

Estadística

1) En los textos de Estadística hay capítulos sobre estimación puntual y por intervalos de confianza-, tests de hipótesis, ajustes de curvas y modelos, búsqueda de factores, "inferencia estadística" en general, con métodos especiales, como verosimilitud o apoyo, Bayes, muestreo, diseño de experimentos, análisis de varianzas. Sus términos más o menos primitivos, sometidos a intensa polémica son: probabilidad, azar, indiferencia.

Para el enfoque constructivo, es una parte de la Epistemología, o teoría del conocimiento que decide y actúa, que se ocupa específicamente de ajustar los modelos teóricos a la información empírica disponible, sugiriendo la búsqueda de nueva información o de nuevas hipótesis teóricas pues un lugar intermedio entre la teoría y la información empírica primaria, recibida como propuestas o hipótesis un modelo general por una parte y un conjunto de datos que son "evidencia experimental" o resultado de "observaciones directas" hechas por investigadores de otras ciencias, por otra. Teoría y datos primarios pueden o no ser compatibles, y es función de la Estadística dilucidar eso y extraer consecuencias pertinentes.

La organización sistemática y resumen de esos datos primarios fue la tarea primitiva de la Estadística, y la que le dió su nombre (presentación de datos para uso del Estado).

Es costumbre entre los estadísticos hablar de modelos y estimación de parámetros refiriéndose exclusivamente a distribuciones probabilísticas y sus parámetros; esto no es más que una formación profesional, sobre todo de los que hacen aplicaciones industriales, biológicas y ya los econométricos tienen que hablar de modelos en sentido general.

Muchos autores hacen gran hincapié en que no debe hablarse de datos en apoyo de una Hipótesis (esta palabra indicaremos hipótesis, propuestas, teorías, modelos) sino para comparar dos y decidir cual es la mejor apoyada. Aunque es cierto que nadie abandonaría una Hipo sin tener que la reemplace, y que en teoría de la decisión es esencial considerar varias Hipos alternativas (sobre la situación o medio), no me parece que se trate de una cuestión de principio.

Tampoco es posible medir una longitud sin referirla a una longitud unitaria, pero es una observación trivial, aunque básica.

Hay por otra parte una Estadística que puede llamarse Dinámica, en oposición a la usual, estática. Su ejemplo más completo es la Mecánica Estadística, pero entran también aquí los procesos estocásticos, cadenas de Markov, y hasta la fórmula de Bayes, si se quiere. No se han dado en este campo análogos a los teoremas de Liouville, entrópicos o ergódicos. De todos modos, y como ya hemos visto, el lenguaje del espacio de fases es sumamente cómodo tanto en situaciones dinámicas como estáticas.

2) Es usual empezar tomando como primitivos los conceptos de "probabilidad" (Prob.) y Azar u otros mas o menos equivalentes, como chance, plausibilidad etc. Yo llegaré a ellos cuando resulte necesario. No hay inconveniente en cambio en aceptar desde el comienzo el concepto técnico de "frecuencia" (Frec) de cierto resultado dentro de un conjunto dado de observaciones como el ~~porcentaje~~ % de veces que se dió ese resultado.

Azar, o parte aleatoria se definirá luego como residuo inexplicado.

Los típicos aparatos para producir fenómenos aleatorios -monedas, ruletas, urnas con bolas, experimentos biológicos etc-, que dan origen a dificultosas definiciones (véase [lacking con "chance-set-up, kind of trial etc) son aquí considerados como casos especiales de sistemas dinámicos, metidos en un medio ambiente (1) y de los cuales se pueden observar en ciertos momentos ciertas variables de estado o indicadores. Así todo el proceso de tirar un dado es evolución de un sistema sometido a variables exógenas (mano o cubilete, mesa etc) y del cual se observa, como único indicador de interés para el problema, la cara de arriba al detener ~~el~~ resultado-

El ensayo-experimento-tirada-caso-evento o como se quiera llamar es la observación en cierto momento de cierto indicador, simple o complejo, escalar o vectorial, agregado o no.

Por ahora no sabemos si esos resultados son "aleatorios" o en que medida lo son, pues no ha sido definido esa palabra. Los sistemas son cualesquiera, incluso estrictamente deterministas y determinados.

La Estadística, como todo el conocimiento humano, se basa en la idea de "sistemas similares o análogos" con respecto a ciertas características, atributos o estructuras dadas en cada caso. Esta noción proviene de la Epistemología, y sabemos que depende del problema en que se quiere aplicar, y del esquema del mundo WA con que se trabaja. La similaridad puede referirse entonces a ^{variables o categorías o} variables de diferentes niveles de generalidad y que por supuesto no necesitan especificar ~~mucho~~ el sistema por completo.

Una Población (Pobla) es uno de esos conjuntos de sistemas que son similares en ciertos momentos con respecto a esas variables elegidas. Puede ser "el mismo" sistema en diferentes momentos, si Heráclito no protesta, y entonces se habla de una serie o secuencia.

Si Población es maximal ~~se~~ llama Universo. Una parte "pequeña" de Población se llama Muestra.

La similaridad de los sistemas de una Población tiene que ser suficiente para permitir hablar de observar "la misma" característica o variable o indicador ~~o resultado~~ en todos ellos (si se

hace de uno en uno se obtendrá también una secuencia de resultados).

Puede entonces hablarse de la frecuencia de cada resultado en la población. Las frecuencias de todos los resultados suman 100, o 1, pero se debe solo a su definición técnica: si las midiéramos como cociente de los ^(o los cuadrados)logaritmos de los números (de un resultado y el total) no cambiarían mucho de significado pero perderían esa cómoda propiedad aritmética (que podría recuperarse de mil maneras sencillas).

3) En este punto, el enfoque constructivo sugiere un punto de vista que difiere mucho del usual. Las cosas que se manejan para construir -herramientas, materiales, ideas pertinentes no pueden jamás formar conjuntos infinitos. El infinito, y el infinitésimo, son idealizaciones, modelos imaginarios de la realidad, mas o menos útiles (a veces muy útiles) pero no son la realidad. A veces ni siquiera la reflejan bien; otras introducen serios inconvenientes de trabando (como las paradojas y otras lacras de la teoría de Cantor, o la necesidad de axiomas especiales como el de Zermelo etc etc). Cuando facilitan un cálculo no hay inconveniente en utilizarlos, siempre que no se los fetichice. Cuando se habla de Epistemología debe prohibirse su uso totalmente, pues su nivel de existencia y complejidad no promete mas que peligro, confusiones y ninguna ventaja.

En pocas ciencias es tan evidente eso como en Estadística. Basta repasar los viejos intentos de definir probabilidad como frecuencias "a la larga", o sea mediante series infinitas de observaciones; los "colectivos" de von Mises, Aun a niveles mas prácticos, la importancia que se da a los cambios de variables cuando se trata de distribuciones continuas, en que la aparición de la derivada se toma incluso como criterio para rechazar ciertos métodos que no son invariantes ante ese hecho artificial (en vez de rechazar la continuidad). El mismo Fisher afirma que su "argumento fiducial" no vale para distribuciones finitas, lo cual debería ser una autodescalificación (pero no es cierto).

En resumen, solo aceptamos poblaciones finitas, y por lo tanto distribuciones discretas, finitas, de frecuencias. La curva normal, Poisson etc serán entonces aproximaciones y nada mas que aproximaciones a la realidad, que sí hace saltos. Lo cierto es el histograma, y la curva continua lo representa a veces de manera cómoda. Análogamente, los valores de un parámetro no son números reales cualesquiera sino múltiplos acotados de un quantum dado: una cantidad finita.

De todos modos las poblaciones infinitas no solo son irreales sino que ni siquiera las muy grandes se prestan a los requerimientos de los probabilistas. El mismo Hacking reconoce que si en 5000 tiros de una moneda sale una sola vez ceca, y a partir de allí la proporción se hace mas normal ^(en las siguientes 5000), ni soñaría con ~~xxxxx~~ calcular frecuencias sobre el total: estaría seguro que las dos sub-series son diferentes (no similares) en algún sentido: cambió la moneda o el modo de arrojarla o algo por el momento insospechado, pero algo raro sucedió. Las mesas de póquer se reparan y reajustan después de cada temporada porque fatalmente van apareciendo sesgos. La temperatura media anual de un lugar no puede obtenerse promediando datos de dos siglos, el clima va cambiando; no puedo aumentar indefinidamente las mediciones de una magnitud física porque desgasto o cambio tanto el objeto medido como el aparato (y si cambio de aparato pueden haber sorpresas). La cosa se pone ya absurda cuando los econométricos extrapolan los datos del pasado: justamente se supone que todos los esfuerzos de los economistas de un país pobre deben dedicarse a modificar esa tendencia. En fin, toda variable tiene variaciones cíclicas; todo sistema es dinámico en sus características y hasta en su estructura.

No hay infinitos ni hay poblaciones homogéneas enormemente grandes, que quieren decir entonces frases como que "la probabilidad es el límite de las frecuencias cuando la sucesión de observaciones tiende a infinito"?

Habría mas bien que definir un ^{standard} ~~xxxxx~~ o "quantum superior" para el número ^(máximo) de miembros de poblaciones "observables", es decir cuyos sistemas miembros pueden observarse uno a uno sin que en un largo proceso cambie todas las condiciones y estropee el concepto de similaridad que sirve para definir la población. Tendría que ser muchísimo menor que el número de Avogadro (las células de un sistema macroscópico no son observables una a una en los lapsos de que estamos hablando). A ese número podemos llamarlo un Kol, para recordar la intención del colectivo von Mises. Cuando se está observando un fenómeno dicotómico -si/no, cara/ceca- un Kol podría valer 10.000 sistemas, o sea 10.000 observaciones de ese fenómeno o variable. Para atribuir un valor con m valores posibles habría que multiplicar esa cifra por $\log_2 m$.

Por supuesto hay poblaciones mucho mayores en las que pueden medirse en la práctica variables dicotómicas (basta pensar en estadísticas de sexo humano), pero es que la unidad Kol no pretende servir de ^(absoluto) máximo, sino de standard para definición de algo que podríamos llamar "límite experimental".

Su objeto no es reemplazar al infinito; el máximo es como muestra y no como población. Se supone que las frecuencias medidas sobre ese número de sistemas ya son significativas. La enorme mayoría de las aplicaciones, en el mismo sentido que una cierta balanza, p.ej., produce resultados aceptables cuando mide pesos comprendidos entre ciertos límites. Para mejorar ese resultado es necesario repetir varias veces la pesada y seguir luego todas las técnicas recomendadas por la teoría de errores. Con Kol se procedería igual: si la población disponible es mayor, se vuelven a medir las frecuencias en varios Kols diferentes, y los resultados se tratan como mediciones cualesquiera de magnitudes físicas (siempre teniendo en cuenta lo dicho sobre "envejecimiento" de poblaciones).

4). Como se ve, también en la Estadística conviene recordar la estructura "trinitaria" usual: los métodos y las hipótesis específicas que constituyen el problema en estudio (en general una decisión) forman el término central. Por un lado reciben material empírico Inf, cuya validez ya trae un cierto aval (que luego los resultados del análisis pueden poner en duda) y es aceptado como evidencia observacional o experimental. Por otro están enmarcados y orientados por el esquema del mundo WA en vigencia, del cual diremos algo ahora.

En resumen, los tres niveles siempre presentes en todo análisis estadísticos son:

(WA, Met-Hip, Inf).

Lo primero a destacar en cuanto al esquema del mundo, es que no se trata del de una persona aislada -el estadístico- sino del común denominador de un grupo social o movimiento político según el enfoque constructivo. Esta trivialidad evitará o resolverá varias dificultades que plagan las discusiones entre estadísticos (p.ej. las referentes a probabilidades subjetivas). La postura individualista hace imposible creer en leyes de comportamiento racional -hasta las más sencillas, como la transitividad de las preferencias- dado el carácter errático de la mayoría de la gente aislada. Los grupos bien comunicados tienen un común denominador de sentido común y experiencias empíricas que elimina casi todas esas dudas. El mismo grupo formado por todos los estadísticos no tendría nunca dificultades en ponerse de acuerdo a nivel de problemas prácticos (no así para los epistemológicos, por supuesto), y cuando hubiera divergencias serían altamente significativas para el avance de esa ciencia.

Ese WA no es estático, y los mismos resultados del análisis estadístico pueden modificarlo y hasta generarle cambios estructurales. Hay pues realimentación del análisis sobre los dos términos de la trinidad, y eso es típico del aprendizaje en general. El análisis se usa para tomar decisiones sobre un problema práctico, y al mismo tiempo sobre la validez de la información y del esquema del mundo.

WA define las categorías a utilizar y sus relaciones fundamentales; las grandes evaluaciones de importancia, preferencia y evidencia etc (véase el capítulo WA). Aquí interesa destacar su estructura jerárquica por niveles de categorías, con las que se define la similitud de sistemas para formar poblaciones y muestras, y todo tipo de clasificaciones.

Todo el WA funciona sobre la base del "principio de inercia" o de mínimo esfuerzo intelectual: "sistemas similares, en condiciones similares, se comportan similarmente", y cuando este principio falla, se busca un culpable (causalidad).

Esto es complementado por un segundo principio, entrópico; "a medida que transcurre el tiempo sin nueva información sobre esos sistemas, las similitudes tienden a ~~disminuir~~ ^{aumentar}".

Una de las aplicaciones del primer principio de nivel mas general -tanto que probablemente la tenemos grabada genéticamente- se refiere a su aplicación al caso único, o próximo caso en condiciones de incertidumbre:

"Aunque no todos los sistemas similares de una muestra se hayan comportado de manera similar, el hombre actúa despreciando los casos negativos, con tal que se den ciertas condiciones, de las cuales la mas importante es que la frecuencia de los casos positivos supere cierto umbral (o tras 2: q' los casos positivos abundan al comienzo, y q' lo inferido sea consistente con el WA).

Es decir, si en "casi" todos los casos se ha observado cierto comportamiento para una categoría de sistemas con medio, se espera que el próximo sistema de esa categoría también se comporte así. El "casi" o umbral para despreciar los casos contrarios, se cuantifica en Estadística mediante los "niveles de significatividad". Yo lo llamaré "umbral de aceptación".

Como la experiencia muestra abundantemente que este principio no es una buena regla de decisión en todos los casos, antes de aplicarlo a problemas prácticos se clasifica el problema entre los que responden a ese principio y los que no, lo cual se hace aplicando ese mismo principio a un nivel mas alto: "Las poblaciones de tales características responden a este principio de repetición". A esas dos categorías las llamaré "repetitivas" y "acaboides".

En las poblaciones repetitivas, cada éxito que tengo al predecir el resultado de la próxima observación, refuerza mi creencia en la validez del principio. En las acaboides sucede lo contrario, pues el modelo teórico para éstas es que hay un número limitado de casos favorables que se van gastando -como en los problemas de urnas y bolillas "sin reposición"- de modo que cuantos más han salido menos quedan por salir.

Como estas clasificaciones, modelos y decisiones previas están dadas por el WA, no tienen por qué coincidir para grupos con esquemas diferentes del mundo (así para los marineros de Colón cada día que pasaba sin llegar a tierra era una prueba más de que nunca llegarían -modelo repetitivo-, mientras que para Colón era un día menos para llegar -acaboides-).

No hay ninguna demostración lógica de que sea necesario o conveniente actuar como si el próximo caso fuera similar a la mayoría de los anteriores, como no la hay para el principio de inducción o razón suficiente o causalidad. La demostración puede ser dada recién por el enfoque evolutivo -y a fortiori por el constructivo-: es una receta aprobada por selección natural.

Pero repetamos, aunque esa receta parece tan inescapable en nuestros razonamientos como la lógica bivalente -~~son~~ a priori- podemos ignorarla a niveles prácticos (respaldándonos en ella misma a niveles más altos), tal como podemos trabajar con lógicas modales o trivalentes, pero siempre apoyándonos en la bivalente.

El umbral de aceptación varía de una persona a otra, de un grupo a otro: es una característica exigente del "estilo" o personalidad; unos son más estrictos que otros. Depende además de las consecuencias o costos de una decisión errónea.

Estos principios se dan solo a modo de ejemplo de muchas otras consideraciones generales sobre las del WA y que subyacen todo análisis estadístico. Es tarea del epistemólogo sacarlas a luz, ya que su percepción vaga, difusa o incorrecta es la fuente de muchas polémicas inútiles que hoy hacen perder tiempo a esta ciencia.

De ese tipo son las "paradojas" de Goodman (que según Hacking están entre las más difíciles generales de este siglo), como la de que haber extraído puras bolillas negras de una urna por una fuerza igual a la que a partir de 1984 serán todas blancas. Por lo que dijimos, la solución está en recordar que nuestra experiencia y WA nos habrán hecho clasificar esa urna entre las usuales, o entre las que tienen un dispositivo que a los x años de construidas cambian el color de sus bolillas. Esta categorización es previa y se habrá hecho como cualquier otra.

5) Para el enfoque constructivo, el grupo G se encuentra siempre ante problemas de decidir elegir objetivos, estrategias generales para alcanzarlos, tácticas y actos aislados. Se trata siempre de elegir la "mejor" entre varias alternativas de acción A_1, A_2, \dots, A_n , para lo cual es necesario conocer sus consecuencias, pero estas no dependen exclusivamente de las variables que controla G, sino también del ambiente, las condiciones de contorno o variables exógenas. Simplificando al máximo, hay un sistema, ~~por parte de~~ ^{un actor} G y sus instrumentos de control y acción en un medio ambiente \mathcal{E} ; el sistema puede pasar a cualquiera de los estados A_i , según lo decide G; el \mathcal{E} puede hallarse en cualquiera de los estados H_1, H_2, \dots, H_m , fuera del control de G. Se ve que para elegir correctamente hacen falta dos tipos de datos: uno es la "matriz de costos", que dice cual es el valor, utilidad, beneficio/costo etc, para G, de las consecuencias de elegir A_i cuando el estado del \mathcal{E} es H_j . Lo llamamos "costo" C_{ij} pero en el sentido más general posible. A veces pueden darse numéricamente, otras solo en orden de preferencia (que bajo ciertas hipótesis de comportamiento racional se pueden también cuantificar). Otro es la información que me permita predecir lo mejor posible cual será o es el estado del ambiente, entre los H_j posibles. Este es el que interesa directamente a la Estadística, trata de resumir esa información sobre las alternativas, hipótesis, propuestas, afirmaciones o como se llamen, mediante el concepto de probabilidad o alguno vinculado a este. Con esos dos tipos de datos, la teoría usual de la decisión da ^{(una} recetas para elegir una A_i , pero eso no nos concierne (solo conviene mencionar que no es la única receta posible). El concepto básico aquí es el de creencia, confianza en la verdad de una proposición: que el estado del \mathcal{E} es H_j , que el costo de A_i -si- H_j es C_{ij} etc. Todas pueden reducirse a la forma "G cree más en H_r que en H_s ", que muchas veces puede cuantificarse mediante una función de creencia o verdad o verosimilitud que indicaremos con $V(G, H) \rightarrow V(H)$ cuando esté claro cual es el actor G que cree en la Hipo H en la medida V -, Al escribirlo así estamos dejando de lado -como dijimos- la otra Hipo de comparación, pero lo mismo se hace con los costos, longitudes y otras variables: equivale a suponer que hemos tomado como unidad la creencia en esa otra Hipo (es usual tomar como unidad la Hipo en que más se cree, de modo que las $V(H)$ son no mayores que uno). Estamos pues tomando "creer" -o creer más en una cosa que en otra- como concepto primitivo

y realmente sería difícil encontrar otro más primitivo que este.

Podemos mencionar de paso que para la toma de decisiones es previo que nuestra WA clasifique al ambiente en una de tres categorías: Naturaleza, Enemigo, Amigo. Lo que hemos dicho se refiere a las naturales. Si el ambiente es enemigo la receta de decisión será también distinta (vendida por la teoría de los juegos) porque entonces las H_j son decisiones de otro actor racional que tomará en cuenta las nuestras como nosotros las suyas. En este caso vale como regla general ocultar la decisión tomada, incluso mentir. Para amigos vale la regla inversa: comunicar lo más claramente posible nuestras intenciones para combinar decisiones en beneficio de ambos (hay algo, muy poco, hecho sobre esto por v. Neumann en juegos de varias personas).

Aceptando alguna de estas reglas de decisión -el caso más fácil, Naturaleza- y tomando como muy familiares, es posible cuantificar la creencia V. Es lo que hacen los subjetivistas Savage, Ramsay, de Finetti mediante apuestas: si estoy dispuesto a apostar hasta uno con cinco a que saldrá el 4 al tirar un dado es que mi creencia V(4) vale 1/6, y en no-4, 5/6, (implícito como unidad es la Hipo que saldrá 4 o no-4).

Las creencias V calculadas así son llamadas "probabilidades subjetivas". Formalmente, si H y no-H son comparables, y también con "H o no-H", y a esta última le asignamos Prob = 1, entonces la regla es que p -la Prob. de H- debe cumplir: p.costo(H) = (1-p).costo(no-H).

El enfoque constructivo permite mejorar bastante esto introduciendo otros costos (metas, cursos) y un consenso sobre la mejor asignación de recursos dado el WA.

Esta definición de probabilidad a partir de la solución del problema de la decisión para metas ha sido muy criticada. En primer lugar no hay por qué aceptar esa fórmula, que equivale a suponer que el promedio de los costos representa bien el resultado total (¿por qué no la mediana o el más probable?). Esta crítica no es esencial, pues bastaría con proponer otra fórmula, aceptando el mismo criterio de base: partir del conocimiento de la decisión correcta. Más frecuentes son las críticas contra el intento de unir prob y costos. Muchos sostienen, nosotros, que Prob. es una medida de creencia, y que creer es algo independiente de actuar por lo tanto nada tiene que ver con costos. Las creencias sirven para actuar, pero uno puede creer y abstenerse de utilizar esa creencia en la práctica, se dice.

Tomado al pie de la letra, este argumento me parece insostenible. Cuando se recuerda que detrás de V está WA, con sus criterios de importancia, valor, consistencia etc etc, es rico

culo creer que las creencias no tienen costos. Sería afirmar, en otras palabras, que los prejuicios no existen. Cuando la evidencia empírica apoya hipótesis que contradice nuestros valores más preciados, no le hacemos caso, hasta que se muela y corrobora de tal manera que produce todo un cambio de estructura en WA (análogo a la descripción de Kuhn de las revoluciones científicas). El simple hecho de equivocarse tiene costo en desagrado.

Verdad, creencia, probabilidad son inseparables de costos y valores para muchas cuestiones pero eso no significa que no podemos tratarlas independientemente, o que esa separación sea aproximadamente válida para cuestiones de poca importancia.

El umbral de aceptación para actuar (como alternativa a pedir más información previamente) es también un grado de creencia, pero parece más difícil aún separarlo de los costos de la acción en juego. Luego veremos su relación con inseguridad, riesgo etc.

Otra crítica aun menos justificada se basa en suponer que para definir Prob. subjetiva hay que comparar apuestas con respecto a ~~parecer~~ cualesquiera de proposiciones. Nadie es capaz de cuantificar numéricamente su opinión personal sobre el veredicto de un juez versus la temperatura de mañana, pero por suerte no es necesario. Solo hace falta ordenar según V las alternativas de un mismo problema. Si dos Hipos no están enlazadas por un problema común poco nos molesta no poder compararlas.

Mi posición frente al problema de la Prob. subjetiva es que no la acepto como definición del término Prob., pero sí como método de medición, cuando no hay otro mejor. (Adelantándonos un poco, para mí Prob será solo una medida numérica de la creencia, limitada solo a cumplir ciertos axiomas: Kolmogorov y otros).

6) En conexión con lo anterior, hay que aclarar un poco el manejo de Hipos., y ciertas suposiciones relacionadas con ellas, y con las diferencias entre Prob y Verosimilitud (abreviada "Lik").

Partimos siempre de un problema de decisión y las varias alternativas H_j , en las que, a partir de nuestra WA y de la Info empírica, creemos en grado $V(H_j)$.

El primer problema es la visibilidad: ¿cuales son todas las Hipos a tomar en cuenta? Esto lo vemos en primera instancia WA mas la Info previa, pero puede ser modificado durante el análisis, tanto por nueva Info como por resultados que muestran la conveniencia de desagregar, etc.

Es preferible adoptar de entrada el máximo número de Hipos alternativas, por comodidad (siempre que no sea demasiado grande), asignándoles creencia cero a muchas de ellas. Algunos optores al uso de la fórmula de Bayes -que sirve para modificar esas creencias iniciales en función de la Info adicional- educen que entonces ninguna nueva información podría modificar el cero inicial, dado el carácter multiplicativo de la fórmula (Bayes: Prob final de H es prob condicional a Prob inicial de H por la Prob del resultado empírico supuesto que H ~~es~~ fuera cierta) . Toda alternativa visible debería tener entonces una creencia inicial no nula.

Estas desgracias solo pueden ocurrirles a los que se aferran mecánicamente a las fórmulas; hay inconveniente en rehacer todo el planteo del problema cuando uno se da cuenta que había cometido un error tan grave como despreciar por completo una Hipo que luego resulta tener ciertas pretensiones a la validez.

Hay también otra extraña superstición sobre que la lógica de las Hipos es incompleta, en el sentido que Si H_i y H_j son Hipos, tal vez " H_i o H_j " no lo es, o incluso " $\text{no-}H_i$ " no lo sea. Todo eso está relacionado con la falta de aditividad del concepto técnico de Verosimilitud (Lik) y sus supuestamente profundas diferencias con el de Probabilidad.

Aceptada una definición de Prob cualquiera, se llama Lik de una Hipo en base a cierta Info empírica, a la Prob de obtener esos resultados suponiendo que H fuera cierta (probab. condicional). Es decir: $\text{Lik}(H, \text{dada Info}) \stackrel{\Delta}{=} \text{Prob}(\text{Info}/H)$.

Se dice enfáticamente -el mismísimo R. Fisher, inventor del concepto- que Lik no es una probabilidad, en el sentido que, si sumo $\text{Lik}(H_i, \text{dada Info})$, para todas las alternativas H_i (en base a la misma Info) no tengo por que obtener uno, como ocurriría si fuese una distribución de probabilidad sobre las H_i (y como ocurre al sumar, para una H_i fija, sobre todos los resultados Info posibles). Esto es totalmente cierto, pero de una trivialidad tan grande como la de no meter el dedo en el ventilador. Si algún estadístico creyó alguna vez que esa suma tenía que dar uno, mala suerte. La inmensa mayoría no se equivocará en eso, pero sí puede confundirse cuando se le dice que Lik no es Prob, cuando por definición es una Prob.

Lo esencial es si las Lik de dos Hipos pueden compararse para darnos una idea de la credibilidad de esas Hipos. Y en efecto, la dan, aunque parcial: es la credibilidad suponiendo que lo único que se conoce es el resultado empírico Info (y las Probs que ambas Hipos asignan a ese Info). Justamente Lik se introdujo para medir el Apoyo que la nueva información da a cada

Hipo, en el sentido del aumento o disminución de creencia que esa Info justifica.

Se dice también que para tener derecho a hablar de probab, es necesario poder imaginársela con una frecuencia dentro de una población, y que es imposible pensar en poblaciones de Hipos. Aceptamos lo primero -por nuestro primer principio, creencia refleja de alguna manera la frecuencia-, pero no lo segundo. Una Hipo es una teoría o modelo de un sistema (que puede a su vez ser un conjunto de otros sistemas) y puedo imaginar fácilmente una población de sistemas similares a ese, pero regidos no todos por esa Hipo sino también por sus alternativas: tengo así un modelo de frecuencias para Hipos. Esto vale incluso para modelos estadísticos: no otra cosa es el enfoque de Gibbs en la Mecánica Estadística, en principio.

Volviendo ahora al sentido de Hipos compuestas lógicamente, como "Hi o Hj", se ve que con esta interpretación frecuentista, es perfectamente claro: está dado por la suma (si son excluyentes) de las frecuencias de las dos componentes. Lo que ocurre es que a veces no está clara la aplicación práctica de estas disyunciones: Si Hi es "la dispersión está entre 3 y 3,2", y Hj "la dispersión está entre 4 y 4,2", no se entiende a que se aplica "Hi o Hj". Pero sí se entendería si los intervalos fueran contiguos -3 a 3,2 y 3,2 a 3,4- porque entonces la disyunción significaría que la dispersión está entre 3 y 3,4, que es una Hipo perfectamente admisible. Lo que podemos deducir de esto, en resumen, es que hay combinaciones lógicas de Hipos que sirven para nada, y otras que sí; pero sirven o no, no traen ningún problema de consistencia o formal en general y por lo tanto no se las puede rechazar en abstracto. Con ese criterio cada vez que obtenemos un álgebra a partir de un conjunto de generadores deberíamos verificar que los nuevos miembros generados formalmente cumplen con algún otro criterio de existencia deducido de las aplicaciones. Esta es una idea que puede tener mucho valor, pero que habría que especificar y aclarar muy bien, porque traería bastantes complicaciones; siempre sería sencillo admitir todo y luego clasificar en útiles e inútiles.

Lo mismo pasa con la conjunción "y", pero aquí es posible simplificar la cosa exigiendo que las Hipos en cuestión -que son (así) alternativas frente a un problema- ya vengan dadas atómicamente, o sea con su máxima desgregación, y excluyentes.

Por otra parte se olvida siempre que también los datos en apoyo de las Hipos pueden ser com

jos, heterogéneos, de distinto peso, importancia o credibilidad, e incluso contradictorios entre ellos (pueden provenir de distintas fuentes). Cuando el que juzga es un grupo, se agragan las diferencias de opinión acerca de todo esto.

El resultado neto es que las Hipos se juzgan según diferentes criterios, no siempre reducidos a uno solo por combinación numérica, lineal o no. En tales casos, su comparación debe hacerse por algún método similar al propuesto por v. Neumann para dominación de imputaciones en la teoría de coaliciones, reemplazando jugador por criterio, ganancia por Lik según ese criterio, poder de una coalición por peso de un conjunto de criterios.

Notemos por último que hay otra interpretación frecuentista de la creencia en Hipos, que ~~se~~ se aplica de contrabando a cada asunto: podemos llamarla "democrática" porque tiene tantos elementos autoritarios como la democracia real. La población es aquí el conjunto de los que tienen derecho a opinar sobre Hipos, y la frecuencia de H_i es el % de votos que se dan entre ellos. El uso de universos a priori de cierto tipo -gaussianos, p.ej.- se acepta sin mayores justificaciones aun en casos muy dudosos, y solo por comodidad, por seguir la corriente mayoritaria. Lo curioso es que a veces se leen negativas a comparar como Hipos alternativos dos clases de modelos a este nivel (normal o paretiano, es un caso importante), escudándose en la dificultad de hacerlo. Por ejemplo, si se usa Bayes, ¿cómo dar probabilidades a priori a ambas Hipos? No parecen darse cuenta que ellos ya están resolviendo ese problema, al aceptar de entrada una sola de las posibilidades.

7) Podemos ahora pasar en limpio nuestra posición ante el concepto de probabilidad.

Formalmente, tenemos un espacio Hipo formado por todas aquellas proposiciones (muchas pero pocas) a las que deseamos aplicar ese concepto: hipótesis, propuestas, proposiciones.

El concepto primitivo, dijimos, es "creencia", de un actor G en una H de Hipo por comparación con otra H', pero también introduciremos ciertos "grados absolutos de creencia" de G en una sola H, sin comparar.

Como guía heurística, creencia puede tomarse, en primerísima aproximación, como un sentimiento del tipo preferencia, importancia, placer, hambre etc. No se intenta con esto meter de contorno el clásico problema del status ontológico del creer o saber; es solo una analogía gruesa.

Los "grados de creencia" forman un conjunto de muy pocos puntos, ordenados linealmente: el máximo es "creo dogmáticamente", el mínimo: "niego dogmáticamente", un punto medio: "dudo", y tal vez dos intermedios, entre dudar y los extremos (o dos y dos).

Cada G asigna estos grados a un subconjunto de Hipo: el que es visible para él. $V(G,H)$ es el grado que le toca a H según G. Es una función definida solo sobre parte de Hipo, o dicho de otro modo, es una clasificación de Hipo en una parte invisible, otra negada dogmáticamente con un orden incompleto compatible *con ella*.

Esta ordenación cualitativa se propone reflejar un hecho empírico: cualquier proposición visible es fácilmente asignada a uno de estos niveles, y por heterogéneas que sean dos Hipos, podemos comparar su credibilidad en esta medida. Ella refleja los aprioris: WA y experiencia general.

La creencia relativa, $VR(G,H/H')$ servirá entonces para afinar la anterior, cuando H y H' pertenecen a la misma categoría. Si no, no hay nada que comparar: la que está en la categoría superior es la más creída. VR debe reflejar el apoyo específico, directo (empírico o teórico).

La creencia absoluta puede cambiar de un grado a otro, pero con mucha mayor dificultad desde las puntas (dogmas) al centro (duda) que a la inversa, y solo por acumulación de refutaciones empíricas de alto peso. Si se quiere mantener el lenguaje comparativo, puede decirse que se está comparando la hipótesis "cambiar la creencia en H" con la "hipótesis nula" de dejarla como está.

La creencia relativa es más lábil, pues afecta poco al WA, por definición.

VR es un orden parcial, pero que es lineal en aquellos conjuntos de hipótesis que constituyen

las alternativas de un problema. En principio, proposiciones que no estuvieran vinculadas a ningún problema del cual fueran posibles respuestas no tendrían por que ser comparables en credibilidad. Sin embargo, como hay muchos niveles de generalidad de problemas, y hay relaciones lógicas de inferencia entre proposiciones, la comparabilidad resulta casi completa en ciertos campos del conocimiento.

Hay que agregar ahora axiomas de compatibilidad entre creencia y conexión lógica (como que no puedo creer menos en una disyunción que en sus miembros, y trivialidades análogas para la implicación, negación y conjunción y cuantificadores). Por ahora no lo hago.

Otros axiomas:

Hasta aquí todo es cualitativo, pero para aquellos subconjuntos de Hipo ordenados linealmente es posible pedir una representación numérica. Definimos entonces:

Distribución de probabilidad: es toda asignación de valores numéricos reales positivos (o nulos) a los elementos de un conjunto C de proposiciones comparables según V_k , con tal que cumpla:

- respetar el orden dado por V_k entre los elementos de C .
- la suma de esos números vale uno.

A partir de esto se define la Prob de una parte cualquiera de C como suma de las Probs de sus elementos. De este modo vale automáticamente el otro axioma de Kolmogorov. *Como C es la más desafiante del problema en Hipo, las conjunciones de ellos son reales: los elementos de C son "átomos" para esta lógica.* El axioma b) es formal, pero muy cómodo para traducir esto al lenguaje de frecuencias. Sin embargo ya hemos visto que es antinatural en el lenguaje de Verosimilitudes. Todas las definiciones conocidas de probabilidad cumplen esos axiomas; las subjetivistas pues también analizan conceptos parecidos a "creencia".

Hasta aquí no hemos hecho más que dar un ordenamiento jerárquico a estos conceptos, pero el problema real, sustantivo, es como medir V_k y sus cambios, numéricamente si es posible.

Para esto ya hemos dado respuesta: la base de todo son las frecuencias observadas en poblaciones grandes pero no demasiado grandes (un Kol). De esas poblaciones hay muchas, o puede haberlas, y entonces se las trata como una serie de mediciones usuales, o muestrales. Si al hacer una nueva medición de frecuencias -sobre otra población- obtengo resultados "muy" distintos

modifico VR o las probs. correspondientes. Como se hace eso es el tema de la Estadística entera. Su base mas profunda está en el principio de Inercia que enunciamos mas arriba. Algunos estadísticos (Hacking) plantean que la probabilidad es una "propiedad física", ~~xxxx~~ del sistema en cuestión, como su peso, color etc. En primer lugar, nunca sería mas cierto las propiedades lo son en conjunto del sistema y su medio: no es propiedad de la moneda salir cara la mitad de las veces, ni siquiera de la moneda y el aparato de arrojarla (el "ch setup", que es el verdadero sistema en cuestión), sino en gran medida del observador que de la población y las condiciones. Eso porque el mecanismo de arrojar desaparece misteriosamente al terminar el experimento, y las frecuencias se atribuyen exclusivamente a la moneda. En segundo lugar, habría que distinguir entre propiedades estables e inestables, segun la localidad con que varíen en "el mismo" sistema. Estas últimas se representan por sus promedios y de ese tipo es la frecuencia. Pero aun así, su carácter anticausal para el caso aislado, es preferible que se la distinga de las magnitudes físicas usuales (así como es preferible llamar magnitud física al par posición/impulso en microfísica).

De todos modos es una discusión académica. Al tomar como primitivo "creencia" estamos recordando el papel del actor/observador, porque las Probs se usan para decidir y decidir es algo fundamentalmente humano. En toda medición física el papel del observador es importante, y nadie mide nada sin algún motivo, pues medir tiene un costo, pero en general nos desentendemos del efecto de la medición sobre el observador. En Prob lo esencial es la absorción de Información por el observador, su aumento de conocimiento. Toda medición física tiene también ese efecto pero el énfasis no se pone allí. En cuanto se lo pone allí, pasa a ser dominio de la Estadística. Por eso vemos a la Estad. como parte de la Epistemología.

8) Azar, variable aleatoria, proceso estocástico

Hay ciertas propiedades -que llamaremos "asimétricas"- para las cuales es muy diferente la dificultad conceptual de demostrar su existencia o la de sus negaciones: es esencial decidir sobre quien recaerá el peso de la prueba, como parte de la misma definición de la propiedad. Ejemplos ya mencionados son "existencia" e "igualdad" (dos cosas son iguales hasta que alguien muestre una diferencia; una cosa no existe hasta que alguien la muestre). Azar pertenece a esta categoría: "Todo es aleatorio hasta que alguien demuestre que ~~no es aleatorio~~ ^{tiene un valor}".

Según este enfoque -típicamente constructivo- lo aleatorio sería solo el residuo que por al
o descubrirle un orden)
no sabemos explicar causalmente. Es solo lo contrario de regularidad, orden.

Es en el fondo otra forma del principio de Inercia. Ya en Física ese principio dice que los
cuerpos se mueven uniformemente, una vez descontados los efectos de las fuerzas, y cuando e
no se cumple, buscamos nuevas fuerzas, incluso de nuevo tipo si hace falta, para completar
diferencia: inercia es pues otra propiedad asíétrica; es imposible demostrar que no existe
del mismo modo, la presencia de azar es solo un desafío a buscar (una regularidad o
nen. Pero mientras tanto, y como eso no es tan fácil, se le han encontrado aplicaciones prá
ticas; claro que ellas no reposan entonces sobre bases muy firmes, pues en cualquier moment
lo que se había declarado aleatorio puede dejar de serlo.

De ahí derivan las pseudo-dificultades conceptuales de las tablas de números al azar. Es que
una cosa es dar recetas prácticas para construir tablas o seleccionar muestras o diseñar ex
perimentos aleatorios, y otra muy distinta es examinar los resultados de una aplicación conc
ta de la receta, que puede perfectamente mostrarnos algún orden inesperado.

De paso, las tablas al azar confirman nuestro rechazo de poblaciones muy grandes: en tablas
muy largas es muy probable que aparezcan secuencias parciales con aspecto poco aleatorio, y
que sería una barbaridad utilizar.

Es curioso, a este respecto, que para lograr esas tablas, se recurre a procesos bien determ
nistas (incluso matemáticos, como los basados en los decimales de pi), y no se les pueda te
confianza a fenómenos que físicamente son declarados aleatorios (como el ruido (término
trónico, que resulta regularizado, ordenado, por los procedimientos de medición). Algunos d
cen que las personas imaginativas son los mejores procesos para construir tablas de azar, p
eso es solo porque tratan conscientemente de evitar regularidades, de modo que cada nuevo nú
ro que agregan toma en cuenta los anteriores. En resumen, la única forma conocida de garant
zar un azar aceptable es no dejarlo al azar.

Esto se debe al carácter asíétrico de esa propiedad. Azar es sinónimo de desordenado, si
cluimos en orden el orden causal. Pero los órdenes (o regularidades
que hemos encontrado, percibido e incorporado a nuestra WA.

El mecanismo es siempre por inercia: sistemas similares deben tener comportamientos similares y la relación entre las variables que definen la similaridad es una regularidad. Luego la experiencia muestra disimilaridades inesperadas de comportamiento, y entonces se les busca explicación (p.e.j., clasificando la población hasta volver a encontrar respuestas similares en clase, y buscando variables que las diferencien o caractericen), o sea nuevas regularidades. Mientras esos ensayos fracasan, las discrepancias se adjudican al azar, a menos que experiencias de nivel jerárquico superior hayan descubierto -como regularidad- que esos tipos de discrepancias siempre tienen explicación.

Es decir, funcionamos como si tuviéramos genéticamente implantada la teoría de que no hay azar, que todo está determinado (Laplace), y que solo hace falta descubrir ese orden. Es propiedad conjunta del mundo y sus observadores, con el énfasis en estos últimos.

Por lo tanto, en cada caso, azar debería definirse como lo que ^{no} muestra regularidades de una serie de tipos dados explícitamente, y ad hoc para el problema.

Así, puedo usar una receta cualquiera para tomar muestras, pero un vez tomadas, debo verificar que ~~existen discrepancias~~ no poseen ninguna regularidad de las de una lista dada (que si se ampliará en el tiempo), elegidas porque, por una regularidad de nivel superior, creen su ausencia es que ~~son~~ suficientes para garantizar que las frecuencias de la muestra serán similares a las de la población total.

En otro lugar discutiré las relaciones entre orden, información, heterogeneidad, entropía. Algunos autores usan "azar" como término primitivo (Edwards). Otros proponen definiciones para uso de problemas especiales: así Oskar Lange ("On statistical regularities") diferencia esencialmente entre factores sistemáticos y aleatorios. Estos últimos son las "causas incidentales" (como un canceroso que muere de un accidente). Dice que aunque se conozca la causa esos factores incidentales, no dejan de ser aleatorios para el fenómeno en estudio. Como propuesta terminológica sería discutible, pero Lange le da contenido metafísico.

9) Lo que hemos dicho sobre participación del WA en todos los aspectos de la Estadística, nos permite atacar de frente otra famosa polémica: el principio de indiferencia, o de razón insuficiente, o de equiprobabilidades a priori. Se lo enuncia diciendo que "en ausencia de

información pertinente, todos los casos posibles son igualmente probables".

Dicho así no resiste fáciles críticas, como las que resultan de transformar variables: si t y trabajando con precisión 0,1, un intervalo unitario queda dividido en 10 partes, y en ausencia de todo dato experimental debo suponer que la variable x tiene la misma prob de estar en cualquiera de ellas. Pero como lo mismo pasa para x^2 , o $\sin x$ etc, se obtienen distribuciones diferentes para x según de cual de esas funciones partamos.

Para nosotros, es imposible "carecer de información pertinente", porque WA está lleno de sugerencias para todo problema que seamos capaces de comprender y plantear. En particular la elección de las alternativas -casos posibles- se habrá hecho tomando en cuenta consideraciones de nivel más general, como los procedimientos concretos de medición que se tienen en vista. Así, cuando elijo mi variable x es porque me interesa x , y no x^2 , y al dividir el intervalo en diez partes iguales lo hago como consecuencia de una inmensa serie de experiencias anteriores, que me dicen que esa división es la más adecuada a mi problema, y que en casos similares da buen resultado comenzar con una distribución uniforme. Las seis caras de un dado son equiprobables en ciertas condiciones que una larga experiencia con sistemas mecánicos macroscópicos con simetría cúbica me permite describir bastante exitosamente.

En general, y para cada tipo de problema, WA es capaz de sugerirnos una división en casos hipótesis que podemos considerar equiprobables antes de la aparición de nueva información. Esto se aplica también al problema de las escalas en estimación puntual, cuya elección correcta hizo discutir tanto incluso a gente como Fisher. Es mi esquema del mundo lo que me hace creer que cierta escala es más apta, o producirá distribuciones uniformes. Nada tiene que con esto el argumento de "si no supiera nada.."; en mi país contestaríamos "y si las vacas laran llovería mierda".

Ya mencionamos también como, por horror a asignar probs a priori a diferentes tipos de modelos estadísticos, se termina generalmente adoptando uno solo entre todos, sin justificación.

Nótese que quienes adoptan como idea primitiva la elección al azar, están usando implícitamente que todo miembro de la población tiene la misma prob de ser elegido.

Las probs a priori, iguales o no, no pueden ser rechazadas a priori, porque son información teórica, vía WA. Para rechazarlas, hay que justificarlo mediante un análisis, como para cualquier otro tipo de información.

10) Cuando llega el momento de aplicar los resultados del análisis estadístico lo hacemos en casos individuales, separados, cada uno de ellos único (aunque la decisión pueda referirse a una población). Surge entonces la vieja duda: ¿con qué derecho aplicamos a un caso resultados que valen solo estadísticamente?

Como este problema está muy ligado al de la inducción, y más en general al del comportamiento racional, no lo profundizaremos aquí.

Es este decir, por ahora, que todo el objeto del análisis estadístico es dar recomendaciones en el caso único: partimos de problemas, y en vista que otros métodos posibles han dado muy mal resultado, la evolución nos ha seleccionado este, que no es tan malo. De esos otros métodos hay muchos, algunos utilizados por hombres o máquinas poco inteligentes. Podríamos actuar si siempre fuera a repetirse el último resultado observado en un caso similar, sin tomar en cuenta ningún otro, o elegir por medio de una ruleta, o consultando a un ^{astrólogo} ~~adivino~~. No hay "razón" para que esos métodos no den buenos resultados, pero el hecho es que hasta ahora no han dado, y por el principio de Inercia creemos que tampoco los darán mañana. Cuando se descubra algo mejor, seguramente se lo adoptará y los estadísticos se quedarán sin trabajo.

No hay pues necesidad de buscar "disculpas", como que el método estadístico nos asegura que después de un gran número de casos ^(a lo largo de toda mi vida) únicos el balance total resultará favorable aunque esos casos sean muy heterogéneos (lo cual es verdad). O como el argumento de Peirce -coherente con nuestro enfoque- de que ese balance debe además medirse sobre la totalidad de los hombres: solo para los problemas de un solo individuo (que podría morir de inmediato).

El problema no se resuelve por ese camino, pues nadie puede demostrar lógicamente que las frecuencias no van a comenzar a cambiar dentro de 5 minutos, como hizo notar Hume. No hay demonstración sino un hecho empírico, seleccionado evolutivamente.

De todos modos es curioso que hay métodos de estimación que dan mejor apoyo para un caso determinado, y otros en promedio.

11) Dispersión.

Si cada vez que esperamos resultados iguales estos fueran realmente iguales, idénticos, no habría falta la Estadística. Pero no es así, y por eso hablamos de resultados "similares", que son los que obtenemos cuando ya se han eliminado todas las diferencias que pueden tener estos sistemas, causales, y queda solo el residuo aleatorio.

Sistemas similares (o sea coincidentes en todos aquellos factores causales u ordenadores que hemos descubierto y suponemos pertinentes), en condiciones similares (en el mismo sentido) muestran entonces resultados no idénticos para una misma variable o indicador, y esa heterogeneidad está en la base de toda la inferencia estadística. Si es pequeña, será fácil diferenciar los efectos de distintas hipótesis; si es grande, los confundirá, y sugerirá tal vez la presencia de otros factores explicativos no detectados.

Esa heterogeneidad se mide numéricamente mediante un parámetro (no unívocamente definido) que se llama dispersión, cuya caracterización axiomática daré mas abajo.

Todo mi programa de trabajo en Estadística puede resumirse en la intención de explorar todas las aplicaciones generales de este concepto, tomándolo como básico (a partir de frecuencias).

Una población tendrá entonces una heterogeneidad o dispersión pequeña para ciertas variables (prefijada por la definición de similaridad entre sus miembros), y una dispersión resultante para cierta variable medida en ella. Los resultados o valores posibles de esa variable, aparecen cada uno con cierta frecuencia, que solo es singular (100% para un valor) en casos excepcionales. Una hipótesis estadística para esa variable es una predicción de esa distribución de frecuencias para ciertas poblaciones. Por supuesto hablamos de valores cuantitativos o cualitativos, escalares o múltiples (arreglos o matrices).

La dispersión es una de las características de una distribución; habrá que decidir, según el tipo de problema, si se la hace depender también de los valores mismos de la variable, o no.

Para mediciones cuantitativas, y especialmente en teoría de errores, nuestra WA nos inclina a creer que existe un "verdadero" valor de la variable medida, al cual se superpone un "ruido" o perturbación aleatoria que es la culpable de que la dispersión no resulte singular, indicando directamente cual es ese valor verdadero. WA nos sugiere también que esa verdad tiene que buscarse en el "centro" de la distribución, pero deja mucha libertad de interpretación el significado exacto de "valor central".

Se desea que el valor central esté lo más cerca posible de la verdad, pero como esta es desconocida, hay que suponer previamente que la f es una representación borrosa de la v . Lo que se pide es representar la distribución- f entera por alguno de los valores posibles:

que "mejor se ajuste" a los datos obtenidos; pero bien sabemos que hay muchos candidatos: la media, el modo, la mediana y otros. Entonces por carácter transitivo, el ajuste será una buena representación del valor verdadero. Por supuesto, queremos saber también cuánto de "buena" es esta representación.

Es bien sabido que una vez elegida una definición de dispersión, hay una manera canónica de deducir de ella una receta para el valor central. Para eso solo hace falta introducir el concepto de "dispersión con respecto a un valor fijo", lo que no trae dificultades, y luego definir "central" como aquel valor con respecto al cual esta dispersión es mínima.

Así se resuelve el problema de ajustar un conjunto de datos mediante un valor central. Los problemas de reducción de datos son de este tipo. Los modernos son los de estimación, puntual. Este ajuste se refiere entonces a una dispersión aleatoria, inexplicada.

Dijimos que hay dispersión debida a ciertos factores que varían a través de la población (como el tiempo, cuando la población se forma por mediciones en instantes sucesivos). Si esos factores son ya conocidos, se presentan entonces los problemas de ajuste de curvas a modelos matemáticos, o sea de elección de la estructura matemática y estimación de sus parámetros. También aquí el criterio es minimizar alguna dispersión.

Si los factores son desconocidos, se trata de hallarlos bajo la premisa de que el modelo de tener una forma funcional dada a priori (en la práctica, siempre lineal), y que su número también está prefijado. Este tipo de ajuste conduce a los problemas de componentes principales, análisis factorial en general.

Cuando los valores son cualitativos (pero muchas veces también cuando son cuantitativos), el problema típico de ajuste es clasificar la población, agruparla en un mínimo número de clases que tengan pequeña dispersión interna cada una y que difieran mucho unas de otras. Esto conduce a los métodos de taxonomía numérica.

Mucho menos se ha utilizado la dispersión, directamente, como criterio para diferencias entre hipótesis estadísticas, medir compatibilidad de un sistema con una población (grado de pertenencia a un conjunto "borroso") o con una hipótesis (apoyo). Sin embargo el camino es natural: se trata de medir la modificación de las dispersiones al mezclarlas o agregarles nuevos datos. Dos f pueden considerarse parecidas si tienen casi la misma dispersión, t

aisladas como después de mezclarlas. La compatibilidad de un nuevo dato con una distri-f (población o hipótesis) puede medirse por la modificación que produce en su dispersión, en el valor central deducido de esta.

Todo parte de que la confianza que tenemos en un conjunto de datos -que supuestamente mide la misma cosa- es tanto mayor cuanto menor es su dispersión.

12) Los axiomas para una función numérica real de una distri-f, $F = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ sobre valores posibles (normalizada a 1), podrían ser los siguientes, en los 3 casos típicos:

a) Caso cualitativo: valores no cuantificados en magnitud ni en similaridad.

A-1: DISP es función continua de F, no negativa e invariante al orden en que se numeren los casos (es decir, a permutaciones de los índices 1 a n).

A-2: DISP(F) es mínima, para un problema dado, cuando F es singular (todos los resultados les). Convencionalmente, ese mínimo se toma igual a cero.

A-3) Agregación: si cada valor se descompone, por mayor precisión, en varios otros, y se mide la DISP de c/u de estos nuevos conjuntos, entonces la nueva DISP total es suma de la anterior y las de estas desagregaciones (*ponderando los sumandos según el n.º de miembros de \mathcal{U}*).

A-4: DISP es máxima para la distri-f uniforme: todos los f_i iguales a $1/n$.

b) Caso de valores cuantitativos en magnitud, y similaridad deducida de ella.

A-1 queda igual. Se modifican los demás porque ahora lo que se define es "dispersión con respecto a un valor fijo v":

A-2: DISP(F,v) es mínima (nula) cuando el valor de la variable es v en todos los casos en los que f_i no se anula. (v fijo, F variable).

A-3: Vale lo análogo al A-3 cualitativo para ciertos valores fijos referentes a la población total y a los subconjuntos de desagregación (valores centrales).

A-4: DISP es máxima para la distri-f concentrada por mitades en el máximo y mínimo de los valores de la variable.

A-5: en este caso cuantitativo hay que agregar alguna condición sobre dependencia de v, como por ej: $\text{DISP}(F, a.v + b) = f(a) \cdot \text{DISP}(F, v)$, con f monótona.

c) Caso metroide: valores cualit. pero con definición cuantit. de similaridad entre ellos: pequeñas modificaciones del caso a): ver mi artículo sobre rarezas.

El caso a) conduce unívocamente a la fórmula entrópica: $ENTP(F) = - \sum p_i \cdot \log p_i$

El caso b) la generaliza a: $-\sum R_i \cdot p_i \cdot \log p_i$, donde R_i es una función de las similitudes dadas ("rareza").

El caso b), con una forma adecuada de A-5, conduce a la desviación cuadrática media con respecto a v.

Todo este análisis está en sus comienzos.

13) Apoyo. Para nosotros es solo la variación de creencia relativa $VR(H/H')$ producida por ve información D. Koopman (Ann. Math. 1940) formalizó la relación "D apoya a H menos que I H' ", simbolizada: $H/D \leq H'/D'$. Sus axiomas son:

- 1) Si H implica lógic. a H', entonces $H/D \leq H'/D$ para todo D
- 2) Si D implica a H', entonces $H/D \leq (H \vee H')/D$ para toda H
- 3) Transitividad de \leq
- 4) $H/D \leq A/A$

Es fácil ver que estos axiomas pueden representarse en un algebra de conjuntos, siendo \leq la inclusión, y H/D el complemento de la suma $H \oplus D$, o sea $(H \cap D) \cup (\sim H \cap \sim D)$.

En esta interpretación, H/D equivale a D/H , lo cual quita interés al sistema. También resulta $H/D \leq H/E$ si E implica D, y H/D equivalente a $\sim H/\sim D$, pero estas dos relaciones son razonables.

Algunas "paradojas", como las que deduce Hacking, son inexistentes. Hack, parece no haber dado cuenta de que se trata de un orden parcial. De todos modos también podría aceptarse la propuesta de que el apoyo no estuviera definido para cualquier par H,D.



Los documentos que integran la Biblioteca PLACTED fueron reunidos por la [Cátedra Libre Ciencia, Política y Sociedad \(CPS\)](#). [Contribuciones a un Pensamiento Latinoamericano](#), que depende de la Universidad Nacional de La Plata. Algunos ya se encontraban disponibles en la web y otros fueron adquiridos y digitalizados especialmente para ser incluidos aquí.

Mediante esta iniciativa ofrecemos al público de forma abierta y gratuita obras representativas de autores/as del **Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología, Desarrollo y Dependencia (PLACTED)** con la intención de que sean utilizadas tanto en la investigación histórica, como en el análisis teórico-metodológico y en los debates sobre políticas científicas y tecnológicas. Creemos fundamental la recuperación no solo de la dimensión conceptual de estos/as autores/as, sino también su posicionamiento ético-político y su compromiso con proyectos que hicieran posible utilizar las capacidades CyT en la resolución de las necesidades y problemas de nuestros países.

PLACTED abarca la obra de autores/as que abordaron las relaciones entre ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia en América Latina entre las décadas de 1960 y 1980. La Biblioteca PLACTED por lo tanto busca particularmente poner a disposición la bibliografía de este período fundacional para los estudios sobre CyT en nuestra región, y también recoge la obra posterior de algunos de los exponentes más destacados del PLACTED, así como investigaciones contemporáneas sobre esta corriente de ideas, sobre alguno/a de sus integrantes o que utilizan explícitamente instrumentos analíticos elaborados por estos.

Derechos y permisos

En la Cátedra CPS creemos fervientemente en la necesidad de liberar la comunicación científica de las barreras que se le han impuesto en las últimas décadas producto del avance de diferentes formas de privatización del conocimiento.

Frente a la imposibilidad de consultar personalmente a cada uno/a de los/as autores/as, sus herederos/as o los/as editores/as de las obras aquí compartidas, pero con el convencimiento de que esta iniciativa abierta y sin fines de lucro sería del agrado de los/as pensadores/as del PLACTED, ***requerimos hacer un uso justo y respetuoso de las obras, reconociendo y citando adecuadamente los textos cada vez que se utilicen, así como no realizar obras derivadas a partir de ellos y evitar su comercialización.***

A fin de ampliar su alcance y difusión, la Biblioteca PLACTED se suma en 2021 al repositorio ESOCITE, con quien compartimos el objetivo de "recopilar y garantizar el acceso abierto a la producción académica iberoamericana en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología".

Ante cualquier consulta en relación con los textos aportados, por favor contactar a la cátedra CPS por mail: catedra.cienciaypolitica@presi.unlp.edu.ar