términos del mero cambio en la fuerza" (Skinner, 1938, p. 42)

Con estos elementos, estímulo, respuesta, reflejo, reserva y fuerza, Skinner construyó una clasificación de la conducta. Los tipos constitutivos de dicha clasificación fueron dos: el operante y el respondiente. El criterio de distinción entre ambos tipos fue el de *contingencia*², entendida precisamente como la relación de dependencia, en términos de su acontecer, entre estímulo reforzante (más adelante se aclara esto) y una respuesta u otro estímulo antecedente. De forma más precisa podemos decir que se trata de probabilidades condicionales en las que la ocurrencia de un estímulo tiene una probabilidad de 1.0 dado otro estímulo o una respuesta.

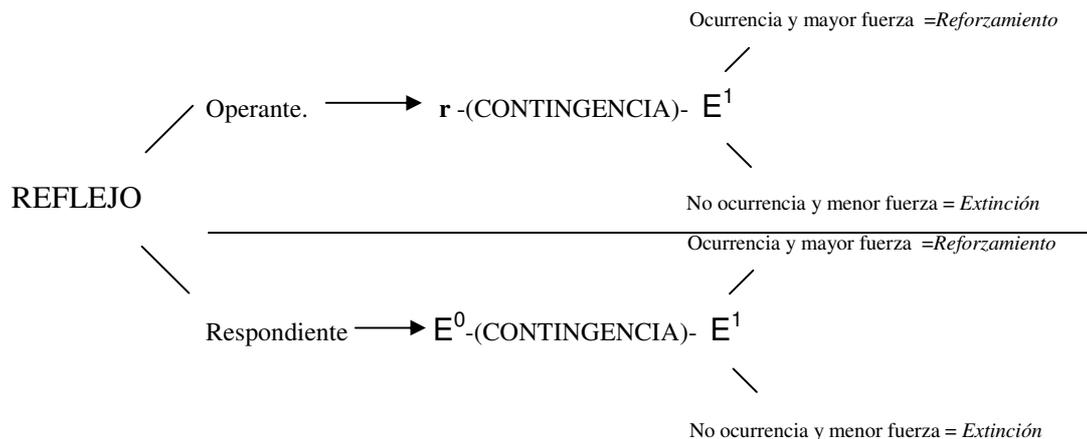
² Es importante señalar que el término contingencia dentro de la psicología tiene un uso diferente al que típicamente se emplea en la filosofía. Mientras que en Psicología se emplea para referir una relación de dependencia entre elementos, en filosofía se emplea para referir una serie de propiedades, accidentales o no necesarias, de elementos sujetos al análisis.

Así, en el caso del reflejo operante tenemos una *contingencia entre respuesta y estímulo reforzante*; de la emisión de una respuesta depende la ocurrencia del estímulo reforzante (E^1), esto es, la respuesta produce el estímulo reforzante, mientras que para el respondiente tenemos una *contingencia entre estímulos*, es decir, la emisión de la respuesta no condiciona la ocurrencia de los estímulos, es un estímulo (E^0) el que produce el estímulo reforzante, E^1 . Nótese que en el primer caso las respuestas son vistas como emitidas dado que no es importante, para caracterizar este reflejo, el estímulo que controla la respuesta que produce el reforzamiento, mientras que en el segundo caso las respuestas son vistas como provocadas puesto que (como se verá con mayor detalle más adelante) el E^0 y el E^1 controlan respuestas particulares a partir de sus propiedades.

Esquemáticamente podemos presentar estos tipos de reflejo como sigue:



Dos operaciones son comunes a ambos tipos de reflejo, éstas son la extinción y el reforzamiento. La primera consiste en la supresión de un estímulo cuyo resultado es el decremento de fuerza del reflejo, mientras que el reforzamiento consiste en la presentación de un estímulo cuyo resultado es el incremento de la misma. Así, el *condicionamiento* consiste en los cambios en la fuerza del reflejo producto de dichas operaciones.



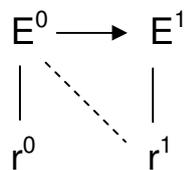
Veamos en detalle los cambios producidos en cada reflejo según el tipo de operación de condicionamiento. En el reflejo operante la respuesta emitida condiciona la ocurrencia del estímulo, es decir, que sólo si se presenta la respuesta tiene lugar el estímulo reforzante, E^1 . Pongamos un ejemplo de reforzamiento, supongamos que esperamos a que nuestra mascota emita una cierta actividad, levantar la pata, una vez que tiene lugar ésta, le proporcionamos alimento, progresivamente observamos que el animal levanta la pata con mayor regularidad, esto es, se produce un aumento en la fuerza del reflejo. Ahora, en el caso de la extinción, supongamos que realizamos este reforzamiento de la respuesta durante algunos días, posteriormente, cancelamos la presentación del alimento, esto es, si el animal responde no se presenta el alimento, progresivamente observamos que cesa el levantamiento de la pata, esto es, se produce una disminución en la fuerza del reflejo. De esta forma podemos ver que tanto la extinción como el reforzamiento en el reflejo operante suponen una relación de temporalidad tal que primero se presenta la respuesta y luego se da, o no, el estímulo reforzante. Esquemáticamente esto sería de la siguiente forma:

$$r \longrightarrow E^1$$

En donde, r representa la respuesta y E^1 representa al estímulo reforzante, y la flecha representa la relación de dependencia y la dirección de temporalidad.

Los cambios en la fuerza del reflejo los apreciamos cuando la respuesta se presenta, o no, de forma regular (la medición precisa de esta “regularidad” se presentará más adelante).

Ahora, en el reflejo respondiente la respuesta no condiciona la ocurrencia de los estímulos, estos tienen lugar independientemente de la actividad del organismo, cuyo comportamiento se limita al ajuste a la dependencia entre los estímulos. Pongamos un ejemplo de reforzamiento, esta vez presentamos, varias veces, dos estímulos de forma contigua, una luz, E^0 , y el alimento, E^1 . Inicialmente, en presencia de cada estímulo se presentan respuestas producto de las disposiciones reactivas del animal, ante la luz el animal se orienta hacia ésta y ante el alimento el animal saliva. Progresivamente observamos que la salivación comienza a darse no sólo en presencia del alimento sino también, y con mayor regularidad, en presencia de la luz, esto es, la fuerza del reflejo aumenta. Ahora, después de algunos días con este procedimiento, cancelamos la dependencia entre los estímulos, esto es, solamente presentamos el primero, la luz, sin la presentación del alimento, progresivamente observamos que la respuesta de salivación ante la luz comienza a disminuir, es decir, se reduce la fuerza del reflejo por la operación de extinción. De manera que en este reflejo la temporalidad es la siguiente: primero el E^0 y luego el E^1 . Esquemáticamente esto sería de la siguiente forma:



En donde, r^0 y r^1 representan las respuestas producto de las disposiciones reactivas del organismo a las propiedades de los estímulos, E^1 representa al estímulo reforzante, E^0 representa al estímulo provocador, la flecha representa la relación de dependencia y la temporalidad, las líneas continuas representan la

provocación de respuestas en función de las disposiciones reactivas del organismo y la línea discontinua representa el hecho empírico del control desarrollado por parte del E^0 sobre la respuesta r^1 . Los cambios en la fuerza del reflejo los apreciamos cuando la respuesta r^1 se presenta, o no, de forma regular (nuevamente, la medición precisa de esta “regularidad” se presentará más adelante) ante el E^0 .

Con esta descripción, que no agota las posibilidades de exploración, como veremos en el apartado siguiente, podemos apreciar los cambios en la respuesta como producto de los cambios en el ambiente y viceversa. En el caso del operante tenemos que el ambiente cambia en función de la actividad del organismo (contingencia $r-E^1$) mientras que en el caso del respondiente la actividad del organismo no altera la relación entre estímulos, solo se ajusta a dicha relación (contingencia E^0-E^1). Hablando de las clases podemos decir que la operante es la que es afectada por sus consecuencias mientras que la respondiente es “transferida” del E^1 al E^0 .

Existen varias operaciones producto de combinaciones y/o expansiones en los elementos y las relaciones antes delineadas. A continuación, presentamos dos ejemplos:

a) Estas distinciones aun cuando son fundamentales, tan sólo permiten clasificar los fenómenos, el pretender entender las sutiles variaciones en la conducta tras repetidas combinaciones de estas operaciones permite referir a un proceso fundamental dentro de la teoría llamado el condicionamiento periódico. Su relevancia radica en la cantidad de observaciones empíricas dadas las posibilidades de manipulación de dichas combinaciones, por ejemplo tres, reforzamiento seguidos por extinción o reforzamiento-extinción-extinción, reforzamiento, etc. Sin embargo, en tanto no suponen nuevas categorías serán tratadas como combinaciones heurísticas de elementos conceptuales previamente definidos.

b) Como hemos mencionado la distinción entre la operante y la respondiente radica en el tipo de condicionalidad. Una expansión precisamente en dicha condicionalidad es la que supone el caso de la discriminación e inducción del estímulo. Dicha expansión tiene como única característica el imponer una restricción adicional a la condicionalidad entre r y E^1 , esto es, un nuevo estímulo precede a r y establece una nueva condicionalidad con respecto de E^1 , dando lugar al siguiente esquema: $E^\lambda - r - E^1$. Esta adición no supone una nuevo tipo de covariación entre clase sino que indica una ampliación de las condicionalidades para abarcar los casos en los que el organismo responde de forma similar o específica ante estímulos distintos. Dado esto no será tratada como una nueva categoría conceptual. De igual forma, cambios en la morfología de los estímulos sin alterar la función o el tipo de condicionalidad, por ejemplo el reforzamiento negativo, tampoco recibirán una mención como categorías especiales.

A cada uno de estos tipos de reflejo le corresponde un tipo de ley específica dada su diferencia en términos de la dependencia entre los estímulos y la respuesta. Así, tenemos que para el operante Skinner presenta las leyes *dinámicas* mientras que para el respondiente formula las leyes *estáticas*. Ahora, Skinner también postula ciertas leyes de interacción entre reflejos. Así, en total tenemos 20 leyes: 7 para el respondiente, 6 para el operante y 7 de interacción³.

Finalmente, con respecto a la reserva del reflejo Skinner nos señala que su establecimiento se remite a las operaciones que modifican las condiciones del organismo tales como la fatiga, el hambre, o la sed. Es posible apreciar que la noción de reserva del reflejo es de especial importancia en el tratamiento de Skinner dado que:

a) Guarda una relación directamente proporcional con la fuerza de un conjunto de reflejos,

³ Por cuestiones de espacio no se desarrollarán las leyes de la teoría del condicionamiento. Sin embargo, se recomienda su lectura en la obra original de Skinner de 1938.

b) es complementaria al condicionamiento y la extinción para alcanzar el grado de conocimiento sobre las variables que regulan la conducta y,

c) Skinner la ubica como la única categoría “hipotética” requerida por su sistema aunque no de forma fundamental.

De esta forma para Skinner el poder predecir y controlar la conducta de un organismo sólo es posible en tanto se construya un sistema descriptivo y clasificatorio, en el que se identifique el papel que juegan las diferentes operaciones en la modificación de la fuerza y la reserva del reflejo y se les represente mediante leyes funcionales.

La metodología

A la par con los desarrollos teóricos en la obra de Skinner, su gran compromiso con la formulación y estandarización de formas de investigación de los fenómenos de interés, lo llevó al desarrollo de una metodología conocida como el Análisis Experimental de la Conducta. Esto no significa que él fuese el primero en realizar experimentos, solamente significa que su trabajo fundó el tipo de trabajo experimental que lleva este nombre.

Esta forma de trabajo fue desarrollada por Skinner con base en dos supuestos: el de la operante libre, y el de la relación entre la variable independiente y la variable dependiente. A continuación presentamos una síntesis de estos supuestos:

a) El supuesto de la operante libre básicamente estipula que la conducta de los organismos debe ser estudiada sin restricciones temporales impuestas por ensayos, como en el caso del empleo de laberintos o mecánicamente (ataduras sobre el sujeto). De esta forma es posible estudiar el comportamiento libre del sujeto y evaluar los efectos que sobre ésta tienen los diferentes estímulos programados. Es importante señalar que el propósito de este supuesto es el de

distinguir la metodología de Skinner de la metodología tradicionalmente empleada por autores como Hull, quien al someter al organismo a un laberinto, esperar y medir el tiempo del recorrido, *coger al organismo de la salida del laberinto para colocarlo en el inicio*, una y otra vez, transgredían o interrumpían el despliegue natural y libre del comportamiento del organismo.

b) El supuesto de la relación entre la variable independiente y la variable dependiente está íntimamente relacionado con el anterior dado que, si tenemos una situación de operante libre y lo que nos interesa es evaluar los efectos que sobre la respuesta tienen los estímulos, entonces podemos establecer una medida para la respuesta (más adelante se discute esto) y esta será la variable dependiente mientras que ciertos valores de las propiedades del estímulo (por ejemplo su duración, su intensidad o la probabilidad de ocurrencia) serán considerados como la variable independiente. Así lo relevante es la relación entre variable independiente y la variable dependiente.

Ahora, como ya hemos dicho la respuesta a las preguntas centrales para este enfoque, desde la perspectiva de Skinner estaban en la fuerza del reflejo, pero ¿Cómo estimar esta fuerza? La medida para fuerza del reflejo y el dato esencial en el sistema de Skinner fue la tasa de respuesta. Sobre ésta y su utilidad Skinner nos dice:

“... el espacio de tiempo que transcurre entre una respuesta y la respuesta que la precede inmediatamente o en otras palabras, la tasa de respuesta.” (Skinner, 1938, p. 75)

“Con un registro de este tipo es posible examinar de una ojeada el estado de un reflejo y sus diversos cambios de fuerza durante un período experimental...” (Skinner, 1938, p. 76)

Empleado esta medida fue posible el identificar la forma en que la fuerza del reflejo cambiaba en función de las operaciones de reforzamiento, de extinción y del establecimiento de la reserva del reflejo.

Debemos señalar que típicamente en estos primeros estudios, de 1938, Skinner mantenía una relación de uno a uno entre la respuesta y el reforzador. Sin embargo, no fue sino hasta después de 19 años de investigación que Ferster y Skinner presentaron un reporte sobre la enorme serie de investigaciones en las que se pudo identificar regularidades específicas en la tasa dados ciertos procedimientos o programas de reforzamiento (Ferster y Skinner, 1957), en los que cada ocurrencia del reforzamiento no dependía de cada ocurrencia de la respuesta como en sus primeros experimentos.

Antes de continuar es importante señalar que estas regularidades, también llamadas *tasas características*, constituyeron uno de lo más grades resultados en la tradición de experimental de Skinner.

Regresando a nuestro punto, fueron dos los criterios de programación para el reforzamiento en el reflejo operante: uno relativo a la cantidad de respuestas que el sujeto debía emitir para producir la ocurrencia del estímulo reforzante (criterio de razón) y el otro relativo al tiempo necesario entre la entrega del estímulo reforzante precedente y la emisión de la próxima respuesta que produce el siguiente estímulo reforzante (criterio de intervalo). Con base en estos dos criterios y sus cambios o consistencias se definieron los programas de reforzamiento: **Razón fija**, (Por ejemplo, un programa RF 5 especifica 5 respuestas para la producción del estímulo reforzante), **Razón variable** (Por ejemplo, un RV 10 especifica 10 respuestas en *promedio* para la producción del estímulo reforzante), **Intervalo fijo** (Por ejemplo, un IF 5s especifica el paso de 5s después del último reforzador para que la próxima respuesta produzca el siguiente estímulo reforzante), **Intervalo variable** (Por ejemplo, un IV 5s especifica el paso de 5s en *promedio* después del último reforzador para que la próxima respuesta produzca el siguiente estímulo reforzante).

Estos diferentes programas “simples” fueron combinados para dar paso a los llamados programas “compuestos” (Ferster y Skinner, 1957). Algunos de los

más importantes fueron: los concurrentes, los sucesivos, los encadenados y los tandem⁴.

Una acotación importante para el presente trabajo es que Skinner empleó una estrategia particular para el establecimiento de respuestas, esta fue la técnica de *aproximaciones sucesivas*. Esta técnica consiste en controlar manualmente la ocurrencia del reforzamiento y administrarlo con forme el organismo se aproxime a la respuesta objetivo, el palanqueo. En concreto se trata de proporcionar el estímulo reforzante cada vez que el organismo se oriente hacia la palanca. Una vez que el organismo se orienta hacia la palanca se presenta el estímulo reforzante cada vez que se aproxima hacia esta, después sólo se presenta cuando el organismo toca la palanca y al final el reforzamiento sólo tiene lugar cuando el organismo presiona la palanca. Así, tenemos al final de la aplicación de esta técnica un organismo que oprime la palanca.

Ahora en el caso del reflejo respondiente, las manipulaciones tradicionales tuvieron lugar considerando cuatro factores que afectan el condicionamiento: a) las propiedades del E^0 , b) Las propiedades de la relación E^1-r (siguiendo nuestro ejemplo se trata de la luz y la salivación), c) la relación temporal entre E^0 y E^1 , y finalmente, d) el curso de cambio. (Skinner, 1938, p. 80-81).

Antes de finalizar este apartado es importante señalar que para el caso del reflejo respondiente Skinner mantiene la utilidad de la tasa como medida pero también emplea medidas como la intensidad y la latencia (tiempo que transcurren entre la presentación de un estímulo y la presentación de la respuesta).

⁴ Dado que una descripción detallada tanto de los programas simples como de los compuestos rebasaría por mucho los límites de espacio en el presente trabajo, remitimos al lector al compendio realizado por Reynolds (1968) en el cual se describen tanto los programas como las tasa características observadas bajo cada uno.

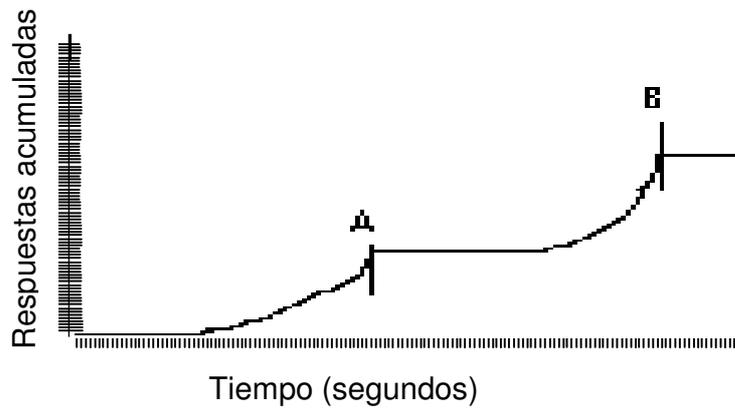
Los aparatos.

Uno de los mayores logros para Skinner en los comienzos de sus investigaciones fue la construcción de los aparatos que emplearía para estudiar la conducta de sus sujetos. Al comienzo diseñó un pasadizo por el cual se desplazaba el sujeto para obtener un poco de alimento al final del mismo. Posteriormente ideó y construyó una palanca sobre la cual el sujeto actuaba para producir el acceso al alimento en un compartimiento situado debajo de la misma. La palanca y el comedero, así como otros aparatos (foco y bebedero) fueron colocados en una de las paredes (posteriormente llamado panel central) de una caja cuadrangular (la famosa cámara de condicionamiento o simplemente cámara de Skinner)

Ahora, en lo que toca al registro de la actividad del sujeto, Skinner habiendo reconocido el valor de la tasa de respuesta y con base en el supuesto de la operante libre decidió construir un aparato adaptando un sismógrafo, el famoso registrador acumulativo.

El registrador acumulativo es un aparato que permite el registro en tiempo real de eventos discretos. Una plumilla marca una línea sobre un rollo de papel que se coloca sobre un tambor giratorio, el grado de inclinación de la línea varía en función del número de respuestas que ocurran en un mismo intervalo de tiempo, formando curvas. Adicionalmente a los cambios en la línea producto de las respuestas del organismo, es posible adicionar otras plumillas que señalen el punto exacto del reforzamiento o la ocurrencia de cualesquier estímulo.

A continuación se presenta un ejemplo de este registro bajo un programa de intervalo fijo (aunque ésta es una curva ficticia, en términos generales coincide con la forma de la mayoría de las curvas generadas, en los últimos 66 años)



En esta figura es posible notar que se presentan dos incrementos acelerados anteriores al reforzamiento, el momento de la ocurrencia del estímulo reforzante está señalado por A y B, posterior a dicha ocurrencia la tasa se reduce para incrementar nuevamente conforme se aproxima el siguiente reforzador. De esta manera es posible apreciar rápida y claramente los cambios en la fuerza del reflejo en función del programa empleado.

Este modo de representar la fuerza del reflejo resultó ser sumamente económico al permitir la inspección visual de sus cambios producto de las operaciones de reforzamiento y de extinción en largos periodos. Por ejemplo, al reforzar la respuesta se observa un trazo en el papel que forma una curva mientras que al pasar por extinción la curva desaparece para formarse una recta paralela a al eje x. Independientemente de cual de éstas se observe, sabemos que nuestro organismo ha cambiado, esto es, que ha pasado de ser un organismo ingenuo a uno entrenado por una operación de reforzamiento o por una de extinción.

Así, en términos de los aparatos de investigación, Skinner mostró una clara preocupación por el desarrollo de las condiciones necesarias y suficientes para sostener sus postulados teóricos. Los aparatos no fueron simplemente adecuaciones de instrumentos ya existentes sino instrumentos diseñados con un

fin claro: el estudio del comportamiento de los organismos en búsqueda de las leyes que permitan control y la predicción del mismo.

A manera de resumen podemos decir que desde la teoría del condicionamiento de Skinner, el reflejo operante y el reflejo respondiente constituyen tipos de conducta (es importante señalar que para Skinner estos tipos constituían la totalidad de la conducta), distinguibles por la relación de contingencia entre los estímulos y la respuesta. La propiedad fundamental para estudiar ambos es la de la fuerza del reflejo, distinta de la magnitud de la respuesta o del estímulo. La cual se estima mediante la tasa de respuesta, entendida ésta como el tiempo que transcurre entre una respuesta y la respuesta que la precede, que es graficado mediante una curva suave llamada registro acumulativo. Dicha fuerza se ve afectada por las operaciones de condicionamiento: reforzamiento y extinción, cuyos efectos son el incremento y decremento en la fuerza del reflejo, respectivamente. Las particularidades de estas operaciones, por ejemplo el requisito (de tiempo o de razón) para la ocurrencia del reforzador, en el caso operante, o la separación temporal entre los estímulos en el caso respondiente, están determinadas por los supuestos metodológicos de la operante libre y la relación variable dependiente-independiente.

Así, la teoría del condicionamiento estuvo constituida desde sus inicios por una clasificación de la conducta, una metodología de investigación y aparatos adecuados a sus intereses. Claro que han habido cambios, muchas veces producto de críticas y problemas de investigación, sin embargo, podemos decir que la obra de Skinner es un modo de representación y de actuación para el estudio de la conducta.

A partir de esta presentación informal de la teoría del condicionamiento procederemos a mostrar cómo, mediante la herramienta de los grafos-representacionales, se puede caracterizar esta teoría científica.

4.2. Grafo de la Teoría del Condicionamiento

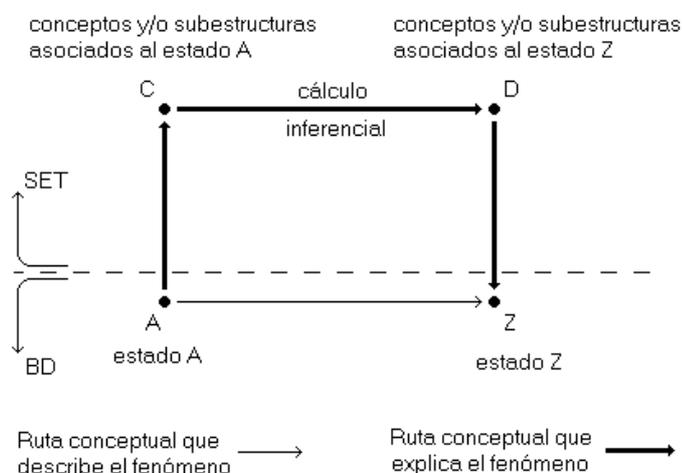
Las teorías científicas surgen como una forma de hacer inteligible el mundo. Nos señalan, clasifican, ordenan, etc., los fenómenos de la naturaleza. Todas estas funciones las cumplen al presentarse como respuestas tentativa a un tipo muy especial de preguntas, esto es, las preguntas de la forma ¿por qué...?. Podemos encontrar esta idea, desde el enfoque sintáctico, en los trabajos de Nagel (1961):

“Las explicaciones son respuestas a la pregunta ‘¿Por qué?’...(Nagel, 1961, p. 15)

Esta idea es igualmente sostenida, ahora desde el enfoque semántico, por Van Fraassen (1979):

“...Una explicación es una respuesta a una pregunta ‘¿por qué?’...” (Van Fraassen, 1997, p. 167)

Desde la perspectiva de los grafos-representacionales una explicación o respuesta a las preguntas fundamentales del tipo ¿por qué? viene dada por la explicitación del circuito conmutativo que conecta la sub-estructura teórica con la base de contrastación. En palabras de Casanueva y Méndez (2004) tenemos que al emplear el grafo de cuatro puntos como ejemplar de la caracterización de la explicación científica:



“... El fenómeno $A \rightarrow Z$ se encuentra en la porción correspondiente a la base de datos. Para explicarlo, el modelo postula una serie de entidades... y relaciones... que constituyen una ruta alternativa que igualmente engarza A con Z, pasando, si la hay, por la región de la super-estructura teórica. Las dos rutas son puestas en relación de tal suerte que se conforma un circuito en el cuál radica la capacidad explicativa del modelo. Ambas rutas juegan, de alguna manera, el papel que el modelo de explicación de Hempel les asigna a *explicans* y *explicandum*, correspondiendo a ‘A \rightarrow Z’ el último. Si las rutas se relacionan mediante la igualdad, estaremos en presencia de un circuito conmutativo. Pero pueden darse otros tipos de relación entre las rutas (inclusión, desigualdad, diferencia). Lo importante es que la relación entre las rutas nos permita inferir algo de una, a partir de la otra. El tipo de relación que se da entre rutas, caracteriza de alguna manera el grado de suficiencia empírica del modelo (la conmutatividad sería la mayor suficiencia, pues es la que otorga más información).“ (Casanueva y Méndez, 2004, p. 5)

De esta forma podemos ver a la explicación como la conexión entre rutas inferenciales. Conexión que permite pasar de la base de contrastación o base de datos (conformada por los términos T-no teóricos), donde se formula pregunta, a la super-estructura teórica (conformada por los términos T-teóricos) donde se formula la respuesta. Finalmente, podemos ver que más que una respuesta simple a la pregunta fundamental en la ciencia se da la respuesta en la forma de modelos o teorías, al respecto Giere (1988) nos dice:

“Desde este punto de vista, todo lo que es distintivo de las explicaciones ‘científicas’, ya sea en la ciencia o en la vida cotidiana, es que ellas emplean esos modelos desarrollados por las ciencias...”(Giere, 1988, p. 105)

Esta idea de la explicación, enmarcada en modelos, nos pone en contacto con el problema de la relación entre teoría y ley científica. Echeverría (1993) nos dice que podemos ver a las leyes como:

“...relaciones que determinan secuencias posibles a lo largo del tiempo; pero lo hacen a través de modelizaciones previamente elaboradas, que son consustanciales a la teoría.” (Echeverría, 1993, p. 66)

En este grafo de cuatro puntos podemos apreciar en primer lugar una separación entre la sub-estructura teórica y la base de datos, que en términos estructuralistas podríamos llamar el componente T- Teórico y el T- no teórico, respectivamente. En segundo lugar podemos ver la existencia de un circuito conmutativo que conecta a I con IV mediante dos rutas: I ->II ->III ->IV y I ->IV.

El punto I representa la interacción entre el organismo (O) y el medio ambiente (A) en un tiempo específico (t) como una estructuración. Este punto se conecta mediante una flecha con el punto IV que representa al dato o patrón específico observado mediante la investigación (tasa de respuesta). A esto le podemos llamar la pregunta fundamental: ¿Por qué a partir de que el organismo se encuentra en el medio ambiente durante un periodo de tiempo podemos observar un patrón de respuestas específico? Como podemos ver tanto los puntos I y IV como la flecha que los conecta se encuentran dentro de lo que podríamos llamar la sub-estructura empírica, por lo que su determinación no supone la validez de la teoría, esto hace que dicha teoría no sea auto-confirmante.

Como respuesta a esta pregunta tenemos la postulación del siguiente aparato conceptual. El punto I se vincula con el punto II mediante la flecha que indica la clasificación de los tipos de interacción entre organismo y ambiente en determinados periodos de tiempo. El punto II representa los tipos de contingencia postulados por la teoría: el tipo O y el tipo R, que a su vez, son el resultado de dos estructuraciones diferentes. Para el primero, tenemos una estructuración de la respuesta (r), el reforzamiento (E^1) y un cálculo de probabilidad (p) que le asigna un valor de probabilidad a E^1 dado r. Para el segundo, la estructuración contiene al estímulo neutro (E^0), al E^1 y un cálculo de probabilidad que le asigna un valor de probabilidad a E^1 dado E^0 . De esta forma, podemos ver que la primera etapa en la ruta explicativa consiste en una clasificación del fenómeno de interés.

Posteriormente, vemos que el punto II se vincula con el punto III mediante las operaciones de condicionamiento: reforzamiento y extinción. El punto III consiste de una estructuración de dos clases de fuerza (reserva o vigente) del reflejo: el tipo O y el R. Esta etapa consiste precisamente en las variaciones en el cálculo de probabilidad que le asigna una probabilidad específica al E^1 dado el E^0 o r. Cuando dicho valor de probabilidad es de 1.0 tenemos el caso de reforzamiento mientras que cuando el valor es de 0.0 tenemos el caso de extinción. Así, la segunda etapa de la ruta es un cálculo de probabilidad que condiciona los cambios en la fuerza del reflejo.

Finalmente, el punto III se vincula con el punto IV mediante la flecha doble que representa las leyes fundamentales: las dinámicas y las estáticas que describen los patrones observados en la tasa de respuesta, representados mediante el punto IV, con lo cual se cierra el circuito. En esta etapa podemos apreciar que se suponen todos los conceptos de la teoría para que las leyes tengan sentido y así hacer inteligibles los fenómenos observados.

De esta manera, es posible apreciar la ruta inferencial de la explicación de la teoría del condicionamiento postulada por Skinner. Pasamos de una pregunta fundamental, sobre los patrones observados, expresada en términos no teóricos, a la respuesta mediante a) la clasificación por tipo de contingencia, b) un cálculo de probabilidad para el reforzamiento y la extinción y c) las leyes fundamentales, estáticas y dinámicas, expresadas en términos teóricos. Con lo cual es claro el tránsito de la base de datos a la sub-estructura teórica y viceversa, así como la inclusión de las leyes dentro de la segunda, que como hemos dicho, es constitutivo de una explicación científica desde esta perspectiva.

Antes de continuar hacia la representación de la metodología del condicionamiento es indispensable hacer una aclaración en torno al grafo de la teoría del condicionamiento. Es posible que algún lector se pregunte en torno a la corrección y la completud de dicha representación, esto es si representa *completamente* y de forma *correcta* a la teoría del condicionamiento. Para esto reconocemos que no hay mejor prueba que el que los usuarios y concedores de

dicha teoría se expresen positivamente al ver el grafo, estrategia empleada por otros reconstructores de teorías psicológicas, p.e. Reizenzein (2000) Dado que esta prueba es a posteriori al presente trabajo solicitamos se suspenda el juicio hasta tener evidencia a favor o en contra. Por el momento podemos simplemente afirmar que dicho grafo se construyó con base en la lectura directa de la obra de Skinner lo que esperamos le brinde cierta confiabilidad.

4.3. Grafo de la Metodología del Condicionamiento

La filosofía de la ciencia propia de la concepción heredada, como postura sobre la filosofía en general y sobre la filosofía de la ciencia en específico, estuvo constituida por diversas suposiciones sobre la naturaleza misma del análisis. Una de estas se originó en el trabajo seminal de Reichenbach (1938) en el cual se postuló la necesidad metodológica de hacer una separación entre el proceso de construcción de las teorías científicas (contexto de descubrimiento) y el proceso de validación de las mismas (contexto de justificación). Siendo de la competencia de la psicología y la historia el primero, y de la filosofía el segundo. Ahora, es necesario señalar algunas cuestiones relevantes en dicha distinción. En primer lugar, se trató de una distinción que busca darle identidad a las investigaciones epistemológicas, esto es, las reconstrucciones lógicas. En palabras del mismo Reichenbach:

“Podríamos decir que una reconstrucción lógica se corresponde con la forma en que los procesos de pensamiento son comunicados a otras personas, en lugar de la forma en que son subjetivamente conformados. “ (Reichenbach, 1938, citado en Echeverría 1999, p.)

En segundo lugar, esta distinción es clave en para el entendimiento de la concepción heredada puesto que:

“...se vincula estrechamente a distinciones tan importantes como la que se hace entre lo factual y lo normativo, entre lo lógico y lo empírico, o entre la historia interna y externa de la ciencia...” (Echeverría, 1999, p. 38)

Dicha distinción condujo a los filósofos herederos de esta concepción a rechazar toda consideración de los aspectos prácticos, técnicos o metodológicos en el análisis de la ciencia, por ser cuestiones psicológicas y/o sociales, mientras que se esforzaban por la construcción de los criterios lógico-formales de la misma. Así, se dejaba de lado las cuestiones del descubrimiento científico para enfocarse en las teorías tal y como habían quedado finalmente articuladas, esto es, en su presentación de libro de texto.

Antes de continuar, es importante señalar que aun cuando reconocemos la existencia de contextos discursivos en los que los términos “técnica”, “método” y “práctica” pueden tener usos diferentes en el presente trabajo los emplearemos como sinónimos en tanto comparten el aspecto que pretendemos resaltar: La delimitación de operaciones investigativas mediante la manipulación, registro y/o generación de eventos mediante instrumentos diversos.

Ahora, esta distinción fue perdiendo fuerza progresivamente, incluso dentro del mismo positivismo podemos encontrar ejemplos de autores cuya postura era incompatible con la de Reichenbach, así podemos ir desde Wittgenstein y sus *investigaciones filosóficas*, Toulmin y su *postscriptum* al simposio de Urbana de 1969 y finalmente, a Kuhn y su *Estructura de las revoluciones científicas* para ver los discursos disidentes con respecto de esta importante distinción en la concepción heredada (Echeverría, 1999)

De especial importancia dentro de dichos discursos disidentes tenemos el de Hacking (1983) quien en su libro *Representar e intervenir* ha planteado con claridad que dentro de la filosofía de la ciencia se ha dado

“...una decidida obsesión con la representación, el pensamiento y la teoría a costa de la intervención, la acción y el experimento.” (Hacking, 1983, p. 158)

Adicionalmente, este autor ha señalado la independencia, con respecto a la teoría, de los aspectos experimentales en la ciencia. Esto mediante diversos ejemplos históricos. Específicamente, al tratar el problema de la precedencia entre el experimento y la teoría nos dice:

“Por supuesto que Bartholin, Grimaldi, Hooke y Newton no eran empiristas insensatos sin ninguna idea en la cabeza. Ellos vieron lo que vieron porque eran curiosos, inquisitivos, gente reflexiva. Estaban tratando de formar teorías. Pero en todos estos casos está claro que las observaciones precedieron a cualquier formulación teórica.” (Hacking, 1983, p. 184)

En Ferreirós y Ordóñez (2002) se discute la excesiva primacía que ha tenido el análisis de las teorías científicas en la filosofía de la ciencia. Específicamente, estos autores usan el término “Teoreticismo” para designar a la:

“...tendencia -clásica en filosofía de la ciencia- a privilegiar los aspectos teóricos del conocimiento sobre cualquier otro de sus rasgos de modo que toda actividad científica es interpretada desde el punto de vista de la elaboración conceptual y la teorización. De esta tendencia se deriva la inclinación a reformular cualquier cuestión o problema de la filosofía de la ciencia en términos exclusivamente conceptuales o teóricos. Correlativamente, lo empírico tiende a ser considerado como algo situado en los márgenes, los resultados experimentales son el objeto de una simplificación y estilización sistemática, y los procesos propios de la actividad experimental desaparecen de la reflexión metodológica.” (Ferreirós y Ordóñez, 2002, p.49)

Sugiriéndonos como una de sus conclusiones que se busque el equilibrio entre el conocimiento propiamente teórico y el experimental, y principalmente, que se de un reconocimiento a los aspectos epistemológicos de la experimentación, esto es, el estudio de la dinámica propia de la experimentación para la generación de conocimiento científico.

Ahora, desde el enfoque estructuralista, Otero (1977) discute el problema aludiendo a una pérdida de la fuerza con la que se sostiene la línea que separa la producción de la justificación en la ciencia:

“... desde dentro de la propia filosofía de la ciencia (aun en sus versiones medianamente ortodoxas; mucho más en otras) se viola necesidad de incluir aspectos de la producción de conocimiento, que aparecían como excluidos e inincluibles (concepción de los dos contextos), en el centro mismo de su tarea.” (Otero, 1977, p. 44)

De esta forma, Otero (1977) concluye, como crítica y forma de explicitar la importancia del análisis de la distinción entre contextos, que:

“...A la pregunta de ¿a qué tanto discutir esta concepción de los dos contextos?, se respondería: por su dominancia, por su función ideológica, por su falta de fundamento.” (Otero, 1977, p. 49)

De esta forma, podemos pensar que no es necesario aceptar la distinción metodológica iniciada por Reichenbach. Las cuestiones de la producción y la justificación de la ciencia no son tan excluyentes como se les ha supuesto, de forma que en lugar de la dicotomía teoría-práctica, se le puede ver como una unidad, cuya defensa demanda el pleno reconocimiento de las particularidades de la relación que guardan entre si, esto es, identificar en cada caso el papel que la teoría guarda con respecto a la práctica, técnica o método, así como la influencia de estos en la formulaciones de la primera. En lugar de pensar en una línea divisoria entre lo teórico y lo metodológico, sugerimos pensar en espacios de concurrencia y de exclusividad entre teoría y metodología en el transcurso del desarrollo de un programa de investigación particular. Esta idea puede ser representada mediante la siguiente figura:



Esta forma de concebir la relación entre la teoría y la práctica se asemeja a una parte de la retícula planteada por Casanueva (2006), específicamente a lo concerniente a la *episteme* y la *techne*.

Así, una representación formal o semi-formal de la estructura teórica de la ciencia no tiene porque dejar de lado los aspectos metodológicos de la misma, como nos señalan Casanueva y Méndez (2004) al presentar algunas de sus ideas sobre dinámica científica desarrolladas a partir de su propuesta de representación grafo-estructural:

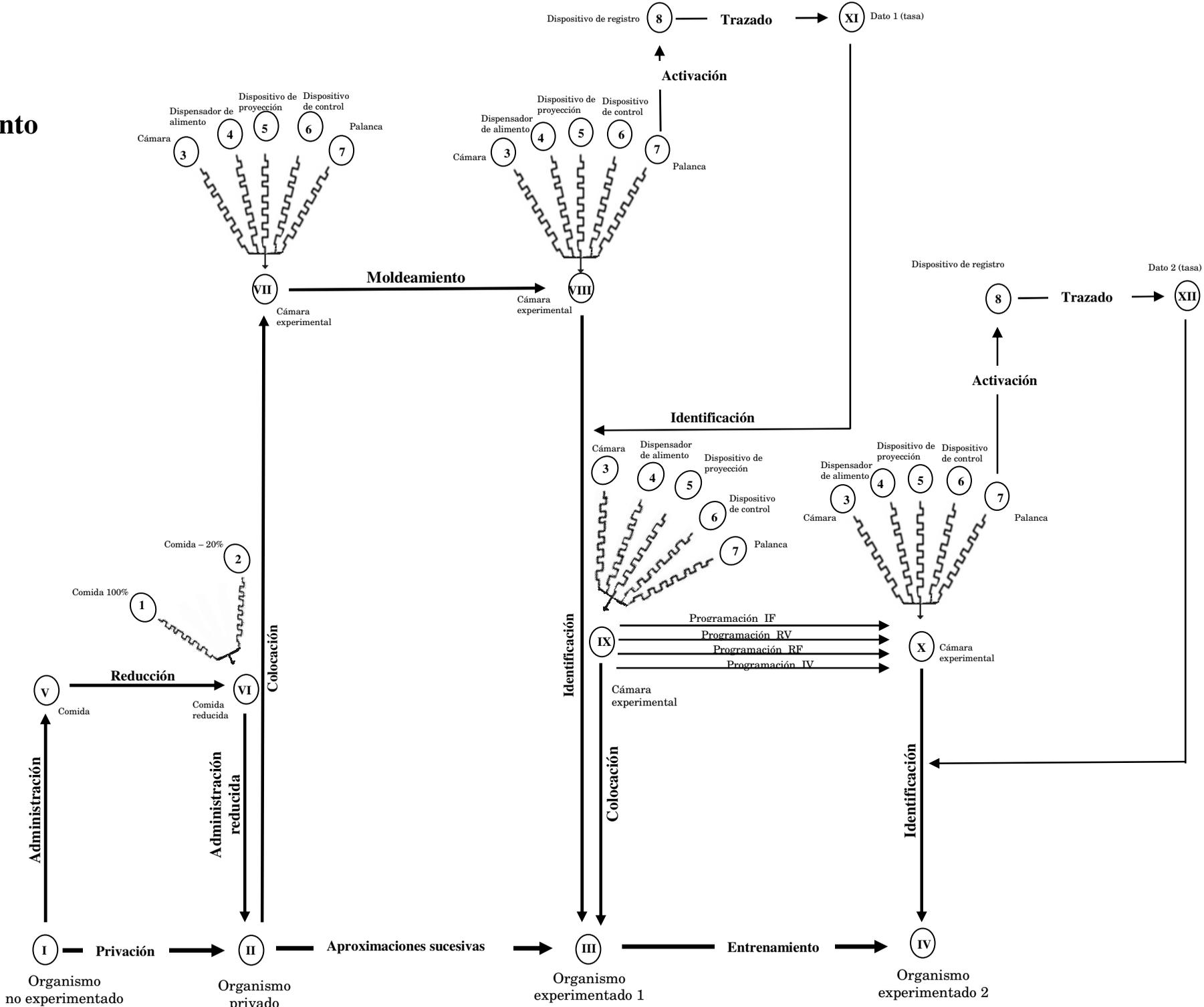
“El enfoque que se ha esbozado revela por lo menos tres niveles ontológicos para el análisis meta-científico a saber, las estructuras, las poblaciones de modelos y los dominios temáticos. Consideramos que este enfoque se puede hacer extensivo a las practicas instrumentales...” (Casanueva y Méndez, 2004, p. 14)

Idea que muestra continuidad con el trabajo de Suppes (1988), quien nos indica que:

“Un punto que ocupó mi atención fue mostrar que al ir del nivel de la teoría al nivel del experimento, no necesitamos abandonar métodos formales de análisis. Desde un punto de vista conceptual la distinción entre matemáticas puras y aplicadas es espúrea- ambas tratan con entidades conjuntistas, y lo mismo es verdadero de la teoría y el experimento.” (Suppes, 1988, p. 158)

En el presente trabajo estas ideas son concretizadas mediante la representación de las cuestiones metodológicas de la teoría del condicionamiento empleando la misma herramienta grafo-representacional. Así las cosas, a continuación presentamos los grafos del reforzamiento y de la extinción, respectivamente. Esto para mostrar el modo en que dicha herramienta representacional puede capturar no sólo los aspectos teóricos sino también los metodológico-instrumentales.

Grafo del Reforzamiento



En este grafo es importante señalar dos características. En primer lugar, podemos apreciar la existencia de una serie de flechas gruesas que representan la promesa tecnológica de la teoría. Dichas flechas constituyen la ruta de acciones investigativas que transforman al organismo, pasando por el sujeto no experimentado (o ingenuo como se le suele llamar en los reportes experimentales) hasta el sujeto experimentado 2. En segundo lugar, podemos ver que entre cada uno de los puntos que representan la transformación del organismo se dan rutas alternativas que conectan puntos intermedios entre las sucesivas transformaciones de dicho organismo. Claramente se puede apreciar un parecido entre este grafo y el que representa la teoría. Sin embargo, existen dos diferencias fundamentales. La primera es que mientras que en el grafo teórico las flechas representan relaciones de inferencia entre las entidades teóricas o no teóricas, en el caso de este grafo las flechas representan acciones que tienen lugar en el transcurso de la investigación. La segunda es que en este grafo las preguntas pertinentes no toman la forma de ¿por qué...? sino de ¿cómo...? El que las sucesivas transformaciones del organismo sean el resultado de las acciones investigativas nos remite al cómo hacer que se den los cambios en el estado del mismo. Esto es importante dado que nos permite apreciar, empleando este modo de representación, una diferencia entre las explicaciones teóricas y las acciones metodológicas.

Con fines de claridad, a continuación presentamos una descripción detallada de cada una de las sucesivas transformaciones del organismo y sus respectivas rutas alternativas.

El punto I, que representa al organismo no experimentado, se conecta con el punto II, que representa al organismo privado, por medio de la acción de privación. La ruta alternativa conecta al punto I con el punto V, que representa a la comida, mediante la flecha que representa la ingesta de la comida *ad limitum*. El punto V se conecta con el punto VI que representa la comida reducida, producto

de una estructuración entre la comida al 100% (punto 1) y la comida al – 20% (punto 2), mediante la flecha que representa la reducción en la cantidad de comida. El punto VI se conecta con el punto II mediante la flecha que representa la ingesta reducida de la comida reducida. De esta forma podemos representar una forma de privar al organismo de comida y con esto capturamos la primera transformación del organismo y su ruta alternativa, que como hemos dicho nos remite al cómo se puede lograr esta transformación.

El punto II se conecta con el punto III, que representa al organismo experimentado 1, mediante la flecha que captura la acción de aproximaciones sucesivas. La ruta alternativa conecta al punto II con el punto VII, que representa la cámara experimental, que es producto de la estructuración de los puntos 3, 4, 5, 6 y 7, los cuales representan la cámara, el dispensador de alimento, el dispositivo de proyección, el dispositivo de control y la palanca, respectivamente. La flecha que conecta estos puntos representa la colocación del organismo en la cámara experimental. El punto VII se conecta con el punto VIII mediante la acción de moldeamiento. La diferencia entre el punto VII y el VIII es que ahora el punto 7 se conecta con el punto 8, que representa al dispositivo de registro, mediante la flecha que representa la activación del dispositivo. El punto 8 se conecta con el XI, que representa el dato 1 (la tasa de respuesta) mediante la flecha que señala que el dispositivo de registro traza una curva suave, la tasa, a partir de la cual se establece el estado del organismo mediante la acción de identificación. De esta forma podemos ver que la transformación del organismo privado al organismo experimentado 1 se da por la técnica de aproximaciones sucesivas, cuya ruta alternativa nos muestra que debemos colocar al sujeto en la cámara y moldear la respuesta de forma que obtengamos la tasa de respuesta como dato inicial. Nuevamente, esto nos muestra las acciones metodológicas que conducen la investigación en esta etapa de la transformación del organismo.

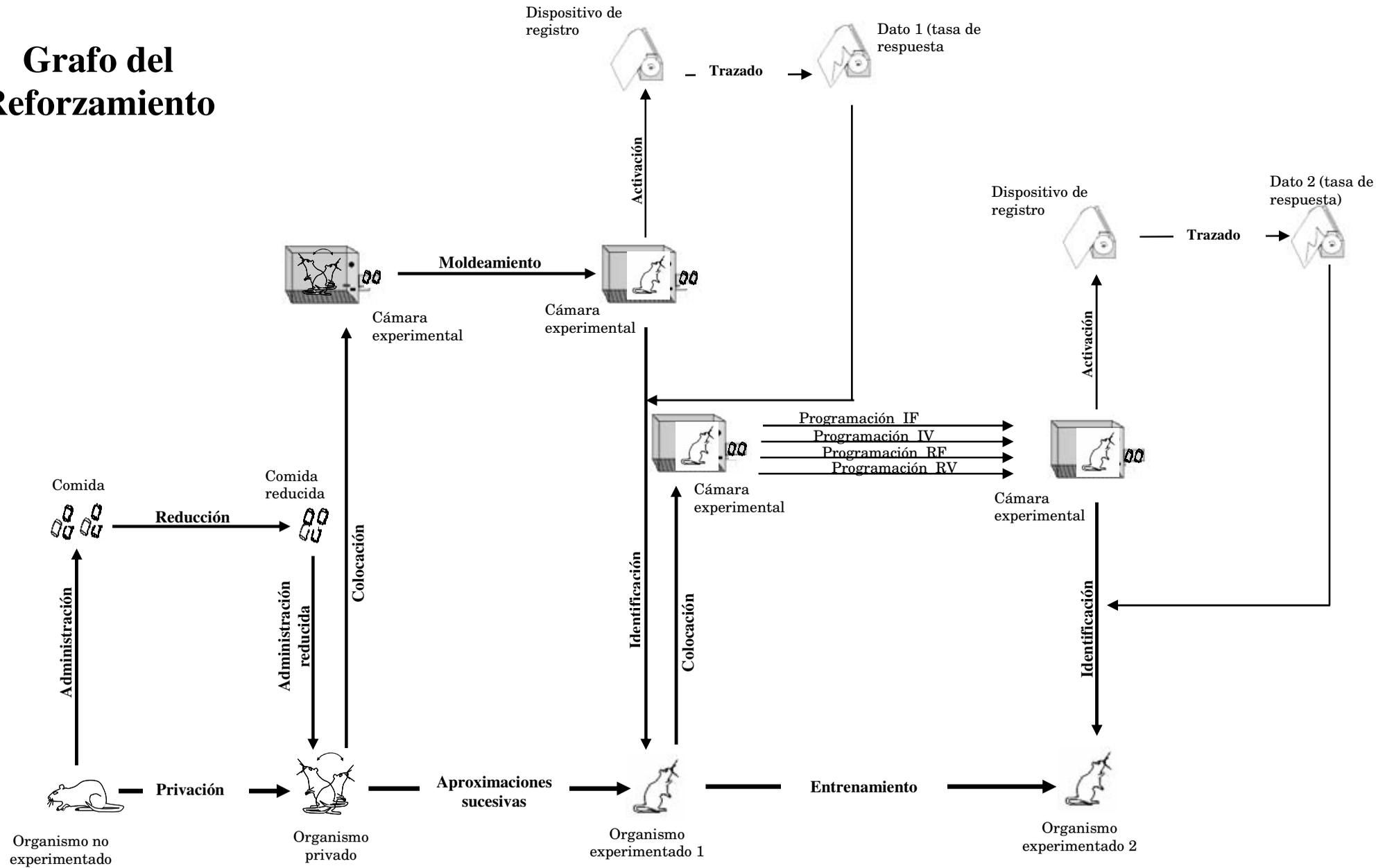
El punto III se conecta con el punto IV, el cual representa el último estado de transformación, el organismo experimentado 2. La flecha que conecta estos puntos es la de entrenamiento. Este entrenamiento es detallado por la ruta alternativa en la que vemos que el punto III se conecta con el punto IX, esto es, la colocación del organismo en la cámara experimental. Para posteriormente, iniciar con la operación de cualquiera de los cuatro tipos de programas de reforzamiento y la obtención de un nuevo dato (dato 2) como resultado de la activación del dispositivo de registro y el trazado de la curva (la tasa de respuesta). A partir de esto identificamos al organismo como organismo experimentado dos. Todo esto es representado como la conexión entre el punto IX y el punto X mediante cualquiera de las cuatro flechas presentes, la conexión entre el punto 7-8 en X, por la conexión entre 8 y XIII y finalmente, por la conexión entre el punto X y IV. De esta forma representamos la última transformación del organismo, por el entrenamiento, constituido por la colocación del organismo en la cámara experimental, la operación de alguno de los programas de reforzamiento y la identificación del último estado del organismo por la existencia de una tasa de respuesta característica (dato 2)

Dado lo anterior podemos ver que el paso de un organismo no experimentado a un organismo experimentado 2 se da por la siguiente secuencia de acciones: privación, aproximaciones sucesivas y entrenamiento. Con lo cual podemos sostener que este modo de representación captura de forma genérica la serie de acciones investigativas que constituyen la metodología de la teoría del condicionamiento. Claro que, como lo hemos señalado, la investigación experimental ha cambiado con el paso de las décadas. Nuevas formas de llevar a cabo el moldeamiento (un ejemplo es el auto-moldeamiento), así como combinaciones específicas entre los programas de reforzamiento (por ejemplo los programas conjuntivos), se han desarrollado dentro de esta tradición experimental. Sin embargo, nos parece que dar cuenta de estos cambios en la metodología sólo

demanda el incluir nuevas flechas y puntos al grafo presentado, la complejidad de la metodología no parece ser un obstáculo para esta forma de representación.

A continuación presentamos este mismo grafo con la salvedad de que ahora los puntos son intercambiados por representaciones icónicas.

Grafo del Reforzamiento



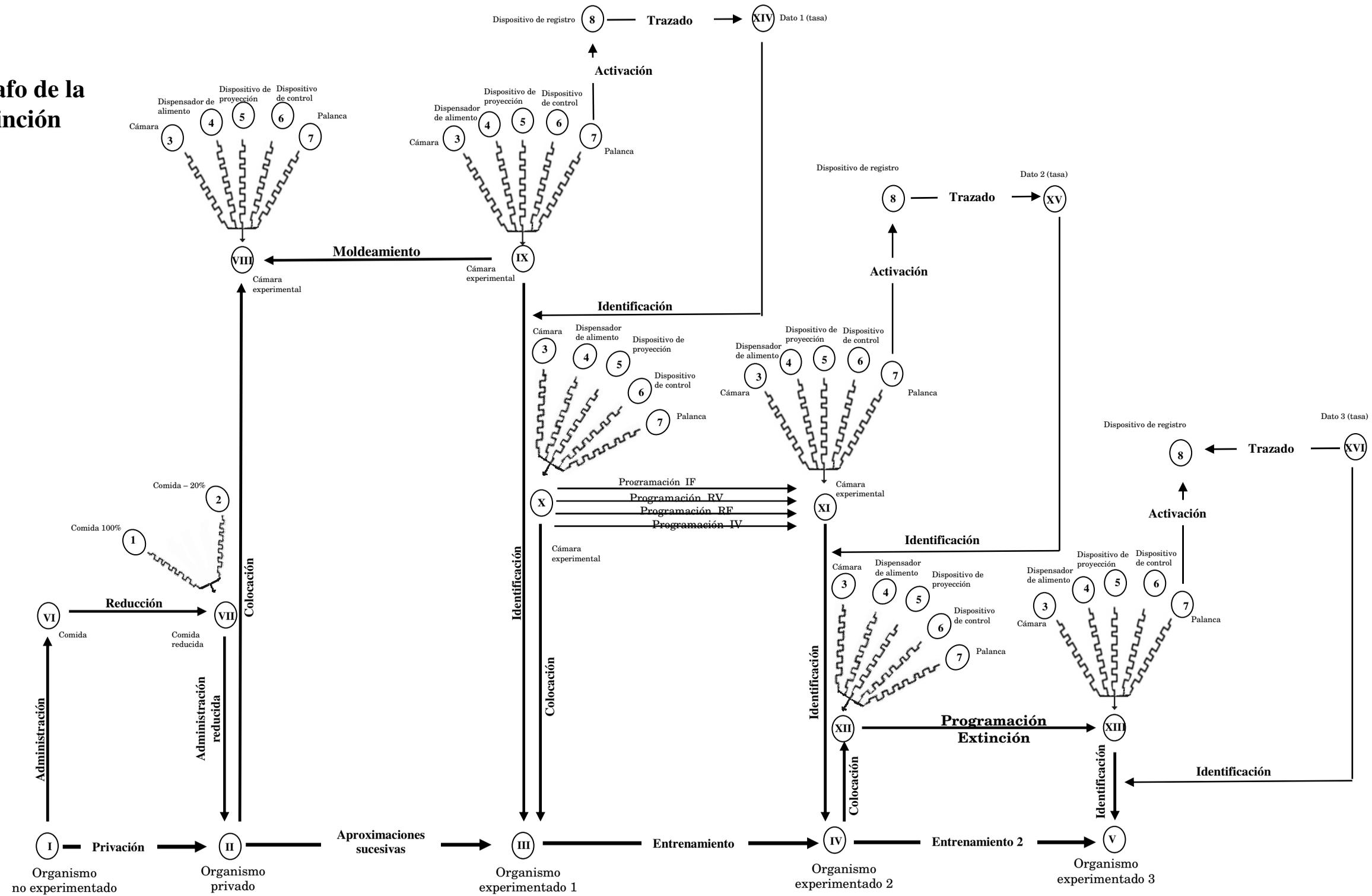
En el grafo anterior hemos substituido los puntos y sus estructuraciones por iconos. Esto dado que con fines didácticos parece mucho más accesible una representación que captura las intuiciones icónicas al representar la metodología entendida como la secuencia de acciones investigativas que transforman los objetos pertinentes.

Esta forma de representación, permite mostrar de forma más didáctica la manera en que se realizan las actividades investigativas que producen transformaciones en el organismo. Esto dado que en primer lugar, permite hacer visualmente evidente la secuencia de acciones: privación, aproximaciones sucesivas y entrenamiento, que progresivamente transforman al organismo. El cual cambia de una rata sin experiencia experimental a una rata entrenada. Adicionalmente permite mostrar la forma en que se coordinan los diferentes aparatos empleados en la investigación para la producción de los datos.

Una ventaja didáctica adicional es que esta representación permite tener una forma de capturar las diferentes etapas operativas por las que un estudiante debe pasar para, digamos, concluir con una practica de condicionamiento. Esto permite determinar de forma explicita los criterios de ejecución que deben cumplir los estudiante al avanzar por la ruta de acciones investigativas. Por ejemplo, para pasar a las aproximaciones sucesivas el estudiante previamente debió haber cumplido con la privación y así sucesivamente por el resto de las etapas. Al posibilitar la delimitación de criterios de ejecución para atribuir un avance en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, este modo de representación puede permitir acelerar el paso de un aprendiz a un experto, al no tener que ocupar tiempo innecesario en reiteraciones de procedimiento por una falta de claridad en los límites de las diferentes rutas investigativas (suposición basada en nuestra propia experiencia docente)

A continuación presentamos el grafo que representa la extinción dentro de la metodología de la teoría del condicionamiento.

Grafo de la extinción



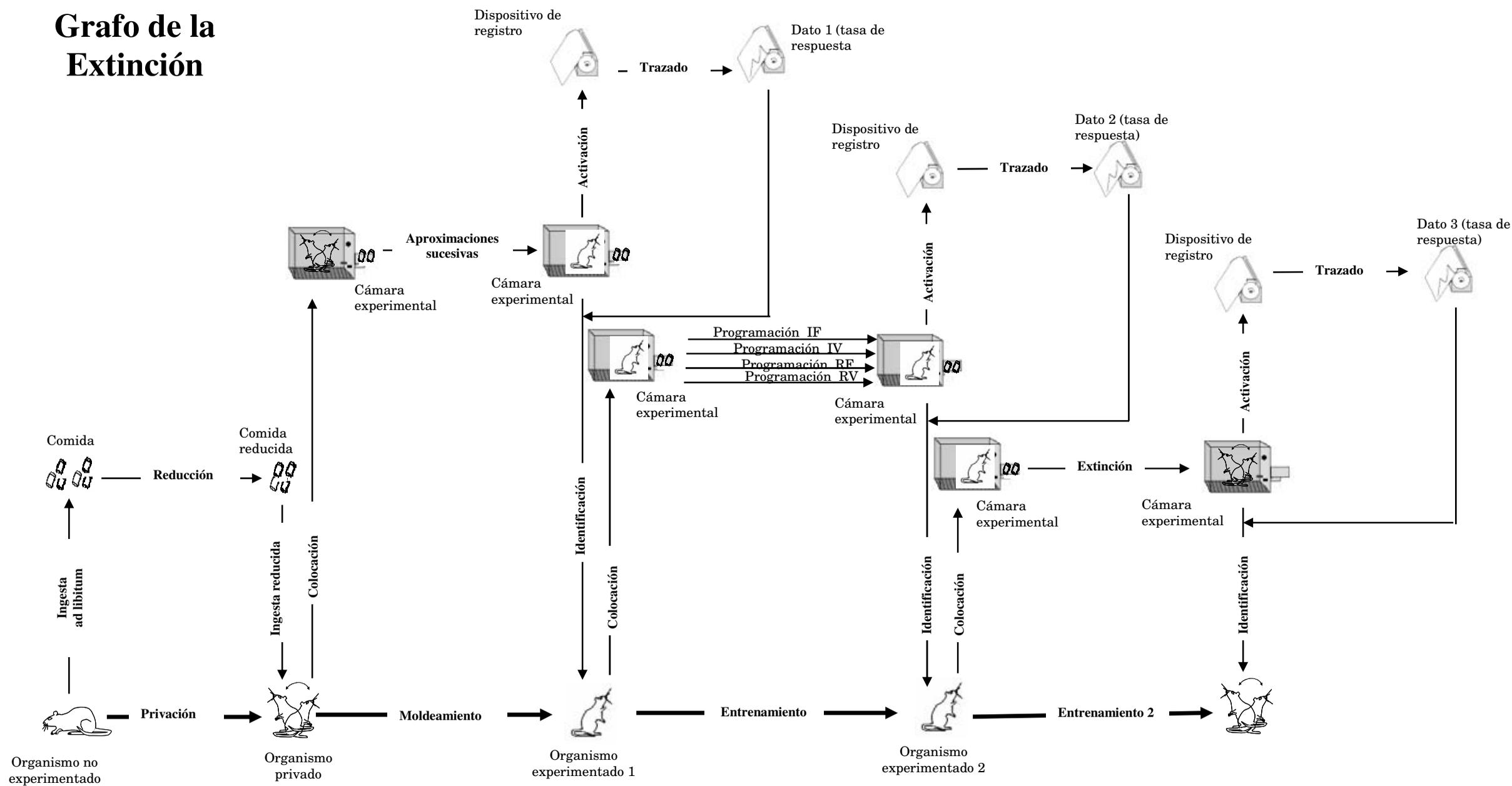
Como podemos ver, el grafo correspondiente a la extinción comparte todos los puntos y flechas con el grafo del reforzamiento, salvo la ruta que conecta el punto IV con el punto V y su respectiva ruta alternativa. Dado esto, en lo que sigue tan sólo detallaremos estas acciones investigativas y sus respectivos objetos.

El punto IV se conecta con el punto V, que representa al organismo experimentado 3, mediante la flecha denominada entrenamiento 2, dicho entrenamiento es detallado por la ruta alternativa $IV \rightarrow XII \rightarrow XIII \rightarrow V$ con lo cual representamos la colocación del organismo en la cámara experimental, la operación del programa de extinción y la identificación del organismo entrenado 3. La conexión entre los puntos 7, 8 en XII nos indica la activación del dispositivo de registro y el trazado de la curva (dato 3) con lo cual es posible identificar que ha cambiado el estado del organismo.

Esta presentación de la extinción en la metodología de la teoría del condicionamiento nos permite aseverar con mayor fuerza las posibilidades de aplicación de esta herramienta a situaciones experimentales más complejas dado que como hemos visto sólo es cuestión de insertar nuevos puntos y flechas.

De la misma forma en que hemos intercambiado los puntos por representaciones icónicas en el grafo del reforzamiento, en el siguiente grafo de la extinción procederemos de la misma forma.

Grafo de la Extinción



Nuevamente, en el grafo anterior hemos substituido los puntos y sus estructuraciones por iconos. Dado que este grafo icónico de la extinción contiene más elementos que el anterior grafo icónico del reforzamiento, sin que este incremento implique una perdida en la claridad de la representación, podemos pensar que aun cuando se aumente la complejidad de la metodología experimental, esta herramienta representacional puede mantener las virtudes didácticas señaladas anteriormente.

5. Consideraciones finales.

En el presente trabajo hemos hecho un recuento por el enfoque sintáctico y el enfoque semántico. Posteriormente, hemos sintetizado las representaciones estructuralistas de teorías científicas, para avanzar hacia la descripción de los grafos representacionales. A partir de este punto hemos señalado las diferencias y similitudes entre estas dos formas de representación, principalmente enfocándonos en las diferencias producto de la contrastación entre la actitud esencialista y la poblacional.

La aportación original del trabajo procede de la construcción de los grafos teóricos y metodológicos de la teoría del condicionamiento. Con esto hemos hecho un trabajo pendiente dentro de la agenda de las representaciones estructuralistas (Westmeyer, 1989). Con lo cual suponemos que hemos logrado dar un paso más hacia la demostración de la aplicabilidad de los modos de representación semi-formales en el entendimiento de las teorías empíricas.

El hecho de que el grafo de los aspectos teóricos muestre la existencia de dos sub-estructuras diferenciales, a saber, la de la base de datos y la teórica, permite mostrar que la herramienta de los grafos representacionales mantiene las intuiciones estructuralistas al tiempo que demuestra las virtudes, en específico la claridad, señaladas por Casanueva y Méndez (2004)

Adicionalmente, el esclarecimiento de la ruta inferencial, como un circuito conmutativo para caracterizar la explicación científica permite delimitar la participación conceptual de los diferentes términos T-teóricos constitutivos de la teoría.

Una aportación clave del presente trabajo es que se ha construido un modo de representación unificado para capturar tanto los aspectos teóricos como los metodológicos de la ciencia. Esto es esencial dado que constituye el punto de partida para establecer la vinculación entre los aspectos teóricos y prácticos de la ciencia representados con medios semi-formales. La importancia de esta vinculación se relaciona en primer lugar con la sugerencia hecha por Suppes (1988) sobre la posibilidad de un tratamiento uniforme para el experimento y la teoría, en segundo lugar con el proyecto general de caracterizar el dominio temático de las teorías del aprendizaje, tanto en los aspectos estructurales teóricos como metodológicos.

Un aspecto no señalado hasta este momento es que esta forma de representación de teorías científicas permite economizar el trabajo filosófico dado que el tiempo que se requiere para dibujar los grafos es considerablemente menor al que se requeriría trabajando con los enunciados conjuntistas, aunque debemos señalar que una vez hecho el grafo la traducción del mismo a los enunciados conjuntistas no presenta dificultades en principio.

Adicionalmente, hemos identificado que esta representación de la metodología tiene una serie de virtudes didácticas, principalmente nos referimos a la enseñanza de los aspectos metodológicos y la conducción de prácticas escolares de condicionamiento.

Finalmente, debemos señalar que el presente trabajo forma parte una obra en construcción. Esta representación desde la perspectiva de los grafos-representacionales constituye tan sólo el primer paso en la caracterización del dominio temático de las teorías del aprendizaje en psicología desde el enfoque poblacional. Proyecto que demandaría una labor similar a la que aquí hemos desarrollado pero ahora sobre los sistemas de Hull, Tolman, Kantor, entre otros. Así, aun cuando reconocemos que este es sólo el primer paso creemos con optimismo que se ha dado con el pie derecho.

Referencias:

- Balzer, W. Sneed, J. D. y Moulines, C. U. (2000). *Structuralist knowledge representation*. Atlanta: Rodopi
- Carnap, R. (1956- 1989) el carácter metodológico de los conceptos teóricos. En L. Olive y A. R. Pérez-Ransanz (Comp.) *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: UNAM y Siglo XXI editores.
- Casanueva, M. y Méndez D. (2004). *Los grafos (redes) representacionales y sus posibles dinámicas*. En prensa
- Casanueva, M. y Méndez D. (2005). *Poblaciones de modelos y dinámicas científicas*. En prensa
- Casanueva, M. (2006) *Tres aspectos de la racionalidad científica*. En prensa.
- Chakravartty, A. (2001). The semantic or model-theoretic view of theories and scientific realism. *Synthese*, 127, 325-345.
- Diederich, W. (1989). The development of structuralism. *Erkenntnis*, 30, 363-386.
- Diez, J. A. (2002) A program for the individuation of scientific concepts. *Synthese*, 130, 13-48.
- Echeverría, J. (1993).El concepto de ley científica. En *La ciencia: Estructura y desarrollo*. Madrid: Editorial Trotta.
- Echeverría, J. (1999) *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Madrid: Cátedra
- Espinoza, M. y Torretti, R. (2004). *Pensar la ciencia. Estudios críticos sobre obras filosóficas (1950-2000)*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Estany, A. (1993). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Crítica, Grijalbo: Barcelona.
- Ferreirós, J., y Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Crítica*, 34, 47-86
- Ferster, C. B. y Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New Jersey: Prentice-Hall.

- Giere, R. N. (1988). *Explaining Science: A cognitive approach*. Chicago: University of Chicago.
- Hacking, I. (1983- 2001). *Representar e intervenir*. México: IIF-UNAM y Paidós.
- Hempel, C., G. (1950). Problemas y cambios en el criterio empirista del significado. En A. J. Ayer (Comp.) (1986). *El positivismo lógico*. México: FCE.
- Hempel, C., G. (1953). Studies in the logic of explanation. En H. Feigl y M. Brodbeck. *Readings in the philosophy of science*. Nueva York: Appleton-Century-Crofts.
- Hempel, C. G. (1973-1989). El significado de los términos teóricos: una crítica de la concepción empirista estándar. En L. Olive y A. R. Pérez-Ransanz (Comp.) *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: UNAM y Siglo XXI editores.
- Keller F. S. (2002) *La definición de la psicología*. Trillas: México
- Moulines, C. U. (1979). ¿Qué hacer en filosofía de la ciencia? Una alternativa en catorce puntos. *Crítica*, XI, 51-85
- Moulines, C. U. (2002). Introduction: structuralism as a program for modelling theoretical science. *Synthese*, 130, 1-11.
- Nagel, E. (1961). *The structure of science*. Routledge and Kegan Paul: London.
- Otero, (1977). *Filosofía de la ciencia hoy: dos aproximaciones*. Cuadernos de humanidades- UNAM.
- Putnam, H. (1962-1989). Lo que las teorías no son. En L. Olive y A. R. Pérez-Ransanz (Comp.) *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: UNAM y Siglo XXI editores.
- Reizenstein, R. (2000). Wundt's three-dimensional theory of emotion. En W. Balzer, J. D. Sneed, y C. U. Moulines (Ed). *Structuralist knowledge representation*. Atlanta: Rodopi.
- Reynolds, G. S. (1968). *A primer of operant conditioning*. Illinois: Scott, Foresman and Company.
- Shapere, D. (1965-1989). El problema de los términos teóricos. En L. Olive y A. R. Pérez-Ransanz (Comp.) *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: UNAM y Siglo XXI editores.

- Skinner, B. F. (1938-1979). *Conducta de los organismos*. Barcelona: Fontanella.
- Suárez, M. (2005) The semantic view, empirical adequacy, and application. *Crítica*, 37, 29-63.
- Suppes, P. (1988). *Estudios de Filosofía y metodología de la ciencia*. Madrid: Editorial Alianza.
- Van Fraassen, B. C. (1970). On the extension of Beth's semantics of physical theories. *Philosophy of science*, 325-339.
- Van Fraassen, B. C. (1997). *La imagen científica*. México: IIF-UNAM
- Westmeyer, H. (1989). *Psychological theories from a Structuralist point of View*. Springer-Verlag.