

SIMPOSIO

METODOS PARA LA GENERACION DE HIPOTESIS EN MEDICINA *

I INTRODUCCION A LA INVENTICA

JOSÉ NEGRETE-MARTÍNEZ †

La invéntica es un concepto que ha sido cristalizado por la palabra *l'inventique*, inaugurada en el título del libro *L'inventique: nouvelles méthodes de créativité* de Kaufmann, Fustier y Drevet.

La invéntica, según los acuñadores del término, no es más que una "ciencia" naciente, los balbucesos de algo que el hombre necesita explorar con creciente energía, si quiere salvarse del sistema de represión mental que él mismo ha generado.

Es difícil hacer hincapié en la necesidad de combatir la represión que ejercen nuestros sistemas educativos y científicos en contra de la creatividad y la producción creativa. Esta represión es una acción inevitable e intrínseca al magisterio y a la ciencia como instituciones. ¿Cómo podemos enseñar el conocimiento aceptado sin reprimir? o ¿cómo podemos evitar reprimir la nueva contribución a la ciencia, a base de la ciencia aceptada?

Nuestro dilema es el de balance de fuerzas. Por una parte, al reconocer la necesidad de construir un legado de conocimiento para la especie, debemos postular nuestros conceptos como ciertos e infalibles, para poder enseñarlos; pero por otra, debemos postularlos

falibles, provisionales y, a veces, sólo referencias si aspiramos a una nueva construcción.

Nuestro problema es entonces: ¿qué tanto los sistemas educativos, en su afán de enseñar lo aceptado, producen el efecto negativo de suprimir el cuestionamiento de aceptabilidad? Esto es a tal extremo crítico en la educación médica, que lo hemos calificado de "el trauma de educación". La invéntica de que se hablará en este simposio no ofrece una solución operativa al problema planteado, en el contexto de los sistemas educativos actuales. Pero sí expone los métodos para combatir la mencionada castración mental pedagógica y más ambiciosamente, también propone que estos métodos funcionan a manera de amplificadores de la inteligencia que estimulan la creatividad aun donde ésta ya existe.

Nuestro país es una comunidad en donde no podemos ya permitirnos el lujo de aceptar que nuestra supervivencia en el mundo competitivo en que vivimos depende de los pocos escapados a la acción traumática de los sistemas educativos. Tampoco debemos dejarnos convencer de que lo que conocemos, en un marco de "sentido común", puede resolver nuestros problemas. Es precisamente, como se verá a continuación, que la creatividad comienza cuando somos capaces de identificar, en las ideas generadas por los "campeones del sentido común" o en las ideas "firmemente estable-

* Presentado en la sesión ordinaria de la Academia Nacional de Medicina, celebrada el 25 de mayo de 1977.

† Académico numerario. Departamento de Biofísica. Instituto de Investigaciones Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

cidas", nuestras referencias, nuestro peor enemigo, el objetivo a combatir por nuestros esfuerzos creativos.

En el presente simposio, el doctor Derbez se ocupará de los métodos intuitivos. Algunos métodos, dentro de los llamados analíticos (o quizá mejor, menos intuitivos) serán presentados por la doctora Yankelevich, el matemático Espinosa, el actuario López y el que habla.

El énfasis en los métodos menos intuitivos obedece a la necesidad que el organizador de este simposio siente de impulsar la creatividad del investigador médico, con el auxilio de este tipo de técnicas, ya que ellas permiten una rápida evaluación de las hipótesis, de tal manera que suelen dejar un sedimento de maduración intelectual y autoconfianza que parecen ser dos ingredientes ausentes y extraordinariamente necesarios para nuestro desarrollo intelectual.

La brevedad del tiempo disponible explica la decisión de eliminar el tema del uso de la función transferente en la generación de hipótesis en medicina. Se remite al interesado al artículo de Yankelevich aparecido antes en esta revista (*GAC. MÉD. MÉX.* 113: 379, 1977).

Quien haya leído *L'Inventique* se dará cuenta de que en este simposio se amplía en forma importante el campo, tanto en los métodos intuitivos como en los analíticos. Mientras Kaufmann y colaboradores enfocan los métodos analíticos dentro de un marco de exploración de combinatorias promisorias, aquí se le enfoca a la acción central y cotidiana del investigador médico: correlacionar, clasificar, jerarquizar y generar modelos o teorías.

II METODOS INTUITIVOS

JORGE DERBEZ-MURO *

Nada me pareció más apropiado para iniciar la presentación de este tema que evocar las ideas expresadas al respecto por Claude Bernard, padre de la medicina experimental, cuya obra clásica, publicada en 1865, sigue siendo lectura obligada para los aprendices del método científico en el campo de la medicina.

Al inicio del capítulo II de su *Introducción al estudio de la medicina experimental*, en el capítulo que trata "*De la idea a priori y de la duda en el razonamiento experimental*", nos dice Bernard: "Todo hombre se forma ideas de primera intención sobre lo que ve, y es llevado a interpretar por anticipado los fenó-

menos de la naturaleza, antes de conocerlos por experiencia. Esta inclinación es espontánea: una idea preconcebida ha sido y será siempre el primer impulso de un espíritu investigador."¹

La "idea a priori" es una intuición, un presentimiento engendrado en el sentimiento, una imagen que se nos presenta a la conciencia de manera súbita, como una inspiración o iluminación. La idea misma es el descubrimiento; el razonamiento y el experimento servirán para confirmarla o desecharla, deducir sus consecuencias, inferir sus implicaciones, conducir a nuevos experimentos. Textualmente: "El sentimiento engendra la idea e hipótesis experimental, es decir, la interpretación anticipada de los fenómenos de la naturaleza. Toda la iniciativa experimental está en la idea, porque es ella la que provoca la experiencia. El razonamiento no sirve más que para deducir las consecuencias de esta idea y para someterlas a la experiencia."²

En otro momento de su reflexión añade: "Es un sentimiento particular, un *quid proprium* que constituye la originalidad, la inventiva o genio de cada uno. La idea nueva aparece como una relación inesperada que el espíritu percibe entre las cosas."³

Reconoce, pues, Bernard la importancia de la intuición como generadora de conocimiento, a la vez que reconoce que, en gran medida, tal capacidad es algo innato y algo sobre lo que, en principio, nada puede hacerse por fomentarla, por cultivarla. Dice así: "Los hombres que tienen el presentimiento de las verdades nuevas son raros; en todas las ciencias, la mayoría de los investigadores desenvuelven y prosiguen las ideas de una pequeña minoría. Los que hacen descubrimientos son los promotores de ideas nuevas y fecundas. Se da generalmente el nombre de descubrimiento al conocimiento de un hecho nuevo; pero yo pienso que es la idea, unida al hecho descubierto, lo que constituye en realidad el descubrimiento. Un gran descubrimiento es un hecho que da nacimiento a ideas luminosas, cuya claridad ha disipado un gran número de sombras y mostrado caminos nuevos."⁴

Señala también Bernard las variaciones espontáneas en la productividad del hombre de pensamiento original: "Ocurre que un hecho o una observación permanece largo tiempo ante los ojos de un sabio sin que nada le inspire; después, de golpe, sobreviene la iluminación y el espíritu interpreta el hecho de muy otra manera y encuentra relaciones totalmente nuevas. La idea nueva aparece entonces con la rapidez del relámpago, como una suerte de revelación súbita; lo que prueba bien que en este caso el descubrimiento reside en un sentimiento de las cosas que es no solamente personal, sino que es también *relativo al estado actual en que se encuentra el espíritu*".⁵ Subrayó esta última afirmación porque justamente es en relación con tal

* Académico numerario.

posibilidad sobre la que operan buena parte de los métodos de que más adelante hablaremos y los cuales tienden, precisamente, a estimular la presentación de estados de ánimo propicios a la espontaneidad y la inventiva.

Pues ahora es posible dar unos cuantos pasos más allá de las limitaciones observadas por Bernard, cuando añadió que no hay nada que pueda hacerse para tener ideas originales: "El descubrimiento es, pues, una idea nueva que surge a propósito de un hecho encontrado por azar o de otra manera. En consecuencia, *no podrá haber método para hacer descubrimientos* (el subrayado es mío), porque las *teorías filosóficas (idem)* no pueden tampoco dar el sentimiento inventivo y la justeza de espíritu a quienes no la poseen."⁶

Sin embargo, de tan tajante limitación, se contradice un tanto cuando señala algunas cosas que sí pueden hacerse con provecho, concretamente tres: 1) Aproximarse al objeto desde diversos ángulos, verlo sin cuidado, es decir, simplemente observarlo; pues las ideas, aunque surgen súbitamente, no surgen de la nada, sino de una especie de contemplación del objeto, de preocupación de fondo, de una *cuasi* obsesión o pensamiento ruminativo. 2) Esta observación bien puede justificar las experiencias de tanteo, un poco al azar, como para ensayar el "pescar a río revuelto": experiencias hechas sin hipótesis alguna, o sin hipótesis correctamente fundadas y formuladas, experiencias que no son todavía experimentos científicos en sentido estricto, sino meras "observaciones provocadas" de las que acaso pueda surgir una idea directriz. 3) Nos recomienda, en fin, permitir la expresión de la libertad y la iniciativa mediante la adopción de la actitud de duda filosófica, aunada a la fe en la capacidad personal de despejarla y de superar la vanidad que todo lo deforma. Fe a la vez que modestia y benevolencia, cuando concluye diciendo: "El investigador que quiera encontrar la verdad debe conservar su espíritu libre, calmo y, si fuera posible, no tener jamás, como dijo Bacon, el ojo humedecido por las pasiones humanas."⁷

Reflexionando sobre el pensamiento de Bernard citado líneas arriba: "... no podrá haber métodos para hacer descubrimientos, porque las teorías filosóficas no pueden dar tampoco el sentimiento inventivo..." Un razonamiento justo para su tiempo, limitado como estaba el hombre a disponer solamente, o casi solamente, de su razonamiento, de su pensamiento consciente y sólo de manera muy aleatoria y errática de su inconsciente, de su "ánima", ese caldero donde fermentan las ideas, donde pululan más bien al azar, donde se combinan y recombinan.

Bernard muere en 1878. Dos años después tiene lugar un hecho que servirá a Freud como estímulo fecundante para su invención del método psicoanalítico.

Breuer, amigo íntimo de Freud, le comunica el notable caso de Anna O., paciente histérica tratada por él en 1880, que al entrar en trance evocaba sucesos traumáticos de su niñez y los cuales no le eran accesibles en su estado de conciencia normal.⁸ Lo sorprendente: a tales catarsis sucedía la desaparición del síntoma histérico del momento. Cinco años después Freud trabaja con Charcot, de quien aprende que los síntomas histéricos no siguen la distribución anatómica, sino que parecen obedecer a las representaciones mentales, a las imágenes que el paciente se hace de sus órganos. Entusiasmado, Freud comunica a Charcot el hallazgo de Breuer. Charcot parece no darle mayor importancia a tal hecho, pero Freud ha encontrado en ese momento la punta del hilo rojo que lo llevará a atacar el problema de la curación de la histeria y con ello el descubrimiento y la conquista del inconsciente. Pues es trabajando con las histéricas como Freud va forjando el método psicoanalítico, el método de la libre asociación.

Pide Freud a sus pacientes que, en estado de relajación, permitan el libre flujo de ideas e imágenes a su conciencia y que las expresen sin ejercer ninguna crítica autoconsciente, que verbalicen cuanto se les ocurra, por absurdo, incorrecto, irrelevante o irrespetuoso que les parezca.⁹ Y esto es el psicoanálisis: una práctica de la libertad; un dejarse ir a las profundidades, un nadar y "pescar a río revuelto", un abandono experimental, la situación analítica de la conciencia normal, lógica, verbal, social, convencional, en busca de otras formas de conciencia y de expresión. Una práctica de la libertad, precisamente para liberar a la conciencia de las cadenas interiores, las impuestas por los "filtros sociales", por la sociedad en tanto que instancia represora y modeladora de las fuerzas inconscientes que constituyen el "carácter social": las "cadenas de la ilusión", como acertadamente las llama Fromm.¹⁰

Asociación libre, expresión simbólica de síntomas, gestos, actos fallidos y sueños, intuiciones del inconsciente que, en un segundo momento, se integran mediante el razonamiento discursivo, conceptual, dialéctico, sintético, a la situación existencial concreta del paciente.

Descubre así Freud las fuentes pulsionales de las pasiones humanas, descubre la estructura y el lenguaje del inconsciente, descubre tanto las fuerzas creativas, eróticas, como las fuerzas represoras y las perversas, destructoras y necrófilas. El creyó siempre, y sobre todo hacia el final de su vida, que estas fuerzas, las destructivas, eran superiores a las creativas y por ello cayó en un cierto pesimismo terapéutico.¹¹ Otros autores, sobre todo Jung, Fromm y Laing, subrayan, en cambio, la supremacía del potencial creativo sobre el destructivo y de ahí que alcancen niveles de liberación mayores que los alcanzados por Freud.

De ahí también todo el movimiento de protesta social, de contracultura y de búsqueda de métodos para explorar y desarrollar el potencial creativo de la mente, movimiento que cobra un impulso acelerado a partir del decenio de los cincuentas, en cuanto empezamos a salir del horrendo pasmo que nos produjo Hiroshima. Situados hoy en la coyuntura histórica de mayor riesgo para la humanidad —de un lado, poseedores de un arsenal atómico suficiente para matar 25 veces a toda la población mundial; de otro la pesadilla ecológica— situados, pues, ante el pleno descubrimiento del más enorme y monstruoso potencial autodestructivo que imaginarse pudiese, no tenemos otra esperanza que el incremento mayor aún del potencial creativo.

Se ha desarrollado así toda una serie de técnicas derivadas del psicoanálisis, tendientes a explorar y fomentar las capacidades de comunicación, la imaginación y la energía psicosomática: las terapéuticas de grupo, el psicodrama de J. L. Moreno, la terapéutica *Gestalt* de F. Perls,¹² la bioenergética de A. Lowen y J. Pierrakos.¹³ Más orientadas hacia el potencial creativo del cuerpo-sensibilidad y movilización de energías, se desarrollan el despertar sensorial, de C. Selver,¹⁴ la gimnasia orgánica y el "movimiento expresivo", de la "escuela de Bode", la "técnica Alexander"¹⁵ y la "reestructuración postural" de Ida Rolf. Se reexploran, por otra parte, también a la luz del descubrimiento de la dinámica y el lenguaje del inconsciente, las técnicas más antiguas de desarrollo interior: el yoga, la meditación, el zen, el Tai Chi Cuan. Se exploran incluso las posibilidades de las técnicas mágico-advinatorias: Tarot, I Ching, astrología.¹⁶ En fin, se pone al descubierto el valor explorativo de los fármacos psicodélicos.

Tan abigarrada variedad se conjunta en los "centros de desarrollo" —al modelo de los National Training Laboratories de Washington y del Esalen Institute, de Big Sur, California— que en el decenio de los 60 cunden por todo el ámbito de la cultura atlántica. (En México, yo exploré este campo en un "taller experimental de educación integral", el "Centro Tarango", que funcionó de 1970 a 1974.)

En contrapartida del destructor "lavado cerebral" nace la técnica del *brainstorming*, agitación turbulenta de la mente para desembarazarla de malezas y telarañas hasta dejar salir algo nuevo, fresco, creativo. Se descubre, pues, toda una serie de posibilidades, de aplicación de técnicas para fomentar la inventividad, acudiendo a la fuente creativa de la mente inconsciente. Kaufmann, fecundo investigador francés, las sistematiza en un conjunto organizado que llama "invéntica". En la obra que publica con este título¹⁷ describe estos métodos, agrupados en dos subconjuntos: los métodos analítico-matemáticos y los intuitivos.

Cinco son los métodos intuitivos descritos por Kaufmann: trituración, juego de palabras, analogía, analogía vivida e identificación. Se trata de técnicas, o de modos de pensamiento, que, desde luego, pueden ser utilizados individualmente —de hecho, son los procesos mentales que espontánea o deliberadamente han operado en los inventores, en los artistas y científicos, en las mentes creativas—; pero cuyo máximo valor se obtiene cuando se les utiliza deliberadamente en grupos, sobre todo si éstos son interdisciplinarios.

El propósito común de estos métodos es romper la barrera de la experiencia diaria, convencional; romper la barrera de las palabras y los filtros sociales; romper la rígida limitación impuesta por el modo dualista —sujeto/objeto— del pensamiento consciente. Romper, por otra parte la compulsión de orden sistemático, permitir así un lapso de caos y desorden —y no para reestablecer el orden, como en política, sino con la intención de buscar un nuevo orden. De otro modo dicho, de lo que se trata es de dejar vivir la imaginación y la fantasía, de dejar también hablar al cuerpo y de un tratar de volver a ver, a mirar, sin etiquetas ni anteojeras: mirar atentamente, *intuere*, ver de nuevo dentro de nosotros mismos para desde ahí tratar de ver dentro de los objetos.

Esta es la esencia del método psicoanalítico, tal como lo empleamos ya en el adiestramiento, ya en la práctica clínica o en la investigación socio-psicoanalítica; y tal como lo usamos tanto en relaciones diádicas como en relaciones de grupo en sus dos modalidades: un observador con un conjunto interactuante (terapéutica familiar, terapéuticas de grupo) o varios observadores con respecto a un solo tema —caso clínico o problema psicosocial.

En este terreno puedo decir que tengo una buena experiencia, de más de 20 años. No tengo, en cambio, experiencia específica en el campo de la invéntica propiamente dicha, es decir, en el trabajo con grupos interdisciplinarios con el propósito expreso de generar hipótesis de trabajo. Sin embargo, considero que los métodos intuitivos descritos por Kaufmann son de tal interés que bien vale la pena hacer aquí una descripción resumida de ellos, ilustrando la aplicación que de hecho han tenido mediante ejemplos tomados de la historia de la medicina.

1. La *trituration* tiende a la destrucción de la imagen convencional que tenemos del objeto, fenómeno o proceso cuya naturaleza queremos descubrir o ver desde otro ángulo, a otra luz. Sin miedo a tal destrucción, confiando en que a ella seguirá una reconstrucción creativa, el objeto es atacado mentalmente, empleando para ello cuanto verbo indique cambio, transformación: así, por ejemplo, agigantarlo, minuscularizarlo, invertirlo, fragmentarlo, transformán-

dolo en lo contrario. Un buen ejemplo de esto es quizá el descubrimiento por Semmelweis de la patogenicidad de la fiebre puerperal; aquí, él se atrevió a considerar al objeto como su contrario: el terapeuta como lo patógeno. Todo el concepto y la importancia que hoy día tiene el tema de la yatrogenia nace justamente de este acto de trituración, de ruptura de la imagen convencional que tenemos del médico como promotor de salud, la piroterapia del a neurosífilis y la convulsivoterapia de algunos estados esquizofrénicos serían otros ejemplos de invención basada en la inversión o transformación en lo contrario; esta vez, el concebir como terapéutico al objeto patógeno: la malarioterapia de Wagner von Jauregg y la convulsivoterapia por el choque cardiazólico de von Meduna. Y, por supuesto, toda la fecundísima idea de la prevención de enfermedad por vacunación es un bello ejemplo de minuscularización.

La trituración constituye, de hecho, el primer paso ineludible de la mente creativa. "El mundo, tal como es, —dice Kaufmann— está instalado alrededor nuestro tan ajustadamente que impide totalmente la idea de que podría ser de otra forma. . . Es necesario, por tanto, coger este mundo compacto, inmóvil y necesario y hacerlo añicos a pequeños martillazos, romperlo, ponerlo en ridículo, destruirlo o, más bien, destruir la idea que nos hemos hecho de él. . . porque esta inmovilidad no está en el mundo (sino que) existe en nuestros espíritus. . . Es una especie de ascesis espiritual lo que es necesario aceptar, para llegar a despojarnos del mundo tal como aparece y dejar en nuestros corazones y en nuestros espíritus el lugar para este mundo que todavía no existe, pero que está pidiendo formarse. La insatisfacción es la primera característica del investigador y del descubridor."¹⁸ Y del creador en general y del revolucionario, habría que añadir. Pues visto así, es evidente que la "trituración" mental del objeto es y ha sido el proceso básico, la herramienta fundamental del progreso no sólo de la ciencia médica, sino de toda ciencia empeñada en descubrir la realidad objetiva oculta tras la apariencia fenoménica convencional.

2. *El juego de palabras.* La idea convencional se expresa a través de las palabras convencionales, las que, como vehículos de cohesión social, nos sirven en primer término para identificarnos como componentes de un grupo que comparte una determinada postura ante la existencia y ante la estructura social. Así, la palabra, el *logos* distintivo del hombre, vehículo de expresión significativa, herramienta de la comunicación y el cambio cultural, es simultáneamente red que limita la mente a lo socialmente aceptado, a lo válido por validado, a lo simplemente pensable, nombrable, admisible. Jugar con ellas es, pues, una posibilidad de

liberar la visión genuina de la realidad con respecto a la red social represora. (Cuando todo mundo dijo cuán bello le parecía el vestido del emperador, he aquí que un niño aún libre exclama: ¡pero si está desnudo!)

Jugar con las palabras: juego habitual en el chiste, en el retruécano, el albur. Juego sistematizable en la invención si de manera deliberada nos ponemos a desmenuzar la palabra, recurriendo quizá tanto a la etimología y a la filología y la semántica, como al libre fraccionamiento del fonema, a la libre asociación por sinonimia, antonimia o similitudencia, contraste o cacofonía. El más ilustre ejemplo en el campo de la medicina nos lo proporciona Hipócrates mismo, cuando se rehusa a aceptar la palabra "sagrada" como rasgo objetivo, inherente, de la epilepsia. Aquí, el espíritu hipocrático, siempre atento a la observación empírica, choca violentamente contra el pensamiento convencional, sacralizante de la palabra misma.

Ya lo hicimos notar anteriormente: fue así, precisamente así, como se inició la invención del método psicoanalítico, a partir de la libre asociación; libre asociación de ideas y de palabras expresadas con toda libertad en la situación experimental analítica. Y ciertamente Charcot no descubrió la histeria masculina por un juego de palabras, sino por la atenta observación de los fenómenos; seguramente su espíritu no se dejó atrapar por la palabra carcelaria, como aconteció, en cambio, a aquellos reaccionarios vieneses que se indignaron ante las investigaciones de Freud: "pero, señor mío, ¿qué no sabe usted que *hysteros* quiere decir matriz? . . ."

3. *Superposición.* ". . . en esencia —subraya Kaufmann— el descubrimiento es una bisociación, es decir, el acto por el que se unen en el espíritu dos objetos, dos ideas, dos técnicas diferentes, susceptibles de combinarse mutuamente a fin de dar origen a un objeto, a una técnica totalmente nueva."¹⁹ Tal es el proceso de superposición: de pronto una idea, una percepción, se sobrepone al objeto que investigamos. Al sobreponer la idea de tonel de vino a la de tórax. Auenbrugger inventó la percusión. Hijo de tabernero, se acostumbró de muchacho a apreciar la cantidad de vino contenido en los toneles por la calidad del sonido obtenido al golpetearlos con los nudillos de los dedos. Dotado, por otra parte, de un fino oído musical —incluso era intérprete y compositor—, nada más natural que por analogía y superposición comenzara a explorar las densidades del contenido torácico mediante su invento percusivo.²⁰ Y fue también por un proceso de superposición como Laennec inventó el estetoscopio. Discípulo de Corvisart, quien había traducido la obra de Auenbrugger, Laennec estaba obsesionado por llegar a distinguir entre los sonidos cardíacos y los respiratorios. Todos sabemos bien la historia: un buen día se

le ocurrió enrollar una hoja de papel y colocarla como medio transmisor entre el pecho del paciente y su oído. Lo que a menudo no se dice es que la idea le vino cuando caminando por los patios del Louvre vió a dos chiquillos jugando un curioso juego, un juego de "oír a distancia"... Colocado cada uno de ambos en los extremos de una larga viga, uno de ellos mantenía su oído aplicado a la viga, en tanto el otro le enviaba mensajes con el fino golpeteo de un clavo. ¡Eso es!, debe haber pensado Lennec, ya que llegando esa mañana al Hospital Necker procedió a enrollar de inmediato su famosa hoja de papel.²¹

En su obra *Lateral thinking*, De Bono²² recomienda la exposición por parte del observador a una estimulación un tanto azarosa y abigarrada para favorecer la ocurrencia de la superposición. "Una buena técnica —dice— para producir ideas nuevas es la de exponerse deliberadamente a una multitud de estimulantes, vagando al azar por lugares que estén llenos de cosas, no buscadas expresamente: almacenes, bibliotecas, exposiciones, mercados, etc. No se busca nada deliberadamente... a menudo, son los objetos más incongruentes los que aportan las ideas..." De lo que se trata es de atender a todo, con una especie de *atención flotante*, no centrada en ideas preestablecidas, método éste o actitud mental, que es justamente la que Freud mismo recomendaba emplear al psicoanalista: "Al igual que el paciente debe decir todo lo que le pase por la mente, eliminando toda objeción lógica y afectiva que le induciría a seleccionar, también el médico debe estar en condiciones de interpretar todo lo que escucha, a fin de descubrir en ello todo lo que el inconsciente oculta, sin que su propia censura venga a reemplazar la selección a la que ha renunciado el paciente."²³

4. *Analogía*. Tanto la epistemología como la historia de la cultura, nos muestran que el pensamiento analógico es una de las formas de pensamiento más ambigua: tanto profundamente acertado como radicalmente equívoco. De hecho, la analogía consiste en una peculiar mezcla de pensamiento intuitivo y razonamiento discursivo, un caso de bisociación o superposición en el que más que un objeto concreto es toda una estructura o un proceso lo que se superpone a otro, por intuición de una similitud estructural o proporcional entre analogado y analogante. Es, pues, por intuición que se establece una hipótesis analógica y por observación, análisis, reflexión o razonamiento que se confirma o desecha.

Tanto en la historia de la ciencia como, específicamente, en el campo de la medicina, son notables y abundantes los casos de descubrimientos originados a partir de analogías muy fecundas. Cabe citar aquí dos ejemplos seleccionados por su trascendencia: uno, el

nacimiento de la idea de la patología celular; otro, el método para la interpretación de los sueños.

Virchow, fundador de la patología celular, formuló explícitamente el proceso de pensamiento analógico que lo guió en su lucha por establecer la doctrina de la patología celular, siguiente paso verdaderamente importante en medicina después de Bichat y su doctrina de la patología tisular. En la doctrina de Bichat, con toda su penetración y todo el avance que significó con respecto a la vaga patología humoral, las células no han adquirido aún la categoría unitaria —la dignidad, podríamos decir— que en realidad poseen; aún sería posible que se formasen células del tejido indiferenciado que Bichat denominaba "blastema" y que no es otra cosa que los exudados que aparecen en las lesiones inflamatorias. Virchow, un socialdemócrata activamente participante en el movimiento obrero que sacudió a toda Europa en 1848, enuncia su concepción analógica del organismo, analogándolo con el organismo social. "El organismo —dice— es como la organización social, una comunidad de órganos, en la que el más ínfimo de los elementos, la célula, tiene todo el valor que cada uno de los individuos, cada una de las personas."²⁴ Esta fue su intuición: sus estudios sobre las lesiones de la córnea le permitieron demostrar empíricamente las bases de la patología celular.

El método para la interpretación de los sueños, lenguaje por antonomasia metafórico, analógico, simbólico, se le reveló súbitamente a Freud, precisamente la tarde del 24 de julio de 1895, según él mismo lo relata y sin duda alguna por una bisociación analógica con los procesos mentales subyacentes a la formación de síntomas histéricos: los procesos de desplazamiento, condensación y dramatización.²⁵ El hecho de que tanto Jung como Fromm²⁶ hayan mostrado otras alternativas de interpretación del lenguaje onírico, en nada disminuye el carácter revolucionario del descubrimiento de Freud, ya que fue mediante esta herramienta, este método, como él pudo penetrar por la "vía regia" al campo de exploración de la estructura dinámica del inconsciente.

5. La *analogía vivenciada* "a la manera de psicodrama". Un paso más allá con respecto al método anterior es no solamente el de postular una relación analógica que dé lugar a ideas, metáforas y asociaciones, sino la vivenciación de la analogía mediante las técnicas del psicodrama de J. L. Moreno.²⁷ En este caso, los participantes en el grupo de invéntica actúan las diversas partes del objeto o sistema analogado. No deja de ser paradójico que esta técnica, nacida dentro del campo de la medicina —área de psicoterapia— no haya sido empleada aún propositivamente dentro de la medicina misma, por lo que sabemos, para la formulación de hipótesis de trabajo. En cambio, sí lo ha sido

en el campo de la industria y la administración, según lo confirma Kaufmann y se patentiza en un interesantísimo ejemplo en el cual la idea de "empresa" fue analógada con la de "asilo de locos".

Aquí, los invénticos se lanzan con todo su ser a la búsqueda de la creatividad del inconsciente. "... hemos visto —dice Kaufmann— principalmente en la elección de las analogías, en los trabajos de trituración, y en las superposiciones, cómo este inconsciente subía a la superficie constantemente y cómo trastornaba a placer estructuras conscientes y racionales. Pero esto no es suficiente: es necesario nadar más profundamente y tratar de sacar a la luz gran número de las espontaneidades ocultas; explorar más sistemáticamente el tesoro de las soluciones originales que llevamos dentro de nosotros."²⁸

6. *Identificación con el objeto.* Esta constituye un paso aún más allá con respecto a la técnica anterior. En la analogía vivenciada el investigador se identifica parcialmente con el objeto al prestarle su voz, al actuar un tanto como él, según le vaya saliendo espontáneamente en la interlocución con otros actores. Ahora lo que se busca es que se identifique más plenamente, a punto de *sentirse* el objeto, identificarse empáticamente con él. "El secreto del descubrimiento estriba quizá —escribe Kaufmann— en el compromiso de la persona, no sólo por desarrollar un razonamiento lógico, sino por su identificación con el objeto mismo de la investigación."²⁹ Hemos visto cómo la analogía vivida suscita en nosotros imágenes o lazos inconscientes, capaces de enriquecer la investigación. "(De lo que) se trata (ahora) es de un empeño físico y muscular por experimentar las reacciones que nosotros mismos tendríamos si fuésemos nosotros mismos el objeto de la investigación... (esta)... es una especie de antropomorfismo sistemático. Pero ¿no es nuestro cuerpo el instrumento supremo, polimorfo y capaz de toda adaptación? ¿Por qué pues no habría de proporcionarnos el esbozo espontáneo de las soluciones técnicas que buscamos?" Y más adelante: "Es necesario que en el transcurso de la investigación el investigador adopte, voluntaria y explícitamente, el papel del objeto estudiado. Se considerará palanca, molécula, papel, cerradura... (Y será) con la colaboración de sus manos, de sus pies, de su cuerpo entero, con lo que ha de tratar de encontrar la solución buscada."³⁰

Para ilustrar este proceso de identificación con el objeto, cita Kaufmann dos ilustrísimos casos relativos a Einstein y a Arquímedes. Einstein dijo: "No creo que las palabras del lenguaje escrito o hablado jueguen el menor papel en el mecanismo de mi pensamiento, el cual se apoya en imágenes más o menos claras de tipo visual y a veces muscular." A propósito de lo cual relata que desde su más tierna infancia se imaginaba

en el espacio persiguiendo un rayo luminoso.³¹ En cuanto a Arquímedes, de algún modo "fundador de la heurística moderna", tanto por sus descubrimientos como por el grito que según parece lanzó después del más célebre de todos: ¡Eureka! "lo encontré", nos recuerda Kaufmann³² a qué problema y en qué circunstancias se produjo. Ello fue cuando Arquímedes, al tomar un baño de tina, descubrió, por su propia inmersión, el método para discernir si una cierta corona obsequiada al tirano de Siracusa era o no de oro puro, como parecía y se le había dicho, y lo cual había que comprobar sin alterar en lo más mínimo la estructura física de la corona. Obsesionado por un problema irresoluble dentro del marco de sus conocimientos geométricos, la familiar observación del desplazamiento volumétrico por inmersión, le dio la clave, por referencia al dato conocido del peso específico del oro. La idea le vino al sumergir su cuerpo en el agua: así de identificado estaba con el problema.

No está por demás subrayar precisamente aquí que justamente éste es el método verdaderamente esencial del conocimiento psicoanalítico. En el proceso psicoanalítico, a fuerza de cientos de horas de compartir empáticamente las vivencias del paciente, es fatalmente inevitable que se produzca una "identificación con el objeto", es decir, con el paciente, tanto más profunda y vivaz cuanto menos represiones y proyecciones específicas y contratrasferenciales (es decir, inconscientes) tenga el psicoanalista. Esto es, repetimos, inevitable, pero sin duda rinde sus mejores frutos cuando de manera propositiva el terapeuta refuerza tal identificación mimificando al paciente en el gesto, la postura, el ademán, la manera de hablar.

Ahora bien: el campo de trabajo verdaderamente definitorio y prometedor en la invéntica queda configurado por la aplicación de estas diversas técnicas intuitivas en y por grupos de investigadores interdisciplinarios. Esta es, a su vez, una técnica amplia y claramente expuesta por Kaufmann. De ello no es del caso hablar ahora, sino acaso cuando y si dentro de algún tiempo los participantes de este simposio hubiésemos adquirido una experiencia viva como grupo de invéntica.

REFERENCIAS

1. Bernard, C.: *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Buenos Aires, Losada, 1944, p. 41.
2. *Ibid.*, p. 48.
3. *Ibid.*, p. 49.
4. *Ibid.*, p. 5 y 51.
5. *Ibid.*, p. 50.
6. *Ibid.*, p. 51.
7. *Ibid.*, p. 33.
8. Roberth, M.: *La resolución psicoanalítica*. México, Fondo de Cultura Económica, 1966, p. 463.
9. Freud, S.: *Estudios sobre la histeria* (1895). O.C., Madrid, Biblioteca Nueva, 1948, tomo I.

10. Fromm, E.: *Beyond the chains of illusion*. Nueva York, Simon & Schuster, 1962. Para su concepto de "carácter social" véase: *El miedo a la libertad*. Buenos Aires, Paidós, 1947, p. 294.
11. Freud, S.: *Análisis terminable e interminable* (1937). O.C., Buenos Aires. S. Rueda, Edit., 1956, tomo XXIII, p. 317.
12. Perls, F.: *Gestalt therapy*. Nueva York, Delta Books, 1951.
13. Lowen, A.: *Physical dynamics of character structure*. Nueva York, Grune & Stratton, 1958.
14. Brooks, C.: *Sensory awareness*. Nueva York, Viking Press., 1974.
15. Alexander, F. A.: *Resurrection of the body*. Nueva York, Maisel, University Books, 1969.
16. a) Mayananda: *The tarot for today*. Nueva York, Zeus Press, 1968. b) Rudybar, D.: *The astrology of personality*. Nueva York, Doubleday, 1975. c) Wilhelm, H.: *Eight lectures on the I Ching*. Nueva York, Harper, 1969.
17. Kaufmann, A.: *La invéntica. Nuevos métodos para estimular la creatividad*. Bilbao, Ed. Deusto, 1973.
18. *Ibid*, p. 48 y 77.
19. *Ibid*, p. 80 y 109.
20. Sigerist, H.: *The great doctors*. Nueva York, Doubleday, 1958, p. 220.
21. *Ibid*, p. 268.
22. De Bono, E.: *The use of lateral thinking*. Londres, Cape Press, 1969. Cit. por Kaufmann. Op. cit., p. 57.
23. Freud, S.: *Obras completas*. Madrid, Ed. Biblioteca Nueva, 1948, tomo II, p. 328.
24. Sigerist, H.: Op. cit, p. 326.
25. Robert, M.: Op. cit., p. 143.
26. Fromm, E.: *The forgotten language*. Nueva York, Reinhardt, 1953.
27. Moreno, J. L.: *Who shall survive*. Nueva York, Nervous and Mental Diseases Publ. Co., 1934.
28. Kaufmann, A.: Op. cit., p. 72.
29. *Ibid*, p. 76.
30. *Ibid*, p. 76-77.
31. *Ibid*, p. 77.
32. *Ibid*, p. 77 y 78.

III ANALISIS DE FACTORES: SALUD PUBLICA

GUILLERMINA YANKELEVICH *

Una necesidad común entre los científicos es la de resumir los datos sobre las relaciones empíricas encontradas, de manera que ellos pueden ser abarcados por la mente humana. De este modo se construyen estructuras que conceptualmente son más organizadas que las ideas iniciales y el desarrollo de estos conceptos conduce eventualmente a la elaboración de teorías.

El análisis de factores constituye un excelente colaborador en los aspectos metodológicos de la investigación, señalados en el párrafo anterior; auxilia en el proceso intelectual de conceptualización, a través de su capacidad de *condensar* la información proveniente de un grupo de variables originales, en un grupo reducido de variables derivadas que se denominan factores, susceptibles de ser interpretados convenientemente dentro de la disciplina en estudio.

* Académica numeraria. Departamento de Biofísica. Instituto de Investigaciones Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Cada factor delimita y representa un área de posible generalización conceptual que es cualitativa y cuantitativamente diferente de otra área. Una vez generado el factor se procede a hacer explícito el grado de generalización que éste ofrece para las variables comprendidas en el estudio. La representatividad del factor se expresa cuantitativamente a través de la llamada "carga" del factor. A medida que la carga se aleja de cero, la representatividad del factor a la variable es mayor. Por la comparación de las cargas de diversos factores para una misma variable, se puede identificar cuál factor ofrece mayor generalización para ella.

Aplicaciones generales del análisis de factores:

1. Puede emplearse como procedimiento de prueba de hipótesis de las relaciones entre factores ya conocidos y un conjunto dado de variables.
2. Puede constituir un mecanismo de análisis exploratorio de posibles conceptualizaciones, cuando la cantidad de variables es tan grande que no permite hacerlo *in toto* con una lógica intuitiva.
3. Permite, como ya fue mencionado, la reducción de un número de variables en un conjunto menor de factores representativos. En la reducción, las nuevas variables responden por la mayor parte de la variabilidad relevante contenida en el conjunto inicial. Se considera, en consecuencia, que los factores generados son una representación operativa de la construcción conceptual derivada del grupo primario de variables.

Existen diversos procedimientos de factorización fuera de análisis de factores.

1. *Procedimientos lógicos intuitivos*. Por medio de ellos es posible identificar conjuntos pequeños claramente individualizables en el estudio; por ejemplo, las cuatro dimensiones más importantes de la física. La identificación intuitiva se realiza mediante una exploración de presencia conjunta de variables y del factor, de modo que si el porcentaje de ocurrencia es elevado, se considera que las variables en cuestión son manifestación del mismo factor.
2. *Métodos estadísticos de agrupación de variables*. Pueden considerarse, implícitamente, como procedimientos de selección de factores puesto que ofrecen una medida de asociación que resume y cuantifica las relaciones empíricas. Por ejemplo: el coeficiente de correlación, la covarianza, las medidas de distancia. Varias variables que en forma consistente se encuentran asociadas se discuten en forma conjunta y se

consideran como un factor. El método de "cúmulos" (*clustering*) es otra procedimiento estadístico de factorización, intermedio entre el intuitivo y el de análisis de factores propiamente dicho. Sobre este tema versará la siguiente presentación.

Se observa, entonces, que algunas de las funciones del análisis de factores se traslapan con otros análisis estadísticos como el de regresión múltiple, el análisis de discriminantes. En ocasiones estos procedimientos pueden ser incluso más eficientes y estadísticamente más fáciles de interpretar. Sin embargo, a pesar de que todos los procedimientos son cuantitativos, el análisis de factores es el único en el que el procedimiento de identificación de los factores no se realiza en forma intuitiva.

Los métodos más simples de factorización, sobre todo el intuitivo, presentan un conjunto de limitaciones que es posible superar con el análisis de factores y que a continuación mencionamos en forma somera.

1. Cuando el número de variables es muy elevado, aun conociendo una matriz de asociación entre ellas, no se logra identificar los factores.
2. En el análisis intuitivo en particular, y aun en los otros mencionados, el número de conceptos que en ocasiones son necesarios para describir las relaciones puede llegar a ser demasiado grande. En tal caso, el propósito primario del instrumento estadístico como una trayectoria de generación de hipótesis no se cumple.
3. Los análisis estadísticos, como todos los aquí tratados, presuponen la existencia de un modelo multivariado lineal, que liga a los grupos de valores involucrados. Cuando en un estudio de esta naturaleza se conocen dos de los tres conjuntos de valores implicados (variables, factores y ponderaciones) es posible utilizar cualquier tipo de análisis estadístico clásico para conocer el conjunto faltante (análisis de regresión por ejemplo). Si, por el contrario, solamente se conocen los puntajes de las variables y a partir de ellos se desea derivar conocimientos tanto de los factores como de las ponderaciones que generan la combinación lineal, se entra "de lleno" en el campo del análisis de factores.

Consideramos necesario en este punto el hacer una aclaración importante para aquellos investigadores que laboran en disciplinas que son usuarias de estos métodos matemáticos.

Las restricciones que impone la fundamentación teórica del campo de la estadística tienen carácter arbi-

trario dentro de la propia área de estudio. Sin embargo, ésta no es la situación cuando en disciplinas diferentes de la investigación científica se emplea la matemática como herramienta en la adquisición del conocimiento. En este caso, las restricciones mencionadas deben legitimarse dentro de la posición teórica que el investigador adopta en su propio campo. Diferentes teorías admiten distintos tipos de restricciones. Puede, incluso, acontecer que las restricciones de diversos análisis estadísticos generen diferentes tipos de soluciones, todas ellas aparentemente válidas. Solamente la discusión teórica dentro del campo de investigación específico permite discernir el nivel de realidad de las restricciones. La definición de esta situación es de tal importancia, que, en sí misma, constituye un criterio de selección entre las posibles teorías que compiten como posibles modelos representativos de la dinámica de un proceso.

En forma resumida podemos decir que el análisis de factores es un procedimiento estadístico que auxilia en el descubrimiento de las posibles relaciones existentes entre un gran número de variables. Estas relaciones se manifiestan a veces en forma tan compleja que son irreconocibles en forma intuitiva. Ofrece además la posibilidad de indicar cuantitativamente las relaciones de las variables con sus factores representativos y calcular los puntajes para los factores como sus ponderaciones en una combinación lineal, a partir del conocimiento de las variables exclusivamente. Esta herramienta puede ser empleada por el investigador para aclarar y organizar su conocimiento, lo cual puede desembocar en una elaboración conceptual y la generación de hipótesis dentro de su área de trabajo.

A continuación presentamos un ejemplo emanado de nuestra propia investigación, que ilustra el empleo del análisis de factores en el área de la salud pública.

El estudio en cuestión tiene el propósito de generar un perfil de salud para la República Mexicana. Dada la multiplicidad de variables que se usan como indicadores de la salud de una población y en virtud de que este concepto ha sido también definido de muy diversas maneras dependiendo de los objetivos y de las áreas de estudio de donde ellas provienen, nos propusimos evitar la selección *a priori* de una definición de salud. En la investigación se consideró a la salud como un complejo fenómeno de población, como lo son en demografía, por ejemplo, la fecundidad, la natalidad y la migración.

Planteada la salud de esta manera y siendo conscientes de que la dinámica interna de este complejo proceso es aún desconocida, nos propusimos emplear todas las variables que entre los especialistas se consideran como indicadores apropiados sobre estado de

Cuadro 1 Matriz de correlación entre un grupo de variables seleccionado como grupo óptimo para caracterizar "accesibilidad a la salud" en la República Mexicana (1970)

	PB	PV	PT	GM	PU	AC	HM	R2	R6	MP
PB	1									
PV	.76	1								
PT	-.73	-.80	1							
GM	.78	.86	-.76	1						
PU	.74	.84	-.87	.74	1					
AC	.80	.92	-.76	.93	.79	1				
HM	-.61	-.66	.63	-.61	-.71	-.68	1			
R2	-.51	-.38	.34	-.35	-.34	-.33	.62	1		
R6	.68	.71	-.73	.72	.82	.76	-.80	-.35	1	
MP	-.64	-.53	.57	-.48	-.59	-.48	.74	.82	-.60	1

Nivel de significación $\leq .10$

Para el significado de las abreviaturas véanse los cuadros 2 y 3.

salud o que de manera indirecta lo determinan, para tratar, con el auxilio de un análisis de factores (modelos de componentes), de identificar una posible estructura implícita en la gran cantidad de datos que se tienen al respecto. Con este planteamiento, los conocimientos adquiridos acerca de la salud deben ser una consecuencia del análisis, caso distinto de la mayoría de las investigaciones en las cuales se adopta una definición y dependiendo de ella y del indicador (o indicadores seleccionados *a priori*), es la naturaleza de la información que sobre la salud se obtiene.

Este análisis constituye el inicio de un estudio en el que se pretende elaborar un modelo explicativo de cómo "engranan" todos los elementos que participan

Cuadro 2 Indicadores empleados en el estudio de accesibilidad a la salud

CAPACIDAD DE OFERTA (POR ENTIDAD FEDERATIVA) DE RECURSOS EN SALUD

1. Total de unidades médicas (hospitales) (HG)
2. Total de inmunizaciones completas aplicadas (IT)
3. Total de consultas externas otorgadas (CE)
4. Número de camas de hospital (CH)
5. Número de habitantes por médico (HM)
6. Extensión territorial por médico (TM)
7. Número de exámenes de laboratorio (AC)
8. Gastos totales en servicios médicos (GM)

ESTADO ACTUAL DE SALUD

1. Esperanza de vida (EV)
2. Mortalidad infantil (MI)
3. Mortalidad preescolar (MP)
4. Mortalidad general (MG)
5. Mortalidad por causas (R1, R2... R10)
6. Morbilidad hospitalaria por causas (M1, M2... M17)

en la conformación del fenómeno de la salud de una población.

El análisis de factores se empleó inicialmente para realizar la selección de aquellas variables que mostrarán mayor consistencia en su dinámica conjunta para las entidades federativas de la República. En el cuadro 1 se muestra la matriz de correlación para el grupo que mostró ser el óptimo y fue constituido con las variables que obtuvieron las ponderaciones más elevadas en la primera componente. Este factor representativo del conjunto de variables ofrece una explicación de 77 por ciento de la variabilidad conjunta del grupo de indicadores dentro de las entidades.

La observación de las componentes generadas en el análisis nos condujo a proponer la hipótesis de que, en la República Mexicana, la salud es un problema de "accesibilidad" de la población. Planteado de esta manera, se encontró que las variables que determinan este nivel de accesibilidad a la salud pueden agruparse en tres subconjuntos que permiten explicar la naturaleza de su participación en la conformación de la accesibilidad.

Cuadro 3 Indicadores empleados en el estudio de accesibilidad a la salud

CAPACIDAD DE DEMANDA (POR ENTIDAD FEDERATIVA)

Económica

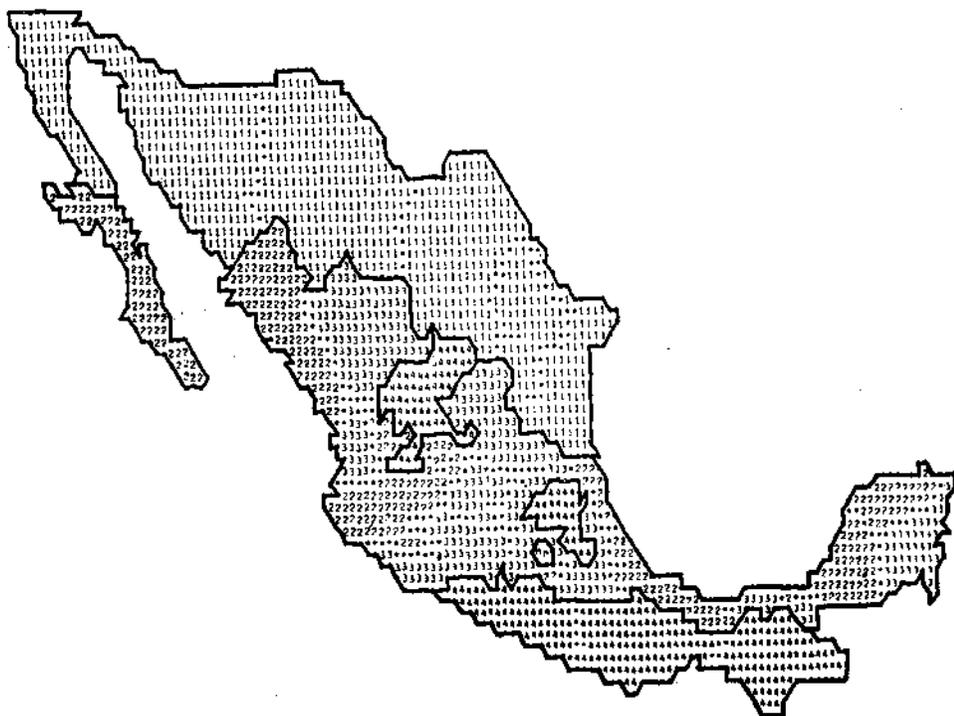
1. Producto bruto por habitante (PB)
2. Consumo de azúcar por habitante (CA)
3. Consumo de carne por habitante (CC)
4. Consumo de pan de trigo por habitante (CP)
5. Número de ocupantes de viviendas con piso de tierra (PT)
6. Número de ocupantes que no disponen de agua entubada (NA)
7. Número de ocupantes que no disponen de drenaje (ND)
8. Salario mínimo promedio (SP)
9. Densidad de población (DP)

Cultural

1. Población alfabetizada (PA)
2. Población con 12 ó más años de educación (PV)
3. Total de periódicos y revistas (DI)
4. Total de estaciones radiodifusoras y teledifusoras (RD)
5. Población urbana (PU)

Los subconjuntos mencionados se enumeran a continuación y las variables contenidas en cada uno de ellos, se muestran en los cuadros 2 y 3.

- a) Variables indicadoras de la capacidad de oferta de recursos en salud de las entidades federativas.
- b) Variables indicadoras de la capacidad de demanda de recursos en salud de la población.



1 Regionalización para el índice de accesibilidad a la salud

- c) Variables que habitualmente se emplean para orientar las políticas en salud y que constituyen indicadores de estado.

La generación del factor denominado de "accesibilidad a la salud", por medio del análisis, permitió obtener la regionalización de la República Mexicana que se presenta en la figura 1. En ella, se emplea arbitrariamente, el número 1 para representar los niveles más elevados de accesibilidad y el 4 para aquellos que son mínimos. Esta regionalización guarda una relación interesante con las generadas por otros autores para áreas geoeconómicas y para desnutrición, aspectos que se discuten ampliamente en la publicación extensa de esta investigación.

IV ANALISIS DE CUMULOS: SALUD PUBLICA

GUILLERMO ESPINOSA,* ARTURO LÓPEZ * y
GUILLERMINA YANKELEVICH †

El análisis de cúmulos constituye uno de los procedimientos utilizados habitualmente en diversas discipli-

* I.M.A.S. Universidad Nacional Autónoma de México.
† Académica numeraria. Departamento de Biofísica. Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

nas como un método de clasificación automática de datos. Así, la taxonomía biológica, la ecología, la psicología, la lingüística, la arqueología o la sociología, han sido usuarios de estas herramientas de clasificación.

El término *clasificación* ha sido empleado de muy diversas maneras y, en consecuencia, los métodos involucrados han sido aplicados para lograr muy diversos fines. En rigor, debiera aplicarse estrictamente a los *procesos de construcción* de un sistema de clasificación; la discriminación de objetos o subconjuntos de un conjunto y el diagnóstico o identificación de un elemento dentro de esta construcción, son aplicaciones consecuentes de la clasificación lograda.

La delimitación de actividades dentro del área de la clasificación es importante porque permite destacar los aspectos que constituyen un posible camino en el problema que nos ocupa, que es la generación de hipótesis. El uso de una clasificación para un conjunto dado implica necesariamente la selección de los atributos que se consideran relevantes para la construcción de la clasificación. Requiere, además, de la postulación de una *explicación* del origen de las similitudes (o disimilitudes) que asocian (o separan) los subconjuntos, explicación que debe estar justificada en forma consistente dentro de la teoría de la disciplina específica.

Este proceso de tránsito bidireccional, continuo, entre el procedimiento matemático de generación de la clasificación y la justificación teórica de las postula-

ciones implicadas, constituye un procedimiento heurístico para el investigador, que puede conducir al surgimiento de ideas novedosas y eventualmente a la generación de hipótesis originales en su disciplina.

En general, los métodos formales de clasificación no poseen una fundamentación teórica rigurosa como en otras áreas de la matemática; es hasta muy recientemente que se han hecho serios intentos para proveer de un sustrato teórico formal al análisis mencionado. No existe una solución óptima, ni siquiera única, en el

proceso de clasificación y no puede decirse, por ahora, que exista un algoritmo que garantice y conduzca al encuentro de una solución de este tipo. En consecuencia, son procedimientos no susceptibles de manejarse en forma de "receta", y solamente un conocimiento razonable de las propiedades matemáticas de estos métodos dan una justificación adecuada para su uso.

La evaluación de la contribución de estos procedimientos de clasificación *vs.* la de otros de naturaleza informal debe hacerse a través de su poder en la sim-

Cuadro 4 Tabla de descripción de los estados en términos de las variables escogidas (Yankelevich)

	PB	PV	PT	GM	PU	AC	HM	ME	R6	MP
Ags.	1819	56	3000	1148	63.61	0.42	1780	1577	447	86
B.C.N.	3601	77	1804	1532	84.37	0.58	1600	700	420	34
B.C.S.	3615	56	5002	234	53.91	0.42	1133	635	412	39
Camp.	2799	58	4433	850	63.89	0.42	1655	1107	384	51
Coah.	3801	79	3002	1523	72.83	0.74	1060	1132	580	68
Col.	1826	56	5247	145	69.29	0.35	1489	1714	433	117
Chis.	1079	21	6916	306	27.72	0.12	4140	2140	208	144
Chih.	2465	52	2629	795	65.47	0.48	1784	1073	532	59
D.F.	5508	161	638	3482	95.65	1.89	475	1207	619	51
Dgo.	1577	47	5298	755	41.43	0.21	2433	824	273	55
Gto.	1343	36	4485	636	52.11	0.22	3267	1895	274	127
Gro.	1146	34	7051	362	35.63	0.18	3715	1182	145	136
Hgo.	949	42	5564	305	28.22	0.12	3363	1050	218	129
Jal.	2338	61	3727	1005	68.52	0.49	1513	1435	477	78
Méx.	3175	54	3416	132	62.33	0.24	4091	1405	153	96
Mich.	1007	41	5542	327	46.13	0.13	2521	1212	330	82
Mor.	1634	81	4484	1111	69.97	0.48	1707	1038	333	78
Nay.	1694	59	5371	49	50.18	0.17	2542	1253	325	77
N.L.	5943	99	2057	2101	76.52	1.00	1107	565	473	44
Oax.	764	25	7373	159	28.27	0.13	5603	2242	153	212
Pue.	1335	42	4881	717	46.57	0.32	2370	1606	282	176
Qro.	1469	45	4939	598	35.67	0.27	2290	1727	276	130
Q. Roo	937	35	5825	41	36.36	0.25	1469	748	148	60
S.L.P.	1269	47	5551	681	39.00	0.23	2177	1193	275	116
Sin.	3285	63	5754	1139	48.07	0.45	1979	668	367	49
Son.	4910	60	3733	1422	66.52	0.60	1130	868	499	47
Tab.	1842	41	6300	519	33.46	0.17	2744	1194	233	86
Tamps.	3188	66	3356	1468	68.91	0.66	1324	554	471	43
Tlax.	589	57	4485	29	49.64	0.10	3005	1438	238	122
Ver.	2618	44	5130	1029	47.12	0.50	1963	1105	311	86
Yuc.	1652	64	4878	963	65.04	0.72	1039	1009	538	79
Zac.	870	28	5596	247	31.30	0.10	3717	1199	262	84

PB Producto bruto por habitante
 PV Población con 12 años de educación o más (%)
 PT Viviendas con piso de tierra (% de ocupantes)
 GM Gastos en servicios médicos por habitante
 PU Población urbana (%)
 AC Análisis clínicos por habitante
 HM Habitantes por médico
 ME Mortalidad por enteritis y otras enfermedades diarreicas
 R6 Mortalidad por tumores malignos
 MP Mortalidad preescolar

plificación y organización de un conjunto complejo de datos que conduzca a una sistematización tal que constituya una fuente fructífera de hipótesis.

Una objeción frecuente al empleo de métodos de clasificación de cualquier naturaleza es el hecho de que el procedimiento mismo implica, de manera inevitable, la pérdida de cierta cantidad de información. Ciertamente que una medida de similitud, que constituye una valoración promedio de las semejanzas y diferencias con las que contribuyen todos los atributos considerados tiene un contenido de información menor que la del grupo original. Sin embargo, esta aparente pérdida provee de un elemento representativo de una compleja cantidad de información que de otra manera no es manipulable por el investigador; tampoco debe soslayarse el hecho de que el contenido de información no es función exclusivamente de la variedad de elementos sino también del grado de organización en ellos; en el caso de una clasificación, este último se eleva en forma importante, no obstante la pérdida de variedad. El investigador es capaz entonces de detectar propiedades del conjunto en su relación con los subconjuntos que de otra manera no le son evidentes.

Una clasificación se justifica a pesar de la eliminación de información discutida cuando:

a) El procedimiento conduce al descubrimiento de un resultado relevante.

b) Se logra observar una constancia de resultados (invariancia) en las sucesivas exploraciones, por la aplicación del método.

c) Los resultados muestran consistencia interna y pueden ser justificados en el ámbito de los conocimientos teóricos de la disciplina de donde los datos provienen.

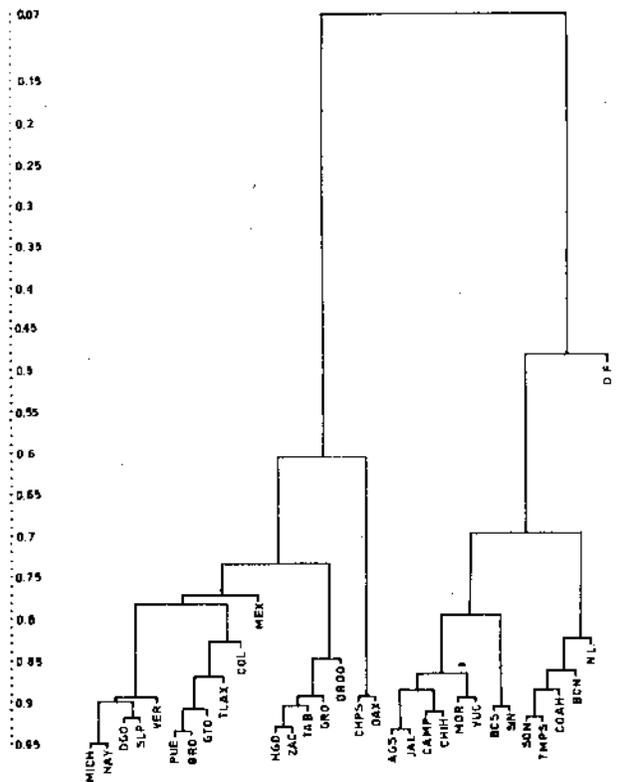
A los procedimientos matemáticos de clasificación se les ha denominado análisis de cúmulos. A continuación se ilustra, a través de un ejemplo de aplicación en salud pública, el procedimiento seguido por un análisis de este tipo para construir una clasificación de objetos. Se resumen, así mismo, los resultados y las hipótesis generadas con este procedimiento.

El procedimiento seguido por un análisis de cúmulos puede describirse en forma general, a través de dos etapas sucesivas:

a) Construcción de una medida de similitud (disimilitud) para los atributos que caracterizan los subconjuntos de un conjunto, que ofrezca una valoración cuantitativa del grado de variación entre los subconjuntos.

b) Representación del coeficiente de similitud obtenido (disimilitud) en un sistema apropiado de clasificación.

Dentro de esta descripción general, se engloba un gran número de técnicas de carácter muy diverso. Este



2 Dendrograma obtenido con el método de conexión completa. La clase A incluye los estados que van desde Michoacán hasta Oaxaca, la clase H incluye desde Puebla hasta Colima y la clase I incluye desde Hidalgo hasta Quintana Roo.

trabajo versará únicamente sobre lo que Jardine y Sibson² denominan "métodos jerárquicos de análisis de cúmulos".

Uno de los posibles puntos de partida para realizar el análisis en cuestión es una tabla en la que cada uno de los objetos para los cuales se desea construir una clasificación ha sido descrito en términos de un grupo de características seleccionadas por el investigador.

En el ejemplo escogido, los objetos son los estados de la República Mexicana y las características son los indicadores de salud que Yankelevich² seleccionó como grupo óptimo utilizando un análisis de factores.*

El propósito que se persigue a través del empleo del análisis de cúmulos en esta investigación, es la generación de una clasificación para las entidades de la República Mexicana por medio del grupo de indicadores sobre las condiciones de salud en las entidades federativas.

El cuadro 4 es la base a partir de la cual se calcula un coeficiente de asociación entre parejas de estados, considerando las diferencias que en cada una de las variables tienen las entidades en turno. En otras pala-

* El análisis de cúmulos es una técnica independiente del análisis de factores, lo cual, ciertamente, no impide que cualquiera de ellas se use como auxiliar de la otra.

bras, el coeficiente de asociación resume las diferencias que presentan entre sí cada par de objetos, para cada una de las características seleccionadas.‡

Los métodos jerárquicos, dentro de los de análisis de cúmulos, ofrecen la posibilidad de construir en forma gráfica un árbol de relaciones entre los objetos (dendrograma), a partir del coeficiente de asociación.

La figura 2 muestra el dendrograma resultante del análisis específico para la investigación mencionada. En él, figuran los estados de la República, un esbozo de los posibles grupos que con ellos se pueden generar y una mezcla que indica a qué nivel del coeficiente de asociación se pueden constituir estos grupos.

El proceso de generación de los agrupamientos depende en forma importante del criterio del investigador. En este trabajo se consideró pertinente el empleo de cuatro métodos que conducen a la generación de los grupos (conexión simple, conexión completa, promedio dentro de grupos y promedio entre grupos);¹ los resultados con los cuatro métodos fueron comparados entre sí, comprobándose que produjeron resultados semejantes. En virtud de esta consistencia, sólo

‡ El coeficiente escogido en este caso, fue el de Gower,² que iguala los rangos de variación de las características y calcula la asociación entre objetos simplemente como el promedio de las diferencias en todas ellas.

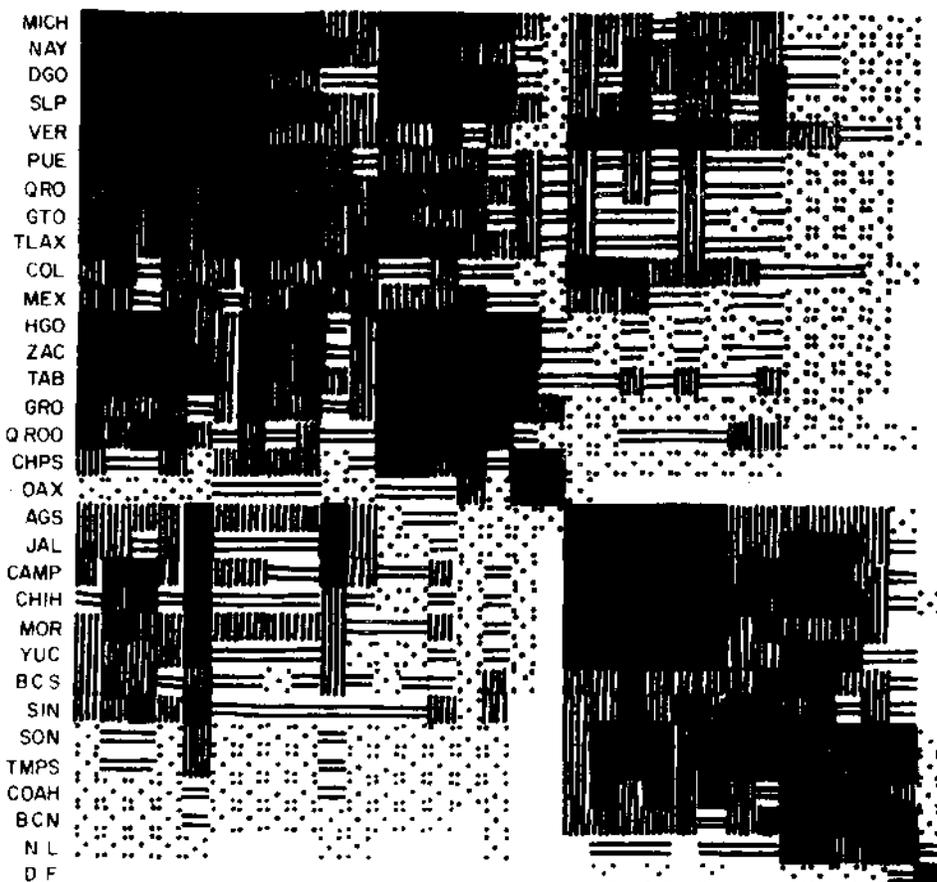
se presentan los resultados correspondientes al método de conexión completa.

Los grupos pueden identificarse en el dendrograma de la figura 2 de la manera siguiente: al trazar una horizontal cualquiera, su intersección con cada vertical delimita gráficamente un grupo. Si se parte del máximo nivel de asociación y progresivamente se va disminuyendo éste, las horizontales correspondientes trazadas generan una serie de colecciones de grupos.

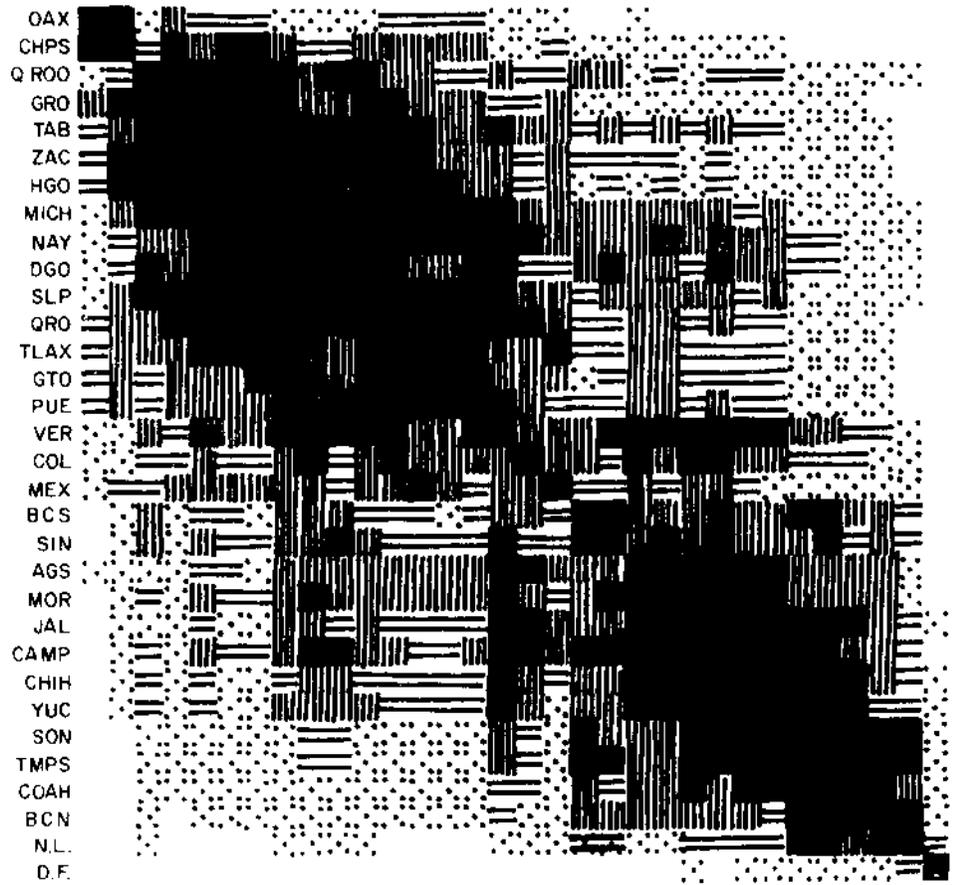
Cada grupo en el dendrograma se ha formado al nivel de asociación indicado. El significado de dicho nivel varía con el método jerárquico empleado; en el caso de la figura 2, significa que el coeficiente de asociación entre dos objetos en la clase A, por ejemplo, tiene un valor de cuando menos 0.603 dentro de un margen posible de 0 a 1.

De acuerdo con Jardine y Sibson,³ el aplicar un método jerárquico a una tabla de asociación puede deformar la información contenida en la tabla. Es necesario, por tanto, comparar la tabla de similitud con el dendrograma para determinar si se introdujo deformación, y en este caso, valorada por saber qué tan confiables son los resultados obtenidos.

La figura 3 reordena las entidades de acuerdo con el orden encontrado a través del dendrograma. Puede



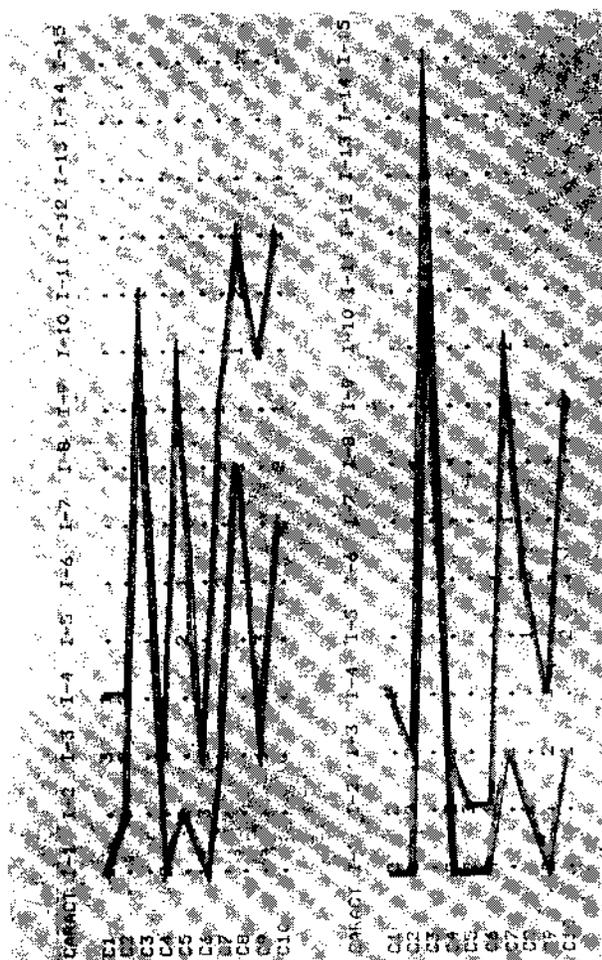
3. Tabla de asociación entre estados. La intensidad del sombreado sugiere la intensidad de la asociación. El orden de los estados corresponde al del dendrograma de la figura 2.



4 Tabla de asociación entre estados. El orden de los estados fue obtenido intuitivamente a partir de la tabla de la figura 3.



5 Clasificación de los estados. Los dos grandes grupos están marcados con líneas horizontales y verticales, respectivamente. Se indican también los subgrupos.



6 Gráficas de comportamiento de las variables en los grupos H e I del dendrograma.

decirse que dentro de límites razonables el dendrograma y los valores de la tabla de asociación generan

grupos coherentes. Algunos resultados interesantes de este análisis se indican a continuación.

a) A diferencia de los resultados comunicados en la investigación original de donde los datos provienen, en forma natural se generan cinco grupos homogéneos para las 32 entidades federativas con respecto a su valor de "accesibilidad a la salud". Debe señalarse que los cuatro grupos que se postulan en el trabajo anterior se generan en forma arbitraria (mera observación de datos y a través de un razonamiento lógico).

b) Se observa un ordenamiento lineal entre los cinco grupos, quedando el Distrito Federal en un extremo y Oaxaca y Chiapas en otro (fig. 4).

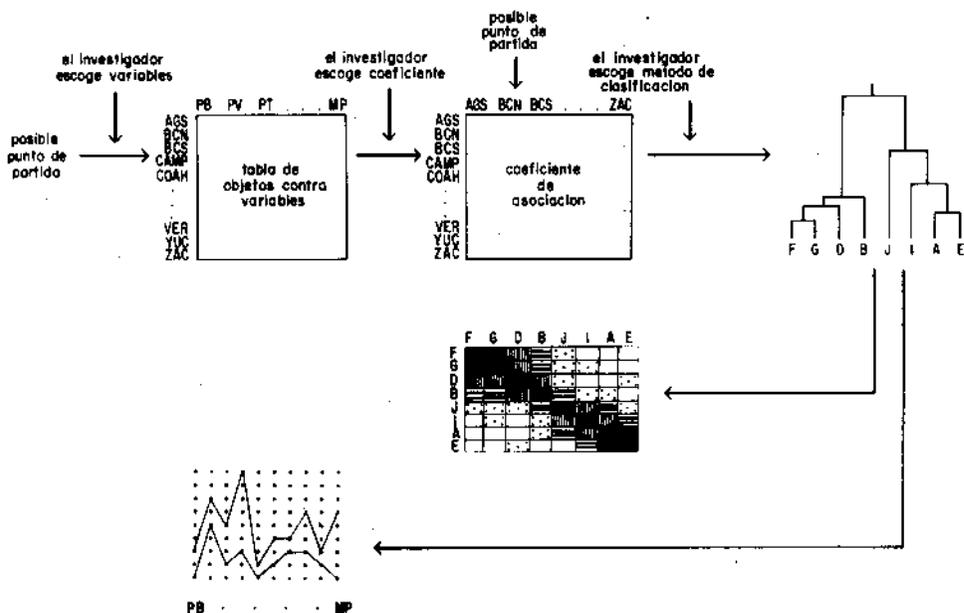
c) El mapa de la figura 5 contiene la agrupación generada. El Distrito Federal es la entidad más aislada, y la entidad más próxima a él es Nuevo León.

d) Veracruz está fuertemente asociado a los dos grandes grupos debiéndose considerar junto con México y Colima como entidades en transición.

Debido a que la tabla de similitud es una síntesis de la información original, también hay que buscar relacionar el árbol con las variables de partida, a través de la valoración de su importancia en la generación de cada grupo.

Si se dividen los límites de cada variable en un número fijo (seleccionado para este fin) de intervalos, y se calcula cuántos objetos del grupo caen en cada intervalo, para cada variable, se tendrá un mecanismo para dicha valoración. La figura 6 muestra el comportamiento de las variables para los grupos H e I del dendrograma. Es evidente que las variables tienen un comportamiento distinto.

En la figura 7 aparece un esquema que resume el procedimiento seguido en el análisis completo de



7 Procedimiento para el análisis completo de cúmulos.

cúmulos. Los aspectos hasta aquí descritos pueden seguirse fácilmente a través de este esquema.

Para finalizar, deseamos hacer algunas consideraciones sobre el análisis de cúmulos, que implican precauciones necesarias en su aplicación.

1) Si los objetos están descritos con excesivo detalle, cada uno será único y no podrán agruparse razonablemente. Por otro lado, si están descritos en términos de variables muy poco específicas, todos serán idénticos representantes de una misma clase. Es, pues, fundamental encontrar un nivel adecuado de agregación de las variables, que admita una clasificación interesante de los objetos.

2) Una clasificación no es más que un esbozo de organización, por lo cual no deben utilizarse métodos excesivamente caros, a menos que los justifiquen la finura de la información y la complejidad de la teoría en la que se encuadra el problema.

3) Las clasificaciones resultantes tienen interés únicamente en relación a un propósito que se especifica a través de las variables seleccionadas para generar la estructura clasificatoria.

4) Un mismo conjunto de datos puede ser clasificado de maneras muy diversas; por esto, al aplicar métodos diferentes de análisis se obtienen clasificaciones también distintas. El investigador debe entonces esforzarse por interpretar y encontrar una explicación de los resultados que se justifique dentro del conocimiento de su propia disciplina. De otra manera la clasificación no contribuye a elevar el conocimiento ni a la generación de hipótesis, motivo fundamental de la organización del presente simposio.

REFERENCIAS

1. Jardine, N., y Sibson, R.: *Mathematical taxonomy*. Londres, John Wiley & Sons., 1971.
2. Yankelevich, G.: *El uso del análisis de factores en la selección de variables de interés en salud pública*. Sal. Púb. Méx. Época V, 18:4, 1976.
3. Sneath, P. H. A., y Sokal, R. P.: *Numerical taxonomy*. San Francisco, Freeman, 1973.
4. Anderberg, M. R.: *Cluster analysis for applications*. Nueva York, Academic Press, 1973.

V LA CONSTRUCCION DE MODELOS Y LA SIMULACION COMO METODOS DE GENERACION DE HIPOTESIS

José NEGRETE-MARTÍNEZ *

En este capítulo se expondrá la tesis de que el ciclo cinemático-dinámico de construcción de modelos es un

* Académico numerario. Departamento de Biofísica. Instituto de Investigaciones Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

método fructífero para la generación de hipótesis, tanto en la investigación como en la generación de alternativas en la toma de decisiones, y que la simulación, entendida como solución particular de un modelo, es un valiosísimo instrumento auxiliar del investigador, pues al permitir una rápida evaluación de hipótesis (antes de someterlas a su prueba final: la experimentación o la acción de salud evaluada), genera nuevas hipótesis.

René Thom, el célebre topólogo francés, distingue dos componentes integrantes de un modelo, a saber: el modelo cinemático y el dinámico.¹ El cinemático se refiere a la especificación de los estados relevantes al problema y a la especificación de cuáles estados interactúan entre sí. Este modelo se transforma en dinámico cuando podemos especificar, en el tiempo, la manera como un estado cambia. Esta división fundamental en la teoría de modelos, no solamente tiene un inmenso valor ontológico, sino también inventivo.

En la construcción de modelos ocurre, cronológicamente, primero la etapa de construcción del modelo cinemático y le sigue la del dinámico y entre las dos etapas y después de la segunda, frecuentemente ocurre un juicio de consistencia con el fenómeno modelado, a base de los datos existentes. En ambos casos puede suceder que aparezcan nuevas hipótesis que modifiquen, dependiendo de la etapa, el modelo cinemático, el modelo dinámico o ambos, generando una secuencia de revisión cíclica. Este proceso de generación de hipótesis es para nosotros un método que produce una verdadera amplificación de la inteligencia y que, como mencionamos antes, origina, a la larga, una maduración intelectual y autoconfianza mucho más importantes, a veces, que la utilidad predictiva de los modelos generados o su capacidad sumarizante de conocimientos.

El proceso descrito, si está auxiliado por las técnicas actuales de simulación, permitirá al investigador contrastar rápidamente las soluciones de los modelos nacientes contra los datos disponibles acelerando el proceso de generación de hipótesis.

Pero, como hemos dicho en repetidas ocasiones, el médico es fundamentalmente un hombre de acción y los modelos para él también deberían ser una fuente de ideas para auxiliarlo en sus decisiones profesionales. Lo anterior, sin embargo, no es posible, sin contar con un modelo econométrico-médico.

En un modelo econométrico-médico de salud pública por ejemplo, la parte cinemática consiste fundamentalmente en la especificación de las acciones unitarias de salud; la de los costos de dichas acciones y la especificación de beneficios por cada acción. Los estados del sistema pueden ser el número de acciones unitarias de salud, de cada clase de acción y la magnitud de los beneficios por cada clase de beneficio.²

Los costos de las acciones unitarias de salud son considerados en un modelo en tanto son un componente restrictivo de las posibilidades de acción de salud, impuesto generalmente por el sistema socio-económico.

Es interesante, en este momento, hacer notar que para pasar al modelo econométrico-dinámico, es decir, para especificar en qué magnitud cada acción produce algún tipo de beneficio en el tiempo, se requiere de modelos primarios de conocimiento médico. En el caso específico que nos ocupa: *a)* de modelos *clínicométricos*, esto es, modelos que cuantifiquen los beneficios individuales producidos por las acciones de salud y *b)* de modelos *epidemiométricos*, que permitan evaluar los "beneficios indirectos" de salud individual producidos por acciones colectivas.

Puesto que el beneficio es un concepto relativo, resulta particularmente interesante hacer notar que los modelos clínicométricos y epidemiométricos juegan el

papel de la referencia necesaria: el estado de la naturaleza no perturbada.²

En el proceso de generación del modelo médico-económico (o como se prefiere llamar: de costo-beneficio) debe ocurrir, también, un proceso de ciclado cinemático-dinámico, generador de alternativas de acción, condicionadas al proceso de generación de hipótesis de primer orden: las provenientes del ciclado en los modelos clínicométricos y epidemiométricos pertinentes. El proceso es, pues, de ciclos múltiples, correspondientes a cada submodelo y por ello muy rico en posibilidades generadoras de hipótesis: ejerce un intenso efecto amplificador en la inteligencia de quien lo practica.

REFERENCIAS

1. Thom, R.: *Structural stability and morphogenesis*. Reading, Benjamín, 1975.
2. Piot, M., y Sundaresan, T. K.: *A linear programme decision model for tuberculosis control*. WHO. TB. Tech. Information, 67, 55.