

MESA REDONDA SOBRE "LOS MODELOS EN LA PSICOLOGIA CONTEMPORANEA"

(Septiembre 30 de 1971).

LA FUNCION DE LOS MODELOS EN LA EXPLICACION CIENTIFICA

ALFREDO ARDILA

Universidad Javeriana, Bogotá

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es tratar de clarificar el sentido de "modelo" dentro de la ciencia, considerando las relaciones que guarda tanto con el cuerpo teórico como con los datos empíricos, dentro de la construcción científica.

Mucho se habla en psicología contemporánea de "modelos" de aprendizaje, de personalidad, de percepción, etc. Sin embargo, con frecuencia se pasa por alto el alcance y el papel real que tienen ellos dentro de la explicación psicológica. ¿Qué beneficio logra estrictamente una teoría cuando utiliza uno o varios modelos para representar sus relaciones? Sería una pregunta que lícitamente podríamos formular ¿Qué alcance "explicativo" tiene un modelo determinado dentro de la ciencia, y cuáles son sus relaciones con los datos empíricos y el cuerpo teórico? Serían problemas sin cuya solución previa no podríamos situar adecuadamente el concepto de "modelo" dentro de la explicación científica.

El presente trabajo intenta abordar estos problemas en forma general. No está destinado a considerar los modelos psicológicos en especial, sino a situar el concepto de "modelo" dentro de la explicación científica en general. Consecuentemente, las referencias a modelos psicológicos serán hechas solo de paso y en forma breve. Tal tema está reservado y será considerado en detalle en los trabajos siguientes.

Sin embargo, antes de entrar en detalle al problema de los modelos dentro de la explicación científica, se hace necesario hacer una revisión rápida de la estructura y elementos que componen una teoría científica. Consecuentemente, abordaremos en forma sintética este tema en primer lugar, para posteriormente analizar las funciones de los modelos y sus relaciones con el cuerpo teórico de la ciencia. Finalmente, se tratará de revisar las dificultades que acarrea el empleo de modelos, para terminar haciendo una remisión del problema de los modelos a la psicología.

ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE UNA TEORÍA CIENTÍFICA

Marx (1963) considera que el término "teoría" ha sido empleado en la ciencia contemporánea en cuatro sentidos diferentes:

1. En su forma más general, se emplea el término "teoría" para referirse a cualquier proceso formalizado o conceptual, en contraste con los datos puramente empíricos.

2. "Teoría" ha sido empleado para referirse a cualquier principio explicatorio generalizado: generalmente estableciendo la relación funcional entre variables.

3. "Teoría" se ha empleado para referirse a un grupo de leyes lógicamente organizadas (relacionadas deductivamente).

4. En un sentido más limitado, "teoría" se ha empleado simplemente para designar un conjunto de proposiciones ordenatorias en una forma esencialmente descriptiva, para el conjunto de leyes desarrolladas empíricamente dentro de determinado campo de la actividad científica.

La primera forma señalada de emplear tal término ("cualquier aspecto formalizado o conceptual") es claramente limitativo. Pasa por alto todos los procesos inferenciales e inductivos con los que intenta organizar los datos empíricos. Es decir, deja de lado las relaciones existentes entre los datos empíricos y los principios conceptuales, e ignora la forma en que debe relacionarse tales principios.

La segunda forma de empleo señalada ("principio explicatorio generalizado que establece relación entre variables") se acerca más al problema de la relación entre datos empíricos y enunciados científicos. Sin embargo, si las variables enunciadas en tal relación funcional están más cerca de términos empíricos, entonces el nombre de "ley" sería más

apropiado; pero si las variables son más de tipo abstracto y menos empírico, estaremos más cerca del concepto de "hipótesis". Una teoría debe enlazar lógicamente cierto número de hipótesis que hayan logrado determinado grado de confirmación o aceptabilidad científica.

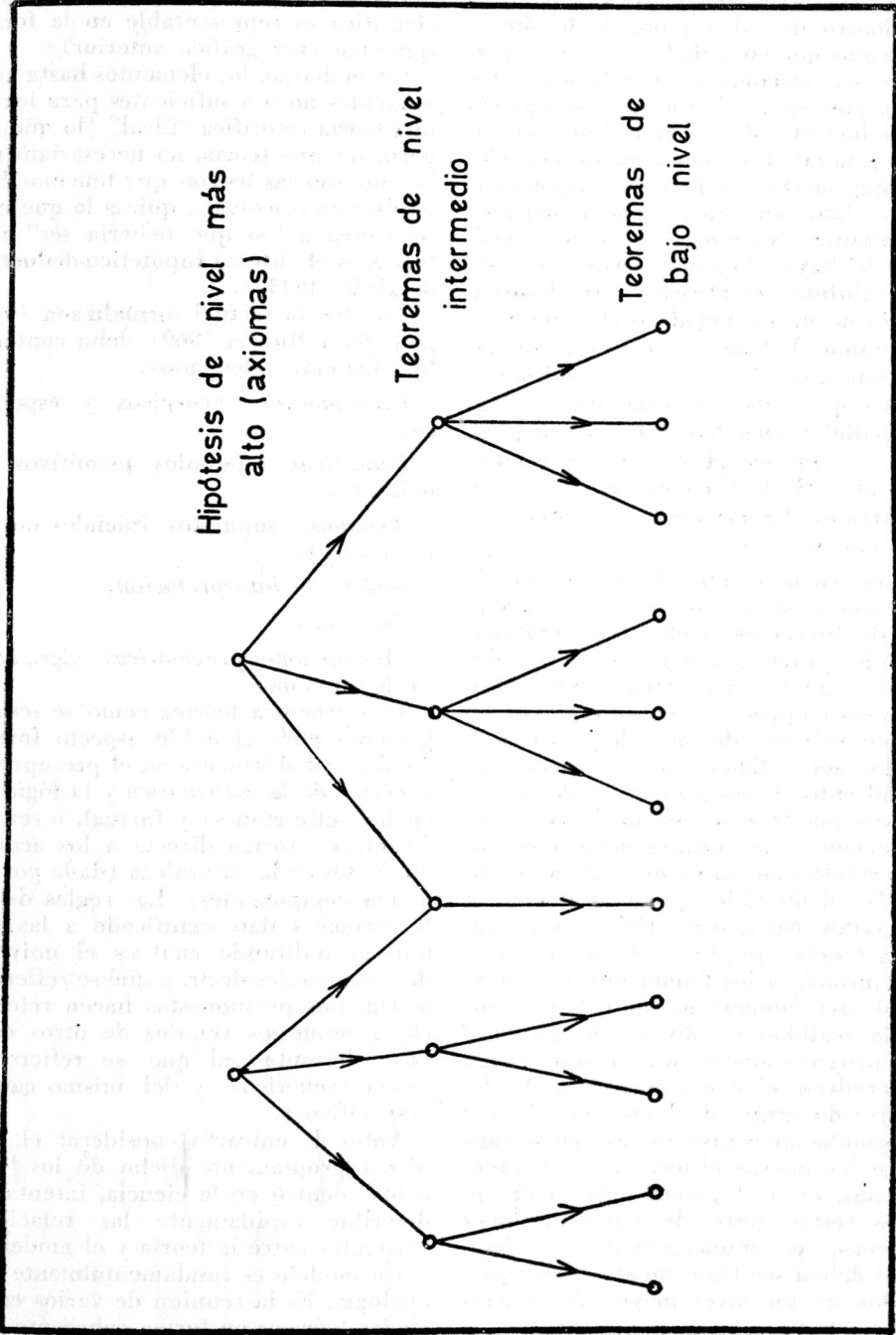
El tercer uso señalado ("grupo de leyes lógicamente organizadas") parece ser el preferido dentro de las ciencias más avanzadas, como la física. Tal empleo del término "teoría" se acerca mucho más al concepto en psicología de "sistema" (conjunto de proposiciones teóricas y principios metodológicos que intentan dar cuenta de determinado grupo de fenómenos, V. gr.: psicoanálisis, conductismo, etc.).

La cuarta acepción ("conjunto de proposiciones ordenatorias de una forma esencialmente descriptiva para el conjunto de leyes desarrolladas empíricamente") enfatiza el aspecto empírico y disminuye la importancia de la inferencia y la postulación de principios generales alcanzables en un proceso inductivo. Tiende pues a ignorar los enunciados de más alto nivel (de mayor grado de generalidad pero más alejados de los datos empíricos) dentro de la estructura de la teoría.

Por lo tanto, las cuatro acepciones que se podrían encontrar para el término "teoría", parecen ser adecuadas dentro de ciertos límites, aunque todas ellas tienden a ser restrictivas en algún sentido. Quizás la tercera y cuarta acepciones sean las más aceptables.

Intentaremos pues una clarificación ulterior del concepto de teoría dentro de la ciencia.

A medida que avanza la investigación científica es posible descubrir progresivamente relaciones entre hipótesis que en un principio permanecían aisladas. Tales relaciones permiten enlazar y dar coherencia a enunciados hipotéticos que intentaban dar cuenta de ciertos datos



empíricos. Al alcanzar este agrupamiento dentro de tal sistema de hipótesis, logramos que enunciados que antes permanecían aislados y sin relación entre sí, se muestren coherentes y lógicamente deductibles de un enunciado mucho más general. Esto nos permite considerar que ciertos enunciados hipotéticos sobre datos empíricos (que podríamos denominar "teoremas de bajo nivel" cuando hayan logrado cierto grado de aceptabilidad científica) sean desprendibles de un enunciado más general (y podríamos hablar de "teoremas de nivel intermedio"); a su vez, podríamos pensar que tales "teoremas de nivel intermedio" fuesen deductibles de un principio mucho más general, y por lo tanto más alejado de los datos empíricos (y podríamos hablar de las hipótesis de más alto nivel o "axiomas").

Consecuentemente, la estructura de una teoría estará compuesta de enunciados de diferentes niveles de generalidad (y que progresivamente se alejan del nivel empírico. Las deducciones sobre aspectos empíricos se harán con base en los enunciados de más bajo nivel y menor generalidad. Las consecuencias de tal enfrentamiento con los datos empíricos puede a su vez modificar tales enunciados que eventualmente conlleve a la reformulación de otros de más alto nivel), deductibles progresivamente y enlazados lógicamente. Debe por lo tanto la teoría cumplir el doble requisito de ajustarse a los fenómenos de la realidad (ser enunciados sobre fenómenos de la realidad de niveles de generalidad progresivamente mayores, ser capaz de predecir el comportamiento de determinado grupo de fenómenos, lograr reformulaciones progresivas que se ajusten a las nuevas observaciones y experiencias, etc.) y poseer coherencia interna (estar libre de contradicciones internas, los enunciados de más bajo nivel deben ser lógicamente deductibles de los de un nivel mayor de generalidad, etc.).

Podríamos pues pensar que una teoría científica es representable en la forma siguiente (ver gráfico anterior):

Sin embargo, los elementos hasta aquí señalados no son suficientes para lograr una teoría científica "ideal" [lo que debería ser una teoría, no necesariamente los que son las teorías que tenemos hoy en día; en psicología, quizás lo que más se acerca a "lo que debería ser" una teoría es el sistema hipotético-deductivo de Hull (1943)].

Una teoría factual formalizada (y siguiendo a Bunge, 1969) debe contener los siguientes elementos:

Presupuestos (genéricos y específicos).

Primitivas (símbolos primitivos no definidos).

Axiomas (supuestos iniciales no demostrados).

Reglas de interpretación.

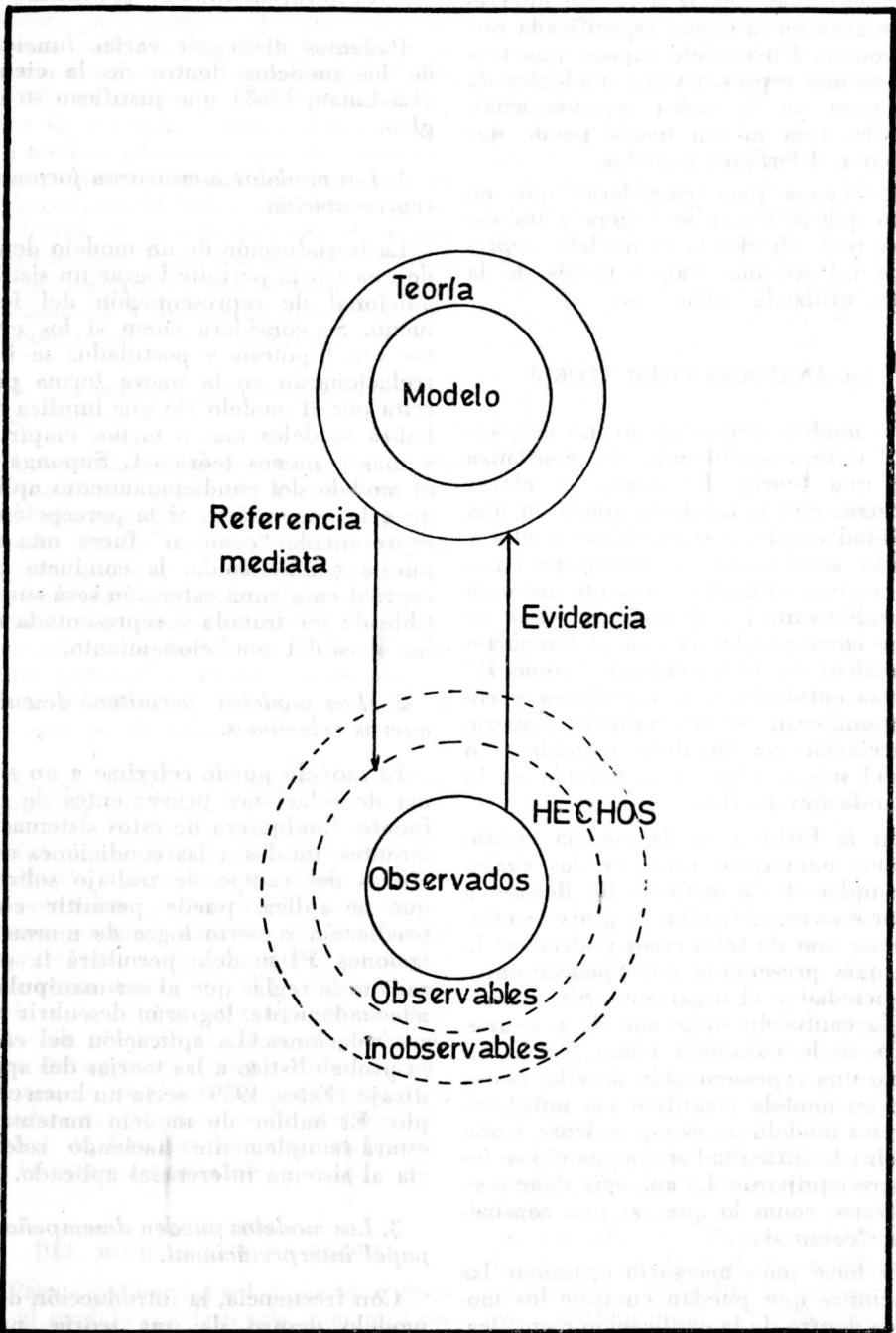
Teoremas.

Convenciones pragmáticas (v.gr., acerca de unidades).

La estructura teórica como se señala, presenta pues el doble aspecto formal (dado probablemente en el presupuesto genérico de la matemática y la lógica, y en las definiciones) y factual, o sea referente en forma directa a los acontecimientos de la naturaleza (dado por los demás componentes). Las reglas de interpretación dan significado a las primitivas indicando cual es el universo del discurso, es decir, a qué se refiere la teoría. Los presupuestos hacen referencia a supuestos venidos de otros campos diferentes al que se refiere la teoría (genéricos) y del mismo campo (específicos).

Antes de entrar a considerar el problema propiamente dicho de los "modelos" dentro de la ciencia, intentamos describir rápidamente las relaciones existentes entre la teoría y el modelo.

Un modelo es fundamentalmente una analogía. Es la reunión de varios enunciados teóricos en forma coherente y la



representación "como si..." se interrelacionaran en la forma especificada por el modelo. Un modelo supone una teoría; es una representación analógica de ella pero *no* la única representación posible. Una misma teoría puede dar origen a diferentes modelos.

Podríamos pues considerar que en tanto que la teoría *se refiere* a un sistema real (hechos), el modelo *representa* tal sistema real, a través de la teoría utilizada como base.

LA ANALOGIA COMO TEORIA

Un modelo generalmente no despierta el mismo sentimiento de confianza que una teoría. La razón es clara: mientras que la teoría se apoya en una realidad empírica refiriéndose a ella y siendo susceptible de reformulaciones progresivas, el modelo presenta una considerable cantidad de contenido que no tiene correspondencia con el fenómeno empírico; es el considerar "como si" ciertas entidades se comportaran y correspondieran de determinada manera. Su relación con los datos empíricos no es del mismo tipo de la hallada en la formulación teórica.

En la historia de la ciencia encontramos numerosos casos en los cuales el empleo de la analogía ha llegado a crear enorme dificultad y graves confusiones; uno de tales casos podría ser la analogía presentada por Spencer entre la sociedad y el organismo. Sin embargo, la confusión surge cuando a la analogía se le considera como teoría, no como una representación de ella. No es que un modelo científico sea inútil; es que un modelo no es equivalente a una teoría; la dificultad surge cuando se les quiere equiparar. La analogía debe considerarse como lo que es: una construcción "como si...".

Se hace pues necesario examinar las funciones que puedan cumplir los modelos dentro de la explicación científica.

FUNCIONES DE LOS MODELOS

Podemos distinguir varias funciones de los modelos dentro de la ciencia (Lachman, 1963) que justifican su empleo.

1. *Los modelos suministran formas de representación.*

La introducción de un modelo dentro de una teoría permite lograr un sistema adicional de representación del fenómeno. Se considera como si los eventos y/o hipótesis y postulados se interrelacionarán en la nueva forma prescrita por el modelo (lo que implica que habrá modelos más o menos empíricos y más o menos teóricos). Supongamos el modelo del condicionamiento aplicado a la percepción; si la percepción es representada "como si" fuera una respuesta condicionada, la conducta perceptual en alguna extensión será susceptible de ser tratada y representada con las leyes del condicionamiento.

2. *Los modelos permiten descubrir nuevas relaciones.*

El modelo puede referirse a un sistema de relaciones provenientes de otra fuente. Cualquiera de estos sistemas diferentes, unidos a las condiciones específicas del campo de trabajo sobre el que se aplica, puede permitir cierta predicción y cierto logro de nuevas relaciones. El modelo permitirá la utilización de reglas que al ser manipuladas adecuadamente, lograrán descubrir nuevas relaciones. La aplicación del cálculo probabilístico a las teorías del aprendizaje (Estes, 1959) sería un buen ejemplo. El hablar de modelo matemático estará simplemente haciendo referencia al sistema inferencial aplicado.

3. *Los modelos pueden desempeñar un papel interpretacional.*

Con frecuencia, la introducción de un modelo dentro de una teoría, puede

permitir clarificar (señalando cómo se pueden interpretar) determinados aspectos incluidos en ella. Dentro de la teoría estadística del aprendizaje (Estes, 1959) encontramos el modelo del muestreo de estímulos (stimulus-sampling); tal modelo adicional funciona como una interpretación posible de los términos teóricos considerados. Es decir, indica la forma de cuál podría ser el camino posible para la aplicación de la teoría, permitiendo a su vez descubrir nuevos parámetros y haciendo más inteligible el cuerpo teórico considerado.

4. Los modelos permiten reorientar la investigación.

Los modelos pueden ser útiles en la deducción de relaciones y consecuencias que nos permite o bien predecir qué puede suceder en una situación experimental o bien qué podría suceder en los casos en los cuales la experimentación se hace excesivamente compleja o imposible. Es decir, un modelo puede tener utilidad en el trabajo investigativo, al señalar al menor parcialmente, la vía que puede seguir ésta.

5. Los modelos permiten una representación pictórica.

Tal vez el sentido más frecuente que se le da al modelo, se refiere a la representación pictórica de la teoría o cuerpo teórico. Seguramente, aunque tal representación de una teoría no garantiza nada acerca de ella, sí puede ser útil en las etapas iniciales de la construcción teórica. El átomo de Bohr podría ser un buen ejemplo de tal empleo dentro de la física. Tal representación puede además cumplir la función adicional de facilitar la comprensibilidad de la teoría en cuestión.

RELACION DEL MODELO CON LA TEORIA

Para clarificar las relaciones que guarda el modelo con la teoría, tomemos co-

mo punto de partida la estructura de teoría expuesta anteriormente.

Hablamos entonces de un *modelo conceptual* en caso de que tal modelo constituya una posible interpretación de una teoría abstracta (sin interpretar; o sea una teoría cuyas primitivas no tienen correlatos o tales correlatos son simplemente conceptuales) considerando que los símbolos primitivos correspondan a conceptos existentes en algún contexto teórico pero sin poseer referencia real (Bunge, 1969). Es decir, el modelo conceptual será la interpretación de la teoría abstracta dada con base en conceptos que pertenecen a una teoría no abstracta. El formalismo matemático de una teoría física es un modelo conceptual de la teoría abstracta subyacente.

Si consideramos la teoría abstracta y atribuimos a sus primitivas una significación factual, en virtud de lo cual se convierten en predicados no formales (relativos por ejemplo a propiedades físicas), nos hallamos ante un *modelo factual*. Las primitivas quedarán interpretadas en esta forma y habremos logrado un modelo factual (que se refiere en una u otra forma a datos empíricos) de tal teoría formal. Las interpretaciones físicas de la teoría matemática de la mecánica de los cuanta, serán modelos factuales de tal teoría.

Podremos además de considerar los casos en los cuales aparecen modelos conceptuales o factuales más o menos puros, hablar de *modelos mixtos* o teorías semi-interpretadas, algunos de cuyos predicados representan propiedades reales mientras que los demás no reciben significación empírica; estas variables reciben entonces una interpretación matemática (conceptual). Tales teorías semi-interpretadas (modelos mixtos) se caracterizan generalmente por el predominio de las variables conceptualmente interpretadas sobre las primitivas de interpretación factual. La teoría de la información, aplicable a cualquier sistema abierto desde el radar hasta el

organismo, podría ser un ejemplo de este grupo.

Hasta ahora nos hemos referido exclusivamente a *modelos teóricos*; todos hacen referencia a construcciones que intentan representar una teoría. Sin embargo, un sistema real puede servir como representación de una teoría en cuyo caso podríamos hablar de *modelos materiales*. Un sistema de conexiones eléctricas puede considerarse como un modelo material o análogo físico del cálculo proposicional, y por lo tanto servir de modelo auxiliar.

Resumiendo brevemente las relaciones principales existentes entre el modelo y la teoría, podremos decir que el modelo constituye una interpretación de tal teoría. Para lograr tal interpretación podremos buscar la ayuda de otros sistemas teóricos, en cuyo caso hablamos de modelos teóricos, que nos acercan más o menos a los fenómenos empíricos (hablaremos entonces de modelos factuales, mixtos o conceptuales). Sería posible también utilizar analogías físicas para la interpretación de una teoría, en cuyo caso hablaremos de modelos materiales.

PELIGROS DE LOS MODELOS

Naturalmente, el empleo de modelos en la explicación científica implica ciertas dificultades que se hace necesario tener presentes. Podríamos señalar brevemente las principales de ellas (Chapanis, 1963).

1. *Los modelos pueden llevar a sobre-generalización.*

El empleo de un modelo puede conllevar no ya al descubrimiento de nuevas relaciones, sino al adjudicar *per se* a la teoría las relaciones señaladas por el modelo. Puede pues hacernos pensar que no es el modelo el que debemos ajustar a la teoría, sino la teoría al mo-

delo. No es difícil encontrar casos en los cuales las deducciones del modelo son aplicadas abusivamente a la teoría sin tener en cuenta que el modelo constituye simplemente una representación de ella.

2. *La relación entre variables puede ser incorrecta.*

Las relaciones funcionales entre variables asumidas por el modelo, pueden no ajustarse a las existentes en el fenómeno; el modelo puede constituir un primer paso para abordarlas, pero posteriormente puede aparecer inadecuado, y por lo tanto necesario de ser superado. Sin embargo, el modelo puede mostrarse desorientador en el manejo de las variables en cuestión, convirtiéndose más en un lastre que en una herramienta de ayuda. El mismo planteamiento hecho para las variables sería válido para las constantes eventualmente supuestas en el modelo.

3. *Frecuentemente los modelos no son validados.*

Se supone que el modelo constituye una analogía que se ajusta a la representación de una teoría. Sin embargo, tal supuesto no siempre es suficientemente puesto a prueba. Se trata simplemente de la adecuación del modelo. El no ser suficientemente críticos en este punto ha llevado algunas veces a la proliferación inútil de los modelos sobre una misma teoría.

LOS MODELOS EN PSICOLOGIA

Para terminar este análisis sucinto del papel de los modelos dentro de la ciencia, trataremos de referir el problema de los modelos a la psicología.

Dentro de la elaboración teórica de la psicología, es posible encontrar modelos provenientes de diversas fuentes; para

referirnos solo a un "sistema" dentro de la explicación psicológica, diremos que en el psicoanálisis es posible encontrar diversos modelos provenientes de la física, la fisiología, la biología, etc. (y quizás fuese posible considerar al psicoanálisis en su conjunto más como un modelo que como una teoría); quizás toda la polémica alrededor del concepto de "instinto" que se mantuvo en la psicología a comienzos del siglo, obe-

dezca al intento de tomar ciertos modelos como teorías explicatorias.

En los últimos años hemos llegado a la elaboración de nuevos modelos, esta vez principalmente de tipo matemático, que intentan representar desde la conducta de una rata en la caja de Skinner, hasta la dinámica de la interacción social en un grupo complejo.

Queda planteada la evaluación de tales modelos...

BIBLIOGRAFIA

- BUNGE, M. *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Trad. de M. Sacristán. Buenos Aires: Ariel, 1969.
- CHAPANIS, A. Men, Machines and Models. En M. Marx (Ed.) *Theories in contemporary psychology*. New York: MacMillan, 1963, pp. 104-129.
- ESTES, W. K. The statistical approach to learning theory. En: S. Koch (Ed.) *Psychology: a study of a science*. New York: McGraw-Hill, 1959.
- HULL, C. *Principles of behaviour*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1943.
- LACHMAN, R. The Model in Theory Construction. En M. Marx (Ed.) *Theories in contemporary psychology*. New York: MacMillan, 1963, pp. 78-89.
- MARX, M. The General Nature of Theory Construction. En: M. Marx (Ed.) *Theories in contemporary psychology*. New York: MacMillan, 1963, pp. 4-46.