



En el primero, una espiral de alambre es acercada a un imán, lo cual genera una corriente en el alambre. En el segundo, un imán es introducido dentro de una espiral inmóvil. Nuevamente, se genera una corriente en el alambre. Uno de estos efectos se explica por referencia al éter, mientras el otro no. Ciertamente, dice Einstein, los experimentos son perfectamente simétricos. Si no es necesario apelar a la hipótesis del éter en uno de ellos, tampoco lo es en el otro. El concepto de éter puede ser desterrado de la ontología de nuestra Región Tres.

### TÓPICO DE APRENDIZAJE: EXPERIMENTANDO EN LA REGIÓN TRES

#### 1) Experimento de manipulación a la Boyle:

- a- Comprobar hipótesis sobre estados imperceptibles del mundo manipulándolos indirectamente para producir un efecto perceptible.
- b- Esto requiere una hipótesis fuerte que conecte manipulaciones mecánicas (o eléctricas) a efectos mecánicos (o eléctricos).

#### 2) Experimento mental a la Galileo:

- a- Imaginar que se lleva a cabo un experimento para comprobar hipótesis sobre entidades y procesos de la Región Tres.
- b- En casos relevantes el 'experimento' muestra que algunos conceptos aparentemente importantes son dispensables y que no debe presuponerse que aquello a lo que refieren exista.

### CONCLUSIÓN

La tesis del realismo científico de que efectivamente tenemos acceso a aquellas regiones del mundo que son imperceptibles. Hemos distinguido entre aquellos que son imperceptibles de hecho (Región Dos) y aquellos que son imperceptibles por principio (Región Tres). La física en particular, parece extender la *umwelt* humana a través de la Región Dos hasta la Región Tres. Sin embargo, si esta extensión ha de ser más que 'sólo otro cuento', debe haber un conjunto de procedimientos para evaluar y distinguir entre relatos mejores y peores con respecto a la tarea científica de adquirir conocimiento y de desarrollar técnicas eficaces de manipulación. Hay por lo menos dos posibilidades para justificar la extensión de la *umwelt* humana más allá de los límites de lo perceptible. Una fue

instaurada por Boyle, y dependía de la manipulación experimental de estados inobservables de cosas. La otra fue explotada con gran destreza por Galileo y Einstein, y dependía del uso de experimentos mentales combinados con intuiciones tendientes a la simetría y la simplicidad, para eliminar o agregar conceptos a nuestras más profundas concepciones sobre el mundo material. ¿Qué tipos de fenómenos abarca el dominio que queremos explorar y comprender? ¿Cómo podemos pensar de modo disciplinado sobre regiones del mundo que no podemos percibir? Responder estas preguntas nos lleva al corazón del método científico.

### CAPÍTULO 3. COMPRENDIENDO EL MÉTODO CIENTÍFICO

La *ontología* es el catálogo de entidades cuya existencia está presupuesta en todos los aspectos del desarrollo de una ciencia. Si estos son los tipos de entidades que estamos estudiando, esta es la clase de cosas que podemos llegar a conocer sobre ellas. Los medios por los que vamos a obtener este conocimiento constituyen la metodología de la ciencia en cuestión. Los filósofos reflexionan sobre el valor y el estatus de las afirmaciones de conocimiento hechas por aquellos que hacen uso de esta o aquella tecnología. Lo obtenido a partir de estas reflexiones es la epistemología de la ciencia.

En este capítulo emprenderemos una investigación más exhaustiva y detallada del modo en que los presupuestos ontológicos, metodológicos y epistemológicos efectivamente se manifiestan las prácticas de una comunidad científica.

**La ontología de una ciencia se ve reflejada en los sistemas de conceptos que son usados para clasificar las entidades de las que se ocupa. Esta clasificación se basa en una taxonomía, un sistema ordenado de conceptos por (para o en el) el que clases, tipos, grupos y géneros son definidos. La ontología de una ciencia también se ve reflejada en modos en que las teorías son creadas y puestas a prueba. La construcción de teorías y la comprobación de hipótesis se asientan sobre un sistema de modelos y metáforas, patrones de analogía a través de los cuales los conceptos son modificados y extendidos a otros dominios.**



**SECCIÓN 1**

**DESCRIBIR Y CLASIFICAR**

El clasificar es fundamental en todo lo que hacemos. El uso de conceptos generales establece un marco para guiar la experiencia. Los lógicos también se ocupan de clases que, aun cuando estén bien definidas, no contienen miembros. Una palabra general como 'unicornio' no contiene nada en un dominio donde encontramos entidades tales como vacas y burros. En esta breve introducción a los procedimientos clasificatorios no nos ocuparemos de las clases vacías.

**EL ROL DE LOS CONCEPTOS EN LA CLASIFICACIÓN**

El gran filósofo del siglo XVIII-Immanuel Kant dijo una vez: "Los conceptos sin sensaciones son vacíos; las sensaciones sin conceptos son ciegas".

Las sensaciones corporales por sí mismas, sean éstas visuales, auditivas, táctiles o pertenecientes a otras modalidades sensoriales, no son suficientes para brindarnos un mundo de fenómenos naturales.

En los comienzos de los programas de investigación científica en psicología, este punto es de gran importancia.

La psiquiatría hoy despliega un sistema de conceptos para clasificar las enfermedades mentales. Todos nosotros, insertos en la cultura occidental, hemos recitado algo de este vocabulario, y concebimos maneras inusuales de pensar y actuar en términos de interpretaciones no del todo acertadas de conceptos psiquiátricos técnicos tales como 'maníaco', 'esquizofrénico', 'síndrome de fatiga crónica', 'enfermedad de Alzheimer', etcétera.

Las taxonomías científicas evolucionan a partir de, e interactúan con, taxonomías populares, esto es, modos tradicionales y propios del sentido común de poner orden en la multitud de objetos, eventos y procesos con los que nos topamos en la vida cotidiana.

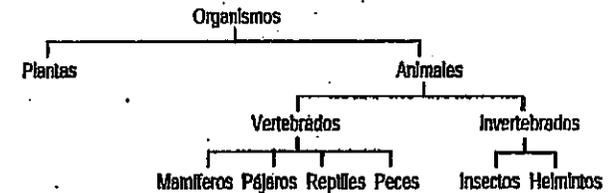
**SISTEMAS JERÁRQUICOS DE CLASIFICACIÓN**

Cada una de las ciencias naturales ha desarrollado una taxonomía, un sistema de conceptos para clasificar, de manera bien ordenada, los ítems correspondientes a su particular dominio. Los géneros están jerárquicamente ordenados en grupos mayores llamados 'órdenes', los que, a su vez, están agrupados en 'clases'. Estos sistemas de clasificación fijan el ámbito de fenómenos que definen el dominio de

Investigación de cada una de las ciencias. Expresan ontologías. Llamaremos 'nodos' los puntos de ramificación. Este es un mero fragmento tosco y obsoleto del vasto edificio de las categorías zoológicas y botánicas actualmente en uso. Sin embargo, ilustra la estructura jerárquica de los sistemas clasificatorios.

Figura 3.1

Representación arbórea de un sistema clasificatorio



Si tomamos alguna subclase y recorremos hacia arriba jerarquía, pasamos desde la categoría más específica en el punto comenzamos hacia la superclase más general en el ápice. El subtipo más bajo en este ejercicio hereda todas las características de aquellos arriba de él en la jerarquía.

Si leemos verticalmente una tabla como esta obtenemos las superclases y sus subclases mutuamente dependientes. Si leemos la tabla horizontalmente, vemos que cada hilera en la jerarquía comprende 'todas las criaturas desde las más grandes hasta las más pequeñas'.

En la psicología cognitiva asumimos que la mayoría de las personas recuerdan eventos de la misma manera, mientras aceptamos que aquello que cada persona recuerda será ciertamente diferente, aun cuando se trate del mismo evento histórico.

**LAS BASES DE LAS DISTINCIONES DE CLASES**

Cuando usamos distinciones de clases podemos atender a diversos aspectos de aquello que va a ser un ejemplar de una clase. En nuestros usos cotidianos de tipologías hay implícitas dos distinciones fundamentales: por un lado, la distinción entre la intensión y la extensión de una clase o grupo, y, por otro, la distinción entre las esencias reales y nominales de los tipos o clases.



## LA DISTINCIÓN INTENSIÓN/EXTENSIÓN

La intensión, de una clase comprende los atributos que cada uno de sus miembros comparte con todos los demás. Entre estos atributos encontramos las características que definen la pertenencia a la clase, esto es, las condiciones necesarias y suficientes que deben ser satisfechas por algún individuo para contar como miembro de una clase o como una instancia. Así, todas las ovejas tienen lana, pezuñas hendidas, etcétera. La extensión de una clase consiste en la totalidad de los miembros de alguna clase: las ovejas del rebaño de Polifemo, el cíclope con el que Ulises y sus hombres se toparon, etcétera.

*La intensión varía inversamente respecto de la extensión.*

La intensión de una clase, tipo o grupo consiste de los atributos que un candidato debe poseer para ser considerado miembro. Las características que son comunes a todos los miembros pero que no forman parte del criterio de pertenencia a la clase se denominan 'propias'.

## ESENCIAS NOMINALES Y REALES

Desde el siglo XVII, se planteó un modo aparentemente simple y poco controvertido de determinar la pertenencia de un elemento a una clase fue cuestionado, o por lo menos los elementos presupuestos para su determinación fueron explicitados.

La distinción clave era aquella entre la esencia nominal y la esencia real de una sustancia. La esencia nominal comprende las propiedades que se requerirían para que un animal bajo consideración pueda ser apropiadamente llamado 'Equus' y asignado a la especie caballo. La esencia real comprende la naturaleza intrínseca de los miembros de la clase, especie o tipo que da cuenta del alcance y la estabilidad de las propiedades que fueron seleccionadas para determinar la esencia nominal.

Mientras la esencia nominal puede cambiar, se mantiene por lo general una clara continuidad entre los criterios viejos y los nuevos.

Los **positivistas** tenderían a admitir sólo las esencias nominales como la base de los sistemas clasificatorios, mientras que los realistas no dudarían en admitir tanto las esencias reales como las nominales, dándoles prioridad a las primeras. Todos los criterios clasificatorios son en última instancia arbitrarios para aquellos que sostienen una convicción positivista.

Los **realistas** se encuentran bastante cómodos con hipótesis bien fundadas sobre las esencias reales de entidades, si es que se las puede adscribir legítimamente.

¿Cómo sabemos cuáles podrían ser las esencias reales que poseen las clases, esencias que les atribuimos al postularlas?

Para entender cómo es que atravesamos los límites de lo perceptible de un modo científicamente disciplinado, debemos emprender el estudio del principal instrumento del pensamiento científico: los modelos.

Los modelos juegan un rol central en la construcción de teorías y en la experimentación, los dos procedimientos principales del método científico.

## TÓPICO DE APRENDIZAJE: 1 DESCRIBIR Y CLASIFICAR

Debemos extraer los presupuestos involucrados en estas actividades examinando el sistema clasificatorio o taxonomía en uso para tal o cual dominio.

### 1) Sistemas clasificatorios:

- a- Una taxonomía es un sistema jerárquico de clases, tipos y géneros (Figura 3.2). Cada nivel comprende todos los seres vivos y los divide en clases con un creciente nivel de especificidad.
- b- Una jerarquía de clases acumula el conocimiento verticalmente, explicitando relaciones de herencia. Para descubrir lo que está presupuesto en una clase de un nivel inferior se recorre la jerarquía hacia arriba a través de los nodos hasta el ápice. Así, la especie 'gato' es vertebrado, animal y viviente.

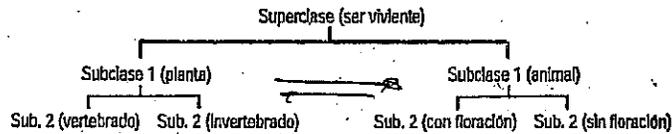
### 2) Características de las clases:

- a- La pertenencia a una clase requiere que se cumplan ciertas condiciones necesarias y suficientes. Las propiedades pueden aparecer a veces como definiciones y otras como atributos accidentales.
- b- Intensión/Extensión:
  - i. Grupos de propiedades comunes de los miembros constituyen la intención de la clase.
  - ii. La pertenencia es la extensión de la clase.
  - iii. La intención varía inversamente a la extensión.



- a- Esencia nominal y real:
  - i. Los criterios utilizados para asignar una instancia particular a una clase de acuerdo con sus características observables constituyen la esencia nominal.
  - ii. La naturaleza real de la instancia que da cuenta de que ésta posea los atributos de la esencia nominal es la esencia real (sólo conocida a partir de la teoría).

Figura 3.2  
Jerarquía taxonómica



**SECCIÓN 2**  
**EXPLICAR**

Los **positivistas** defendían un patrón muy simple de explicación, un patrón que entregara el menor número de 'rehenes al azar'. El esquema básico de la explicación como 'cobertura legal' era más o menos el siguiente:

- 1) Establezca una correlación sin excepciones entre la ocurrencia de un fenómeno y la subsiguiente ocurrencia de otro. Este es el fundamento más simple que hay para una ley científica. Su fuerza proviene de la ausencia de contraejemplos. Así, podríamos tener 'Beber vino tinto se correlaciona con tener un corazón saludable'.
- 2) Identifique una instancia del fenómeno concomitante; tomemos por caso los saludables corazones de los franceses.
- 3) Aplique la ley al siguiente patrón:

Todos aquellos que tomen vino tinto tienen corazones saludables



Los franceses beben vino tinto



**Entonces**



Los franceses tienen corazones saludables.

La conclusión de este simple patrón de razonamiento deductivo es el mismo fenómeno que queríamos explicar. Únicamente estados de cosas observables llegaron a formar parte de las proposiciones explicativas.

Para dar una explicación adecuada querríamos saber cómo es que el vino tinto produce su efecto. Esto involucraría un estudio indirecto de inobservables, tales como estructuras moleculares, procesos de eliminación de radicales, etcétera. ¿Mediante qué procesos cognitivos podría alguien, sea un científico o una persona cualquiera, arribar a conjeturas bien fundadas sobre lo que no puede verse? Este es el arte de construir modelos.

**MODELOS**

Un *modelo* es una herramienta para pensar, uno de los modos en los que formamos representaciones sobre algún tema para pensar mejor acerca de él. En general, algún objeto, 'R', puede representar algún otro objeto, 'T', principalmente dos formas. Por convención, aun símbolo arbitrario puede darse un uso establecido para representar algo. Casi todas las palabras son de este tipo. Luego hay representaciones icónicas: modelos. Un *modelo* de algo es un análogo, que representa su objeto a causa del equilibrio de semejanzas y diferencias entre el modelo y su objeto. La muñeca de una niña es un modelo de un ser humano. Posee las características superficiales necesarias de un cuerpo humano.

En matemática y lógica, se desarrollan sistemas abstractos de signos con diversos propósitos. Estos signos pueden ser asociados a sistemas de objetos para otorgarles un significado. Tales sistemas de objetos también son denominados '*modelos*'. La palabra 'modelo', tal como es actualmente usada, abarca sistemas de objetos usados tanto para generar significado, esto es, para interpretar, así como para representar.

**MODELOS EN CIENCIA: UNA HISTORIA CUADRICULADA**

El uso de los modelos fue un foco de estudio central en la filosofía de la ciencia de fines de los años '50 y comienzos de los '60. Con la llegada del *logicismo*, esta práctica había sido relegada a la periferia por parte de una nueva generación de filósofos de la ciencia, influenciados por el predominio del *logicismo* en filosofía



general. Por ejemplo, Hempel (1953) explícitamente asignó a los modelos un rol secundario y meramente heurístico, mientras Popper (1961), aunque no discutía explícitamente los modelos en sus principales trabajos sobre filosofía de la ciencia, los relegaba implícitamente a aspectos meramente psicológicos del pensamiento científico.

### LA VARIEDAD DE USOS DE LA PALABRA 'MODELO'

El concepto de '*modelo*' es ampliamente usado en la vida cotidiana en una gran variedad de contextos.

Las ideas centrales en el uso corriente del término parecen ser las de *modelo* como representación y *modelo* como Ideal. Ambos usos de la palabra '*modelo*' para **objetos, reales o imaginados**, que pueden ser o bien análogos de otro objeto o bien formas idealizadas de alguna clase de objeto, pueden encontrarse en las ciencias.

### USOS ANALÍTICO Y EXPLICATIVO DE LOS MODELOS

#### OBJETOS Y FUENTES

El grado de abstracción e idealización en la elaboración del modelo basado en su objeto puede ser fácilmente constatado. En ciencia, los modelos basados en la identidad entre objeto y fuente son extremadamente comunes, en tanto sirven para poner de manifiesto características particulares de algún sistema bajo estudio.

La técnica consiste en abstraer a partir de idealizar una fuente plausible. Por ejemplo, nadie ha podido jamás observar directamente los componentes reales de un gas. El modelo molecular representa aquellos componentes desconocidos. Arribamos al concepto de una molécula por abstracción a partir de, y mediante un proceso de idealización de, las propiedades de los objetos materiales perceptibles. Las moléculas tienen masa, tienen peso y volumen, se desplazan a una cierta velocidad a lo largo de trayectorias bien definidas, etcétera. Los modelos de este tipo juegan un papel predominante en la elaboración de explicaciones científicas. Son la clave para el realismo, en tanto que constituyen el principal dispositivo por el cual la imaginación disciplinada de los científicos se aventura más allá de las fronteras de lo perceptible. Me referiré a este tipo de construcción como un modelo explicativo.

En términos de la distinción entre objeto y fuente, la diferencia entre los dos tipos básicos de modelos puede expresarse fácilmente: en los modelos analíticos la fuente y el objeto son los mismos, mientras que en los modelos explicativos son generalmente diferentes.

### MODELOS COMO IDEALIZACIONES DE SUS OBJETOS: EL PAPEL ANALÍTICO.

Podemos caracterizar estos modelos por el hecho de que sus fuentes son las mismas que sus objetos. Estos modelos son representaciones útiles de aquello que es conocido, a pesar de que son, de algún modo, conservadores al no ir más allá límite de lo observable. Logran arrojar nuevos insights. Juegan un papel en las explicaciones de la naturaleza del terreno tal como lo observamos.

Hay modelos analíticos en donde su fuente y objeto son el mismo. También se da el caso de que un modelo analítico poderoso puede ser ideado bajo la inspiración de una fuente diferente de su objeto.

### MODELOS COMO REPRESENTACIONES DE LO DESCONOCIDO: EL PAPEL EXPLICATIVO

¿Cómo podría un científico construir un modelo de algo hasta el momento desconocido? La posibilidad de lograrlo se sigue del hecho de que un modelo de un objeto desconocido puede construirse a partir de alguna fuente diferente de ese sujeto.

### EL ESQUEMA QUE SUBYACE SERÍA ALGO COMO LO SIGUIENTE:

- 1) *Observado*. Un proceso desconocido, P, produce un cierto tipo de fenómeno observable,
- 2) *Imaginado*. Un modelo icónico M, de P 'produce' un cierto tipo de 'fenómeno observable', 'O'.
- 3) Si 'O' es una buena imitación de O, y M es plausible antológicamente, como un existente posible que se diese en el lugar de P, podemos decir que M representa P más o menos fielmente.



Los modelos evolucionan y se desarrollan en la medida en que los programas de investigación continúan. A veces, consideraciones teóricas conducen a cambios en los modelos operantes en el corazón de una secuencia de teorías; a veces, un modelo se modifica para acomodarse a nuevos resultados experimentales. A su vez se los interpreta dentro del modelo recientemente evolucionado.

Un modelo científico provee un recurso para una cierta prescripción a la que un objeto, atributo, estado, sustancia o estructura deben aproximadamente ajustarse.

### TEORÍAS Y MODELOS

Darwin (1859) presenta su razonamiento en los primeros capítulos de *On the Origin of Species* [Sobre el Origen de las Especies]. Comienza con una discusión de los conceptos de 'especie' y 'variaciones'. La misma está dirigida a cuestionar las diferencias tradicionales en el modo en que estos conceptos han sido usados. Se suponía que las especies eran inmutables, por lo que todos los cambios en las formas orgánicas eran minimizados en cuanto que meras variaciones. Luego, Darwin describe cómo los granjeros y jardineros producen nuevas especies de animales y plantas. Usan el método de la reproducción selectiva por el se les permite reproducirse sólo a aquellos especímenes que exhiben el atributo deseado por el ganadero. Se generan nuevas formas animales y vegetales.

¿Qué pasa en la naturaleza? Del mismo modo en que existen variaciones en cada generación en la granja y en el jardín que son explotadas por el ganadero. El modelo para la naturaleza es la granja. Los animales y las plantas mejor adaptadas se reproducen más rápidamente

Darwin mostró cómo las fuerzas naturales podían jugar el papel del ganadero que controla las tasas de reproducción, si bien sin ninguna intención de hacerlo.

### LOS FUNDAMENTOS COGNITIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS

Durante los años '50 la respuesta preferida estaba basada en la relación de analogía entre un modelo y su fuente y entre un modelo y su ojo. Los modelos eran evaluados mediante una comparación equilibrada entre similitudes y

diferencias respecto del ámbito de las propiedades asignadas al modelo y aquellas atribuidas a la fuente y al objeto.

Dos modelos podrían representar niveles o grados muy similares de relación con un objeto común. ¿Cómo ha de elegirse entre?

Veremos que propuesta evita las dificultades en las que cae la explicación centrada en la simple analogía. Al mismo tiempo da cuenta del hecho de que los modelos, una vez construidos, son análogos de las fuentes y los objetos.

### PROCESOS COGNITIVOS DE LA ELABORACIÓN DE MODELOS

La creación del modelo por abstracción e idealización de atributos a partir de la fuente crea a su vez otra subclase en el mismo nivel de la jerarquía de clases. El objeto del modelo se ubica en un lugar como otra subclase en la misma zona en la jerarquía de clases.

¿Por qué esto es así? Porque es la estructura de la jerarquía de clases que fija la relevancia o irrelevancia de los atributos de las entidades reales ó imaginadas que debieran mantener relaciones de analogía. No hay un problema con respecto a la relevancia.

### LOS ORÍGENES DE LAS JERARQUÍAS DE CLASES

El segundo punto importante concierne los orígenes de las jerarquías de clases. En lo que hace al razonamiento analógico, el problema de cuáles de las similitudes y diferencias son preeminentes o relevantes se resuelve atendiendo a las relaciones 'verticales' en la jerarquía relevante de clases con las relaciones de comparación 'horizontales' determinadas por su pertenencia a superclases. En las etapas tempranas de la formación de una jerarquía de clases, las relaciones entre ellas se construyen justamente porque se advierten las similitudes y las diferencias en relación con algún proyecto al momento emprendido.

### JERARQUÍAS DE CLASES Y MODELOS

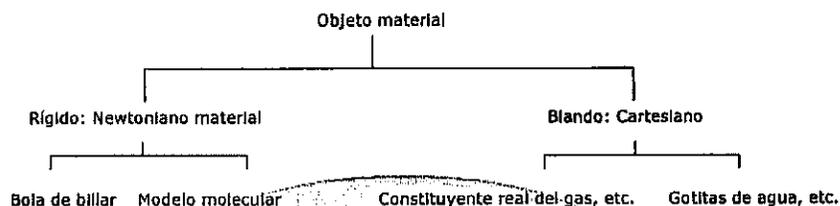
Para que un modelo pueda estar en una relación representacional con aquello de lo cual es un modelo, tanto el modelo como el objeto deben ser miembros de la misma jerarquía de clase.



Por ejemplo, la Figura 3.3 es una jerarquía de clases de objetos materiales. Si queremos construir un modelo para una nueva clase de entidad material, deberemos encontrar un lugar para ella en esta jerarquía.

Figura 3.3

Jerarquía de clases de los objetos materiales



## EVALUACIÓN DE LOS MODELOS

### PARA ANALIZAR ESTADOS Y PROCESOS OBSERVABLES

Cuando usamos modelos analíticos para revelar las estructuras y los procesos de los fenómenos observables que de otro modo serían demasiado oscuros, demasiado complejos o demasiado fugaces para que se los pueda trabajar científicamente, hacemos uso de ciertos estándares para evaluar el modelo que está siendo utilizado. Los dos más importantes son la claridad y la fertilidad.

Ambos son tan propios del sentido común que sólo necesitamos considerar algunos ejemplos para entenderlos. La claridad no debe confundirse con la simplicidad. El uso de la puesta en escena y de la actuación de una obra es un conocido modelo analítico en psicología social. La fertilidad es simplemente el poder del modelo analítico de permitir al usuario ver relaciones que podrían haber sido oscurecidas por un exceso de detalle en el fenómeno original.

### PARA PROVEER REPRESENTACIONES PLAUSIBLES DE REALIDADES POSIBLES

Esta cualidad de un modelo puede ser evaluada estudiando su relación con ejemplificaciones de otras subclases que son instanciadas en el mundo accesible a los seres humanos. Esto abre la posibilidad para un concepto diferente de

verdad aplicado a las teorías científicas, un concepto basado en la plausibilidad de los modelos relevantes. Podríamos denominarla 'verdad icónica', la verdad de las imágenes en tanto que opuesta a la verdad de los enunciados, las presentaciones verbales de los hechos.

La verdad icónica obviamente admite grados. Desde dentro del marco de algún estándar consensuado de semejanza o similitud, se le puede dar sentido a la pregunta por una mejor o peor representación. La pregunta tiene muchos niveles. ¿Es la pintura P un buen retrato de A? Es decir, dada la persona, ¿en qué medida la pintura logra captar algo semejanza? En el caso de imágenes de una persona creadas por medio de técnicas de identikit o fotofit.

Debemos encontrar un sujeto que esté en la misma relación con respecto a ellas de la que tiene un retrato con respecto a su modelo. La verdad icónica en ciencia es algo así.

La verdad icónica es sensible al contexto. El grado de semejanza con criminal que el dibujo originalmente debía representar es ahora irrelevante.

Si el comportamiento de un modelo simula el del proceso o mecanismo que intenta representar pero, con todo, es ontológicamente improbable, esto es, la clase equivocada de entidad si la imagináramos inserta en el lugar del proceso real, entonces decimos que tenemos un modelo meramente heurístico.

### DISPOSITIVOS EXPERIMENTALES COMO MODELOS DE MUNDO

La segunda aplicación principal de la recientemente recuperada noción de modelo tiene que ver con el rol y la naturaleza de los experimentos como fuente de conocimiento. Los modelos pueden ser también obra de ingenieros, técnicos de laboratorio o fabricantes de instrumentos. Manipular estos aparatos es experimentar con un modelo de mundo.

Distintos dispositivos pueden verse como modelos de mecanismos, procesos o entornos naturales: la Naturaleza domesticada. En el contexto del laboratorio, creamos una versión simplificada de una determinada situación natural. Los dispositivos son un modelo de esa situación porque tanto el dispositivo como el sitio natural del proceso bajo estudio son subclases de la misma superclase.

Tomemos dos simples casos para ilustrar esta tesis de la 'domesticación'. Se mezclan dos partes de hidrógeno y una de oxígeno en un tubo de vidrio



resistente, con electrodos fijados al vidrio [el autor describe aquí el eudiómetro, un aparato formado por un tubo de vidrio en el que se hacen reaccionar los gases por acción de una chispa eléctrica] cuando se produce una chispa.

### **ULTERIORES USOS DEL MODELADO**

#### **PRUEBAS DE EXISTENCIA: LOS MODELOS COMO GUÍAS PARA EXPLORAR DEL MUNDO**

La ciencia puede ampliar o reducir los límites de la *unwelt* humana. Dado que los modelos son a menudo confeccionados para presentar aquello que no podemos percibir, ¿cómo podemos evaluar si una representación de este tipo está a la altura de los estándares de la verdad icónica esto es, una gran fuerte semejanza?

- 1) Cuando la entidad bajo estudio sea, en caso de existir, perceptible sin ayuda de equipamientos especiales.
- 2) En nuestros libros de texto de la escuela aprendemos a pensar con el modelo de la electricidad como electrones.

#### **EFICACIA MANIPULATIVA: LOS MODELOS COMO GUÍAS PARA LA PRÁCTICA**

Las técnicas experimentales descritas arriba dependen de los modelos prescritos por la teoría. Si las teorías son tomadas como instituciones para construir modelos, luego el estatus de las teorías es sencillamente el estatus de los modelos que podamos crear a partir de ellas. La jerarquía de clases dentro de la que el modelo central de una teoría encuentra un lugar es el mecanismo más poderoso mediante el cual podemos evaluar la plausibilidad ontológica y confirmar el valor de la teoría (o modelo) para la regulación de la investigación. Por ejemplo, constatar que la hipótesis que postula un proceso natural de especiación, por selección podía encontrar un lugar en una jerarquía de clases de los modos de reproducción selectiva le otorgó una plausibilidad inmediata, suficiente para garantizar su rol como el fundamento de las más recientes teorías sobre el origen de las especies.

Estrechamente relacionada con la plausibilidad ontológica, encontramos la eficacia manipulativa. Si un modelo es suficientemente similar a su objeto como

para que las manipulaciones efectuadas sobre el análogo del mundo real por referencia al modelo sean exitosas, entonces en la misma medida el modelo se perfila como una representación de algo real.



**TÓPICO DE APRENDIZAJE: 2. ELABORACIÓN DE MODELOS**

**PRINCIPIO GENERAL: EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO**

**CONSISTE EN ELABORAR Y USAR MODELOS**

1) Un modelo es una representación real o imaginaria de un sistema real, para algún propósito determinado.

2) Distinciones básicas:

- a- El objeto de un modelo es aquello de lo que M es un modelo.
- b- La fuente de un modelo es aquello sobre lo que M es modelado.
  - i. En el caso de modelos analíticos o descriptivos, la fuente R coincide con el objeto O.
  - ii. En el caso de modelos explicativos, la fuente R difiere del objeto O.

N.B. De este modo, un modelo explicativo puede llegar más allá de los que ya es observable para representar aquello que aun no puede ser observado.

3) Funciones básicas:

- a- Los modelos descriptivos permiten estudiar procesos y estructuras complejos o remotos de una forma accesible.
- b- Los modelos explicativos permiten construir hipótesis sobre procesos y estructuras inobservables que pueden ser usadas para explicar fenómenos inobservables.

Por ejemplo, Darwin usó la agricultura, y la selección doméstica para crear nuevas especies, como una fuente para desarrollar su concepto teórico de selección natural a los fines de explicar el surgimiento de nuevas especies.

4) La lógica subyacente al uso de modelos es la analogía: patrones de semejanzas y diferencias entre modelo y fuente/objeto.

5) El uso de la analogía presupone que modelo, fuente y objeto son subclases de la misma superclase dentro de una jerarquía de clases. Están vinculadas entre ellas por medio de la relación de herencia. Así, la selección doméstica y la selección natural son subclases de la superclase reproducción selectiva.

**CONCLUSIÓN**

Sólo en la relación modelo-a-mundo tenemos una confrontación entre dos entidades que comparte el mismo modo de ser, a saber, objetos o representaciones de objetos. Esta es la razón de por qué las pruebas de existencia son tan importantes en ciencia. Éstas confrontan un modelo con aquella que representa. La construcción de un modelo permite desarrollar un conjunto de procedimientos para 'poner de manifiesto' algún aspecto hasta el momento no observado de la Naturaleza,

Hemos denominado aquella región del mundo que está a nuestro alcance nuestra 'umwelt', tomando prestada una útil expresión de la biología. Hay en efecto una umwelt humana pero está continuamente modificando sus confines en la medida en que se inventan nuevos modos de actuar en el mundo y se desarrollan nuevos modos de pensar sobre él.

Podemos vernos tentados a pensar que esas regiones del mundo que están actualmente fuera de la umwelt son concretas y determinadas. La vieja idea de experimento concebía los dispositivos como si fuesen transparentes, revelando la Naturaleza tal como es. Cuando penetramos más profundamente en la Naturaleza, los experimentos toman un cariz diferente.

A la luz de este análisis, ¿qué puede decirse sobre el mundo más allá de los confines de la umwelt? Solamente podemos pensar en él como si fuese un campo de posibilidades indeterminadas. Digo indeterminadas porque, sin una especificación de los dispositivos o el tipo de técnica experimental con los que nosotros los seres humanos forzamos al mundo para que se manifieste, desplegando sus fenómenos, no podemos darle ningún carácter determinado.

Las ciencias naturales se asientan sobre dos principios fundamentales. Los fenómenos dentro de un dominio de interés integran grupos de clases y tipos naturales. Esta afirmación está justificada por el modo en que podemos usar postulaciones 'teóricamente sustentadas de esencias reales, para apoyar los intentos de representar distinciones reales en la Naturaleza mediante esencias nominales. Los modelos analíticos, algunos de los cuales pueden incluso ser contruidos en la mesa de laboratorio a la manera de dispositivos, logran extraer patrones a partir de un dominio confuso de fenómenos. La construcción de modelos que permitan operar sobre ciertos aspectos de regiones inobservables del mundo no sólo brinda conjeturas bien fundadas sobre las esencias reales sino que también ofrece insights hacia las clases de mecanismos causales



resistente, con electrodos fijados al vidrio [el autor describe aquí el eudiómetro, un aparato formado por un tubo de vidrio en el que e hacen reaccionar los gases por acción de una chispa eléctrica] cuando se produce una chispa.

**ULTERIORES USOS DEL MODELADO**

**PRUEBAS DE EXISTENCIA: LOS MODELOS COMO GUÍAS PARA EXPLORAR DEL MUNDO**

La ciencia puede ampliar o reducir los límites de la unweilt humana. Dado que los modelos son a menudo confeccionados para presentar aquello que no podemos percibir, ¿cómo podemos evaluar si una representación de este tipo está a la altura de los estándares de la verdad icónica esto es, una gran fuerte semejanza?

- 1) Cuando la entidad bajo estudio sea, en caso de existir, perceptible sin ayuda de equipamientos especiales.
- 2) En nuestros libros de texto de la escuela aprendemos a pensar con el modelo de la electricidad como electrones.

**EFICACIA MANIPULATIVA: LOS MODELOS COMO GUÍAS PARA LA PRÁCTICA**

Las técnicas experimentales descriptas arriba dependen de los modelos prescriptos por la teoría. Si las teorías son tomadas como instituciones para construir modelos, luego el estatus de las teorías es sencillamente el estatus de los modelos que podamos crear a partir de ellas. La jerarquía de clases dentro de la que el modelo central de una teoría encuentra un lugar es el mecanismo más poderoso mediante el cual podemos evaluar la plausibilidad ontológica y confirmar el valor de la teoría (o modelo) para la regulación de la investigación. Por ejemplo, constatar que la hipótesis que postula un proceso natural de especiación, por selección podía encontrar un lugar en una jerarquía de clases de los modos de reproducción selectiva le otorgó una plausibilidad inmediata, suficiente para garantizar su rol como el fundamento de las más recientes teorías sobre el origen de las especies.

Estrechamente relacionada con la plausibilidad ontológica, encontramos la eficacia manipulativa. Si un modelo es suficientemente similar a su objeto como

para que las manipulaciones efectuadas sobre el análogo del mundo real por referencia al modelo sean exitosas, entonces en la misma medida el modelo se perfila como una representación de algo real.

1) Un modelo es una representación que o bien describe o bien explica un sistema real, para algún propósito determinado.

2) Definiciones básicas:

- El objeto de un modelo es aquello de lo que se trata el modelo.
- La fuente de un modelo es aquello sobre lo que se trata el modelo.
- En el caso de modelos analíticos o descriptivos, la fuente se confunde con el objeto.
- En el caso de modelos explicativos, la fuente se diferencia del objeto.

3) Funciones básicas:

- Los modelos descriptivos permiten estudiar procesos y estructuras complejas o remotos de una forma sencilla.
- Los modelos explicativos permiten construir hipótesis sobre procesos y estructuras inobservables que pueden ser usadas para explicar fenómenos observables.

4) Por ejemplo, Darwin usó la selección y la selección demográfica para crear nuevas especies, como una fuente para desarrollar su concepto teórico de selección natural a las fines de explicar el surgimiento de nuevas especies.

5) La lógica subyacente al uso de modelos es la analogía: patrones de semejanzas y diferencias entre modelo y fuente/objeto.

6) El uso de la analogía presupone que modelo, fuente y objeto son subspecies de la misma superclase dentro de una jerarquía de clases. Están vinculadas entre ellas por medio de la relación de herencia. Así, la selección demográfica y la selección natural son subspecies de la superclase reproducción selectiva.

11



## TÓPICO DE APRENDIZAJE: 2. ELABORACIÓN DE MODELOS

### PRINCIPIO GENERAL: EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO

#### CONSISTE EN ELABORAR Y USAR MODELOS

- 1) Un modelo es una representación real o imaginaria de un sistema real, para algún propósito determinado.
- 2) Distinciones básicas:
  - a- El objeto de un modelo es aquello de lo que M es un modelo.
  - b- La fuente de un modelo es aquello sobre lo que M es modelado.
    - i. En el caso de modelos analíticos o descriptivos, la fuente R coincide con el objeto O.
    - ii. En el caso de modelos explicativos, la fuente R difiere del objeto O.

N.B. De este modo, un modelo explicativo puede llegar más allá de los que ya es observable para representar aquello que aun no puede ser observado.
- 3) Funciones básicas:
  - a- Los modelos descriptivos permiten estudiar procesos y estructuras complejos o remotos de una forma accesible.
  - b- Los modelos explicativos permiten construir hipótesis sobre procesos y estructuras inobservables que pueden ser usadas para explicar fenómenos inobservables.

Por ejemplo, Darwin usó la agricultura, y la selección doméstica para crear nuevas especies, como una fuente para desarrollar su concepto teórico de selección natural a los fines de explicar el surgimiento de nuevas especies.
- 4) La lógica subyacente al uso de modelos es la analogía: patrones de semejanzas y diferencias entre modelo y fuente/objeto.
- 5) El uso de la analogía presupone que modelo, fuente y objeto son subclases de la misma superclase dentro de una jerarquía de clases. Están vinculadas entre ellas por medio de la relación de herencia. Así, la selección doméstica y la selección natural son subclases de la superclase reproducción selectiva.

## CONCLUSIÓN

Sólo en la relación modelo-a-mundo tenemos una confrontación entre dos entidades que comparte el mismo modo de ser, a saber, objetos o representaciones de objetos. Esta es la razón de por qué las pruebas de existencia son tan importantes en ciencia. Éstas confrontan un modelo con aquella que representa. La construcción de un modelo permite desarrollar un conjunto de procedimientos para 'poner de manifiesto' algún aspecto hasta el momento no observado de la Naturaleza,

Hemos denominado aquella región del mundo que está a nuestro alcance nuestra 'umwelt', tomando prestada una útil expresión de la biología. Hay en efecto una umwelt humana pero está continuamente modificando sus confines en la medida en que se inventan nuevos modos de actuar en el mundo y se desarrollan nuevos modos de pensar sobre él.

Podemos vernos tentados a pensar que esas regiones del mundo que están actualmente fuera de la umwelt son concretas y determinadas. La vieja idea de experimento concebía los dispositivos como si fuesen transparentes, revelando la Naturaleza tal como es. Cuando penetramos más profundamente en la Naturaleza, los experimentos toman un cariz diferente.

A la luz de este análisis, ¿qué puede decirse sobre el mundo más allá de los confines de la umwelt? Solamente podemos pensar en él como si fuese un campo de posibilidades indeterminadas. Digo indeterminadas porque, sin una especificación de los dispositivos o el tipo de técnica experimental con los que nosotros los seres humanos forzamos al mundo para que se manifieste, desplegando sus fenómenos, no podemos darle ningún carácter determinado.

Las ciencias naturales se asientan sobre dos principios fundamentales. Los fenómenos dentro de un dominio de interés integran grupos de clases y tipos naturales. Esta afirmación está justificada por el modo en que podemos usar postulaciones teóricamente sustentadas de esencias reales, para apoyar los intentos de representar distinciones reales en la Naturaleza mediante esencias nominales. Los modelos analíticos, algunos de los cuales pueden incluso ser contruidos en la mesa de laboratorio a la manera de dispositivos, logran extraer patrones a partir de un dominio confuso de fenómenos. La construcción de modelos que permitan operar sobre ciertos aspectos de regiones inobservables del mundo no sólo brinda conjeturas bien fundadas sobre las esencias reales sino que también ofrece insights hacia las clases de mecanismos causales



inobservables que producen los fenómenos de algún dominio que haya llamado la atención de los científicos. La estructura cognitiva subyacente, que sostiene tanto las afirmaciones sobre las esencias como los procedimientos para la construcción de modelos, es una red de jerarquías de clases en continua renovación.

La filosofía es el estudio de los presupuestos.

¿Podemos desarrollar la psicología cognitiva de modo tal de que pueda enfrentar el reto de cumplir con los requisitos de una ciencia, como los que llegaron a establecerse para las ciencias naturales?

¿Qué ha sucedido con las leyes de la Naturaleza? Se pensó alguna vez que estaban en el corazón mismo del éxito científico. Las leyes de la Naturaleza son a veces no más que registros de relaciones conceptuales involucradas en un sistema clasificatorio. A veces son descripciones de cómo funcionan los modelos tanto analíticos como explicativos.

He aquí dos ejemplos del primer tipo, uno perteneciente a las ciencias naturales y otro a la psicología:

Todos los átomos de halógeno poseen siete electrones en la capa electrónica externa.

Todas las acciones humanas deliberadas son acompañadas por una intención.

Uno perteneciente a las ciencias naturales y otro a la psicología:

La distribución de las velocidades moleculares en una muestra aislada de gas concuerda con una ley de la raíz cuadrada del valor medio del cuadrado.

La información en un primer momento es guardada en la memoria de corto plazo.