

Una aproximación ontológica y matemática a las propiedades biológicas de las ciencias de laboratorio clínico

Xavier Fuentes Arderiu
Laboratori Clínic
Hospital Universitari de Bellvitge
L'Hospitalet de Llobregat (Cataluña)
España

Introducción

El conocimiento científico-tecnológico se consigue mediante el método científico, que consiste en un conjunto de actividades sistemáticas y reproducibles destinadas a la obtención de información contrastable y compatible con el conocimiento ya existente alcanzado con el mismo método. Dicha información puede desglosarse en porciones individuales que tiene significado propio; cada una de estas porciones es un dato. Son datos los valores de las variables matemáticas, incluyendo los estadísticos y los parámetros propios de la estadística, los signos y síntomas de la medicina y, en general, los valores de las propiedades estudiadas en cualquier disciplina científico-tecnológica. En el ámbito de las ciencias de laboratorio clínico continuamente se generan miles de millones de datos relacionados con propiedades biológicas humanas.

Las diversas disciplinas científico-tecnológico nos han hecho familiares propiedades muy diversas; así, conocemos las propiedades organolépticas (olor, sabor, color, etc.), las propiedades coligativas (presión de vapor, presión osmótica, punto de congelación, punto de ebullición), las propiedades cristalográficas, las propiedades farmacológicas de tal o cual molécula, y también sabemos que la energía es la propiedad universal por excelencia (ya que la tiene cualquier objeto real, que la composición es una propiedad química fundamental de cualquier objeto material, o que hay propiedades que caracterizan a ciertas especies bacterianas (catalasa positivo, grampositivo, anaerobio, etc.), etc, etc.

En las ciencias de laboratorio clínico se entiende por *propiedad biológica* cualquier propiedad de un sistema biológico humano que se estudie *in vitro*. De las diversas propiedades biológicas humanas, las hay que son constantes para un determinado individuo (ej.: la etnia) o para todos los miembros de un grupo de individuos determinado (ej.: el número de ojos) y las hay que son variables, ya sea entre los miembros de un colectivo (ej.: el color del pelo) o dentro de cada miembro (ej.: la masa corporal). Las principales propiedades biológicas que se examinan *in vitro*, y que tienen interés sanitario, son las que constan en los catálogos de prestaciones de los laboratorios clínicos (2).

Los conceptos y los términos de los que se habla en este artículo son aplicables, por extensión, a los laboratorios dedicados al estudio *in vitro* de propiedades de sistemas biológicos animales (no humanos) de interés veterinario. Con todo, el concepto de propiedad es una pieza clave del entramado conceptual de las ciencias de laboratorio clínico.

El concepto científico (no jurídico) de propiedad no es fácil de definir. Para facilitar la comprensión de este concepto es recomendable conocer otros conceptos básicos y los términos que los designan. Estos conceptos pertenecen a dos áreas del saber fundamentales y transversales, aplicables a todas las ramas de la ciencia y la tecnología: la ontología y la terminología. La ontología es una «rama de la filosofía dedicada al estudio de la existencia en

general y de las relaciones entre las entidades existentes». La terminología es la «ciencia que estudia los términos y su uso».

Objetos

Un objeto es «aquello que se puede percibir o concebir» (3). En otras palabras, un objeto es cualquier cosa; de hecho, a los objetos en el lenguaje común también se les llama *cosa*, *entidad*, *ente*, *elemento* (no confundir con elemento químico), etc. Los objetos pueden ser reales, que a su vez pueden ser materiales (ej.: una muestra de orina, una pipeta, un paciente) o inmateriales (ej.: el electromagnetismo, un acuerdo verbal) o imaginarios (ej.: el dios Zeus, un analizador perfecto). Sin embargo, los objetos no pueden describirse de forma matemática conjuntista; de ellos sólo podemos decir que todo objeto pertenece a un conjunto no vacío — aunque él sea el único elemento del mismo— y que todo conjunto es un objeto. Obviamente, en las ciencias de laboratorio clínico los objetos imaginarios no tienen ningún interés, por lo que en este artículo prescindiremos de ellos.

Tanto la definición de *objeto* como el término que lo designa hacen referencia indistintamente a objetos considerados genéricamente y a sus ejemplificaciones. Cada una de esas ejemplificaciones es un *individuo* [o *ítem*, como suele llamarse en estadística]. Dicho de otra manera, un individuo es un objeto singular. Los objetos pueden clasificarse en grupos jerarquizados o no jerarquizados. Si las clases están jerarquizadas, cuanto mayor sea su nivel jerárquico, más número de objetos contiene.

Dos objetos son equivalentes (o similares) si pertenecen a la misma clase de equivalencia; esto quiere decir que tienen ciertas propiedades comunes, que en ningún caso pueden ser sus coordenadas espaciotemporales. Así, dos moléculas de glucosa son dos objetos que pertenecen a la misma clase de equivalencia (la especie química glucosa) y, por lo tanto, son equivalentes entre sí. Pero un conjunto de moléculas de glucosa que forman un granulado cristalino blanco también es un objeto. Generalizando este hecho, si varios objetos (como las entidades biológicas o químicas) tienen las mismas propiedades, excepto sus coordenadas espaciotemporales, se pueden considerar equivalentes y su conjunto es otro objeto que conserva las propiedades compartidas por los objetos que lo forman.

En cualquier caso se puede hacer alusión a un objeto de forma determinada (ej.: la paciente María Martínez González, el gorila Copito de Nieve, los tubos de extracción del lote 12345) o indeterminada (ej.: una paciente ambulatoria, un ejemplar de la especie *Gorilla gorilla*, unos tubos de extracción). Naturalmente, las acciones físicas sólo pueden recaer sobre los objetos concretos.

Los objetos más estudiados por las ciencias de laboratorio clínico son los sistemas biológicos humanos y sus componentes (llamados *constituyentes* por algunos autores), que también son objetos. Un sistema, sea biológico o no, se define como un «conjunto de objetos recíprocamente relacionados» (4). Nótese que todos los sistemas son objetos pero no todos los objetos son sistemas, y también que todos los sistemas son conjuntos, pero no todos los conjuntos son sistemas.

Naturalmente, los sistemas biológicos que tienen interés en las ciencias del laboratorio clínico (2) son aquellos en los que se producen cambios relacionados con las enfermedades; de estos sistemas biológicos los más estudiados son los que se describen en la Tabla 2.

Los componentes de los sistemas biológicos de los que se ocupan las ciencias de laboratorio clínico son *entidades moleculares* —llamados *analitos* en química analítica—, *entidades biológicas*, tales como células, microorganismos y parásitos, y *procesos*. Los sistemas son

componentes de otros sistemas superiores; ocasionalmente conviene destacar este hecho y al sistema superior se le denomina *suspersistema*. El único sistema que no es un componente de un supersistema es el Universo.

Tabla 2. Principales sistemas biológicos estudiados en el laboratorio clínico y sus símbolos para las lenguas latinas (2).

Sistema	Símbolo	Sistema	Símbolo
Cálculo urinario	CUr	Líquido sinovial	LSi
Células	CIs	Meconio	Mec
Células de las vellosidades coriónicas	CVC	Medula ósea	MOs
Contenido duodenal	CDu	Bazo	Spl
Contenido gástrico	CGa	Moco cervical	MCE
Eritrocitos	Ers	Nonocitos	Mcs
Espermatozoides	Spz	Músculo (esquelético)	Mus
Espujo	Spu	Orina	Uri
Estómago	Gst	Ovarios	Ova
Exsudado ótico	EOt	Paciente	Pac
Exsudado uretral	EUR	Páncreas	Pan
Heces	Fae	Paratiroides	Pth
Hígado, hepatocitos	Hep	Pelo	Pil
Fibroblastos de piel cultivados	FPC	Piel	Cut
Filtrado glomerular	FGI	Plaquetas	Pqs
Ganglio	Gan	Plasma sanguíneo	Pla
Glándulas suprarrenales	Adr	Plasma seminal	PSe
Glomérulos	Glo	Proteína	Prt
Hemoglobina	Hb	Riñón	Ren
Hipófisis	Hph	Saliva	Slv
Intestino	Int	Sangre	San
Leucocitos	Lks	Secreción lacrimal	SLa
Linfocitos	Lfs	Secreción vaginal	SVa
Líquido amniótico	LAm	Semen	Sem
Líquido ascítico	LAs	Suero	Srm
Líquido cefaloraquídeo	LCR	Sudor	Sud
Líquido pericárdico	LPe	Testículos	Tes
Líquido peritoneal	LPT	Tiroides	Thy
Líquido pleural	LPI		

Las entidades moleculares de interés en las ciencias de laboratorio clínico son átomos (con algún grado de oxidación), moléculas, fragmentos de polímeros, iones o radicales. La estructura química y la masa molar de estas entidades moleculares unas veces se conoce perfectamente (ej.: glucosa, colesterol, tiroxina), pero en otras ocasiones no, debido principalmente a las isoformas (ej.: prolactina, antígeno carcinoembrionario, anticuerpo(IgG) contra el virus de la hepatitis C). Las entidades moleculares de interés se pueden reducir a dos grupos: componentes endógenos y exógenos (también llamados *xenobióticos*), entre los que se incluyen los fármacos.

En cuanto a las entidades biológicas que pueden hallarse en los sistemas biológicos estudiados en el laboratorio clínico, las más importantes son las entidades celulares de la sangre, las bacterias, los hongos, los virus y los parásitos.

Dentro de los sistemas biológicos tienen lugar procesos fisiológicos y fisiopatológicos. Estos procesos biológicos también se consideran como componentes de esos sistemas. Entre los procesos biológicos con más interés para las ciencias de laboratorio clínico destacan los relacionados con la coagulación sanguínea, las excreciones urinarias y las secreciones endocrinas.

Propiedades

Todos los objetos tienen propiedades; algunas de ellas son constantes y los caracterizan (5). Desde el punto de vista ontológico, una propiedad es «aquello que cuando es poseído por un objeto contribuye a que dicho objeto sea como es» (ej.: color rojo, masa de 1 kg) (6). Nótese que el concepto de propiedad no hace referencia a ningún objeto concreto; el objeto es indeterminado. He aquí algunos ejemplos de propiedad:

- tener color amarillento
- ser del sexo femenino
- ser de etnia pigmea
- tener grupo sanguíneo AB
- tener una concentración de sustancia de colesterol de 5,2 mmol/L
- tener una fracción de volumen de eritrocitos en la sangre de 0,48

Cómo se ha visto en los ejemplos, las propiedades pueden hacer referencia a aspectos no cuantificables (cualidades, categorías) o a aspectos cuantificables (cuantías, cantidades), y cómo señala su definición ontológica, una propiedad puede ser poseída por un objeto:

- un líquido cefalorraquídeo de color amarillento
- una paciente de sexo femenino
- un paciente de etnia pigmea
- unos eritrocitos del grupo sanguíneo AB
- un plasma con una concentración de sustancia de colesterol de 5,2 mmol/L
- una sangre con una fracción de volumen de eritrocitos de 0,48

El concepto (y el término) de propiedad hace alusión indistinta a conceptos muy relacionados pero que tienen varios grados de ambigüedad respecto al objeto poseedor de la propiedad de que se trate. Así, de cualquiera de los conceptos siguientes se puede decir es una propiedad:

- *concentración de sustancia*
- *concentración de sustancia de colesterol*
- *concentración de sustancia de colesterol en el plasma*
- *concentración de sustancia de colesterol en el plasma del paciente ABC, el día D, a la hora H.*

Para reducir esta ambigüedad parece razonable acompañar el término *propiedad* con un adjetivo que indique el grado de concreción respecto al objeto poseedor de la propiedad. De acuerdo con esta idea, además del concepto de propiedad, se pueden utilizar los términos (y conceptos) siguientes:

(I) *propiedad genérica*, cuando no se hace referencia a ningún sistema ni a ningún componente (ej.: concentración de sustancia),

(II) *propiedad subgenérica*, cuando no se hace referencia a ningún sistema, pero sí a un componente de algún sistema (ej.: concentración de sustancia de colesterol),

(III) *propiedad específica*, cuando se hace referencia a un sistema, o a un sistema y algunos de sus componentes (ej.: concentración de sustancia de colesterol en el plasma),

(IV) *propiedad individual*, cuando se hace referencia a un sistema particular, o a un sistema particular y algunos de sus componentes, definido en el tiempo y en el espacio (ej.: concentración de sustancia de colesterol en el plasma del paciente ABC, el día D, a la hora H).

Se han propuesto otros términos (en inglés) para designar los conceptos anteriores (7). Dos de estos términos, por su rigor y complejidad, podrían considerarse como nombres sistemáticos, mientras que los términos más simples utilizados en este artículo pueden considerarse como nombres triviales o de trabajo; aunque éstos últimos también sirven como denominaciones únicas. Así, según la obra citada, el nombre sistemático de una propiedad genérica sería “tipo-de-propiedad especializado” (*dedicated kind-of-property*). Por otro lado, para una propiedad individual se ha propuesto el nombre “ejemplificación de un tipo-de-propiedad especializado” (*instantiation of a dedicated*

kind-of-property) (8). En ninguna de las dos publicaciones citadas (7, 8) no se asigna ningún término al concepto *propiedad supergenérica* definido en el presente artículo, aunque el hecho de disponer de una denominación de este concepto es útil en la práctica.

Las propiedades biológicas que constan en los catálogos de prestaciones de los laboratorios clínicos son propiedades específicas, mientras que las propiedades biológicas que realmente se miden o se examinan en la práctica cotidiana son las propiedades individuales.

Las propiedades con más interés para el laboratorio clínico (2) son las que se exponen en la Tabla 3.

En términos matemáticos conjuntistas, el concepto de propiedad genérica se puede definir como una «relación binaria heterogénea», ya que relaciona dos conjuntos diferentes: el de las propiedades individuales de una propiedad específica y el conjunto de sus valores posibles. Estas relaciones binarias heterogéneas, conocidas como *correspondencias matemáticas*, pueden ser unívocas (las magnitudes genéricas y algunas propiedades cualitativas genéricas) y no unívocas (algunas propiedades cualitativas genéricas).

Para hacer operaciones matemáticas o lógicas, las propiedades se representan mediante símbolos llamados *variables matemáticas*. Como es natural, cada posible valor de la propiedad es un valor posible de la variable que la representa.

Una *variable matemática* o, simplemente, *variable* es un «símbolo que representa cualquier objeto de un conjunto», que es el *universo de la variable*. Cada objeto es un valor de la variable. El concepto matemático de variable es similar al concepto ontológico de propiedad. Las variables pueden ser continuas o discretas. Una *variable continua* es una variable en cuyo universo entre dos posibles valores consecutivos siempre hay otro valor posible (prescindiendo del redondeo); en las ciencias de laboratorio clínico estas variables toman cualquier valor dentro de un intervalo finito de valores numéricos reales (los valores compatibles con la vida). Por otro lado, una *variable discreta* es una variable en cuyo universo entre dos posibles valores consecutivos nunca hay otro valor; estos valores son valores numéricos ordinales o valores no numéricos, ordenables o no por su cuantía, incluidos los números sin significado numérico ni ordinal, categorías, códigos, etc.

Tabla 3. Símbolos IUPAC-ISO), abreviaturas (IUPAC-IFCC) y unidades SI de diversas propiedades de uso frecuente.

Propiedad genérica	Símbolo	Abreviatura	Unidad
Actividad catalítica	z	act.cat.	kat
Actividad catalítica arbitraria	—	act.cat.arb.	—
Actividad catalítica entítica		act.cat.entítica	kat
Cantidad de sustancia	n	sust.	mol
Cantidad de sustancia entítica	n/N	sust.entítica	mol
Caudal de actividad catalítica		caudal cat.	kat/s, kat/d, kat/h
Caudal de masa	$m/t, q_m$	caudal masa	kg/s, kg/d, kg/h
Caudal de número (de entidades)			
Caudal de sustancia	$n/t, q_n$	caudal sust.	mol/s, mol/d, mol/h
Caudal de volumen	V/t	caudal vol.	L/s, L/d
Concentración arbitraria	—	c.arb.	—
Concentración catalítica	b	c.cat.	kat/L
Concentración de masa	ρ	c.masa	kg/L
Concentración de número	C	c.núm.	1/L
Concentración de sustancia	c	c.sust.	mol/L
Concentración de sustancia arbitraria	—	c.sust.arb.	arb.u./L, int.u./L
Concentración de sustancia relativa		c.sust.rel.	1
Contenido arbitrario	—	cont.arb.	—
Contenido catalítico	z/m	cont.cat.	kat/kg
Contenido de número	N/m	cont.núm.	1/kg

Contenido de sustancia	n/m	cont.subst.	mol/kg
Contenido de sustancia arbitrario	—	cont.subst.arb.	arb.u./kg, int.u./kg
Fracción arbitraria	—	fr.arb.	—
Fracción catalítica	—	fr.cat.	1
Fracción de masa	w	fr.masa	1
Fracción de número	δ	fr.núm.	1
Fracción de saturación	—	fr.sat.	1
Fracción de sustancia	x	fr.subst.	1
Fracción de volumen	ϕ	fr.vol.	1
Longitud	l	long.	m
Masa	m	—	kg
Masa entítica	m/N	—	kg
Masa volúmica relativa	d	masa volúmica rel.	1
Número	N	núm.	1
Número entítico	N/N	núm.entítico	1
Número entítico arbitrario	—	núm.entítico arb.	—
Osmolalidad	—	—	mol/kg
pH	pH	pH	1
Propiedad arbitraria	—	prop.arb.	—
Razón de masa	—	razón masa	1
Razón de número	—	razón nom.	1
Razón de sustancia	—	razón sust.	1
Susceptibilidad	—	suscept.	—
Taxonalidad	—	—	—
Tiempo	t	tiempo	s, d
Tiempo relativo	t_r	Tiempo rel.	1
Tensión de gas	—	tensión	Pa
Variación de secuencia	—	var.seq.	—
Volumen	V	vol.	L
Volumen entítico	V/N	vol.entítico	L

Valores de las propiedades

Cada propiedad genérica (ej.: color, masa) que afecta a un objeto indeterminado puede asociarse a cualquier valor de un conjunto de valores posibles (ej.: color \rightarrow amarillo, rojo, etc.; masa \rightarrow 1 kg, 5 kg, etc.). Un valor de una propiedad se puede considerar, en coherencia con el espíritu del Vocabulario Internacional de Metrología (9) (de ahora en adelante VIM), como la «expresión de una propiedad», pero también se puede definir desde un punto de vista matemático conjuntista como un «objeto de un conjunto imagen (o condominio) que corresponde a uno o más objetos de conjunto origen (o dominio) cuando se aplica entre ambos una correspondencia matemática». En las ciencias de laboratorio clínico estas correspondencias matemáticas son las propiedades de los sistemas biológicos humanos (o animales, en veterinaria).

Los valores de las propiedades pueden hacer referencia a aspectos cualitativos y a aspectos cuantitativos. Los valores que hacen referencia a aspectos cualitativos son palabras (nombres) o números (sin valor aritmético) u otros símbolos y se les denomina *valores cualitativos* (a veces traducidos del inglés como “valores nominales”). Los valores que hacen referencia a aspectos cuantitativos son números naturales o números reales, y se denominan *valores cuantitativos numéricos*, pero también pueden ser números ordinales, palabras, u otros símbolos, que denotan orden de cuantía y se les llama *valores ordinales*.

Como hemos visto anteriormente, según el grado de ambigüedad con que se haga referencia a un objeto, las propiedades se pueden dividir en genéricas, subgenéricas, específicas o individuales. Las que pertenecen a las tres primeras son conceptos abstractos, de forma que no se les puede asignar físicamente un valor, sólo se puede hacer teóricamente. Mientras que a las de la cuarta categoría, por ser materiales si que se les puede asignar valores físicamente.

El valor de una propiedad individual permite compararla con otra propiedad individual de la misma naturaleza, esto es, que haga referencia a la misma propiedad genérica, siempre y

cuando los dos valores sean trazables a una misma referencia. Cada propiedad individual tendrá uno de estos valores, permanentemente si se trata de una propiedad constante (ej.: etnia del paciente XYZ), o transitoriamente si se trata de una propiedad variable (ej.: concentración catalítica de fosfatasa alcalina en el plasma del paciente XYZ).

Generalizando la definición del VIM, un *valor verdadero* es un «valor de una propiedad individual compatible con la definición de esta propiedad». Las propiedades individuales siempre tienen valores verdaderos, a pesar de que la mayoría a veces sólo se puede conocer una aproximación a ellos debido a los errores inherentes al sistema de medida o de examen.

Un caso particular lo constituyen las propiedades individuales que hacen referencia al número de entidades; algunas de estas propiedades individuales tienen un valor verdadero único y cognoscible empíricamente (10).

Cuando de una propiedad individual no se puede conocer ningún valor verdadero, como sucede en muchos casos en las ciencias de laboratorio clínico, para suplirlo se recurre al concepto *valor convencional*, que, volviendo a generalizar la definición dada por el VIM (9), es un «valor asignado a una propiedad individual, para un determinado propósito, mediante un acuerdo» (ej.: valor convencional de un patrón de concentración de masa de proteína de 40,00 g/L).

Escalas de valores

Como hemos visto en el apartado anterior un valor, considerado abstractamente, es la expresión de una propiedad, ya sea una cuantía o una cualidad (categoría). Por otro lado, cada propiedad individual tiene un valor material, no abstracto. Ese valor permite comparar las propiedades individuales de la misma naturaleza. Cada propiedad individual tendrá uno de esos valores, permanentemente si se trata de una propiedad constante (ej.: etnia del paciente X.Y.Z.), o transitoriamente si se trata de una propiedad variable (ej.: concentración catalítica de alanina-aminotransferasa en el plasma del paciente X.Y.Z.).

Por el contrario, las propiedades específicas, por su naturaleza, no tienen valores, ni abstractos ni materiales. No obstante, a cada propiedad específica le corresponde potencialmente un conjunto de valores posibles. Este conjunto se denomina *escala de valores*. En términos matemáticos una *escala de valores* es el dominio de una correspondencia matemática o el *universo de una variable*.

Las escalas de valores se dividen según las operaciones aritméticas que sus valores permiten. Los tipos de escalas de valores relacionados con las propiedades biológicas de interés en las ciencias de laboratorio clínico son los siguientes:

- escalas cualitativas (o categoriales),
- escalas ordinales,
- escalas intervalares (logarítmicas o no),
- escalas racionales (o proporcionales),
- escalas absolutas,
- escalas fraccionales.

Las escalas cualitativas (o categoriales) están constituidas por valores cualitativos, a saber, palabras o números (sin valor numérico) o códigos alfanuméricos u otros símbolos, que indican categorías. Las principales propiedades genéricas con las que están relacionadas estas escalas son: taxonalidad, variación de secuencia, forma y color. Las escalas cualitativas pueden ser binarias (dicotómicas), con sólo dos valores posibles (ej.: {embarazada; no embarazada}), o polinarias (politómicas), con más de dos valores posibles (ej.: {A; B; AB;

O)). Hay que destacar que la presencia o ausencia de una condición o de un estado corresponde a una escala cualitativa binaria, mientras que la presencia o ausencia de un componente corresponde a una escala ordinal (descrita en el apartado siguiente) también binaria.

Las escalas ordinales usadas en el laboratorio clínico son sucesiones monótonas crecientes o decrecientes de valores (números ordinales o palabras —u otros símbolos— ordenables según la cuantía que denotan). Los valores de estas escalas están relacionadas con propiedades definidas arbitrariamente: concentración arbitraria, contenido arbitrario, etc. Las escalas ordinales pueden ser binarias (dicotómicas), con sólo dos valores posibles (ej.: {0; 1}), o polinarias (politómicas), con más de dos valores posibles (ej.: {0; 1; 2; 3}). Y, también como antes, hay que destacar que la presencia o ausencia de un componente corresponde a una escala ordinal binaria, mientras que la presencia o ausencia de un estado corresponde a una escala nominal binaria.

Las escalas intervalares contienen valores que expresan cuantías mediante números reales, o sus logaritmos, multiplicados por una unidad de medida (de la que trataremos más adelante). En estas escalas, a las diferencias que se dan entre los aumentos o las disminuciones de los valores de las propiedades individuales les corresponden las mismas diferencias que existen entre los números de la escala, en la que el 0 es arbitrario. Ejemplos de propiedades genéricas relacionadas estas escalas son: temperatura Celsius, “exceso de base”, pH (escala intervalar logarítmica).

Las escalas racionales, al igual que las intervalares, contienen valores que expresan cuantías mediante números reales multiplicados por una unidad de medida. En estas escalas, a los aumentos o las disminuciones de los valores de las propiedades individuales (magnitudes individuales, como veremos más adelante) les corresponden los mismos cocientes que existen entre los números de la escala, en la que el 0 indica la ausencia real de la propiedad de que se trate pero el 1 es arbitrario, ya que corresponde a la unidad de medida. En las ciencias de laboratorio clínico, las principales propiedades con las que están relacionadas estas escalas son: concentración de masa, concentración de sustancia, concentración catalítica y concentración de número, entre otras.

Las escalas absolutas están compuestas de números naturales, con significación propia (cada número indica el número de objetos considerados, incluido el 0 que indica ausencia). Las escalas absolutas no permiten transformaciones, pero sí operaciones matemáticas. En el laboratorio clínico la única propiedad genérica relacionadas con estas escalas es el *número de entidades*.

Las escalas fraccionales constan de números reales correspondientes a fracciones que tienen el numerador inferior o igual al denominador (llamadas *fracciones propias*) y, por lo tanto, están contenidos en el intervalo limitado por 0 y 1. No obstante, en muchas ocasiones el intervalo se transforma en 0-100 al multiplicar los valores por 100 (*porcentaje* o *tanto por ciento*) y añadir el símbolo %, que significa “multiplicado por 0,01”. En el laboratorio clínico las principales propiedades relacionadas con estas escalas son: fracción de número, fracción de volumen, fracción de masa, fracción de sustancia; pero también se deben destacar las características semiológicas de las propiedades biológicas como la sensibilidad y la especificidad nosológicas, entre otras.

Desde el punto de vista matemático, las escalas cualitativas, ordinales i absolutas son universos de *variables discretas*, mientras que las escalas intervalares, racionales y fraccionales son universos de *variables continuas*.

En la Tabla 4 se exponen las diversas escalas de valores y las particularidades matemáticas y estadísticas que las afectan.

Tabla 4. Tipos de escala de valores y peculiaridades matemáticas y estadísticas destacables.

Tipo de escala	Operaciones matemáticas y transformaciones permitidas	Estimaciones estadísticas permitidas
Escala cualitativa [ç]	Contaje (enumeración) Transformación: ninguna	Moda, índice de dispersión, pruebas estadísticas para proporciones.
Escala ordinal	Contaje Transformaciones monótonas, crecientes o decrecientes	Ídem anterior más fractiles, correlación ordinal, pruebas estadísticas para proporciones.
Escala intervalar (logarítmica o no)	Suma, resta y multiplicación Transformaciones: $y = a + bx$ $\log y = a + b \log x$	Ídem anterior más media, variancia, amplitud, intervalo intercuartílico, pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas.
Escala racional	Suma, resta, multiplicación y división $y = bx$	Ídem anterior más media geométrica.
Escala absoluta	Suma, resta, multiplicación y división Transformación: ninguna	Ídem anterior.
Escala fraccional	Suma, resta, multiplicación y división Transformación: ninguna	Pruebas estadísticas para proporciones.

Clasificación de las propiedades

Las propiedades pueden hacer referencia a valores cualitativos, valores cuantitativos numéricos o valores ordinales. Las primeras se denominan *propiedades cualitativas* y las segundas *magnitudes* (también conocidas por *propiedades cuantitativas*). Las diversas clasificaciones de las propiedades tratadas en este apartado son subdivisiones de la división del concepto de propiedad propuestas anteriormente: *propiedades genéricas*, *propiedades subgenéricas*, *propiedad específicas* y *propiedades individuales*.

Ni el concepto de propiedad ni el concepto de magnitud (ni los términos correspondientes) se tienen que confundir con el concepto de parámetro, que tiene dos significados diferentes de los dos anteriores: (I) constante que caracteriza a un sistema (ej.: la pendiente de una recta, la media de una distribución gaussiana) y (II) variable poblacional (que si es muestral se llama *estadístico*).

Propiedades cualitativas

Las propiedades cualitativas con mayor interés para las ciencias de laboratorio clínico, suelen estar relacionadas con la microbiología, la parasitología, la citohematología y la genética molecular clínicas. Dentro de ellas destacan dos por su singularidad, la *variación de secuencia* y la *taxonalidad*. La primera tiene una aplicación restringida al campo de la genética molecular, relacionada con el estudio de las mutaciones, y la segunda es importante

por tratarse de una propiedad relacionada con la composición —habitualmente parcial— de un componente o de un sistema (cuando se trata de una mezcla de entidades biológicas o químicas), o relacionada con la pertenencia del componente en estudio a un grupo determinado.

En función de su grado de abstracción se pueden aplicar los términos *propiedad cualitativa genérica*, *propiedad cualitativa subgenérica*, *propiedad cualitativa específica* y *propiedad cualitativa individual*.

Magnitudes

El concepto de magnitud es un caso particular (subordinado) del concepto de propiedad. La definición de magnitud que da el VIM (9) es «propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que se puede expresar cuantitativamente mediante un número y una referencia». Esta definición, sufre la misma ambigüedad que tiene la definición de propiedad. Por lo tanto, para evitar esta ambigüedad las magnitudes pueden dividirse del mismo modo que se ha hecho con las propiedades: *magnitudes genéricas*, *magnitudes subgenéricas*, *magnitudes específicas* y *magnitudes individuales*.

El término *magnitud* (sin adjetivo) es el que usan la Organización Internacional de Normalización (11) y la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (12) para referirse a conceptos como temperatura, masa, longitud o concentración de sustancia, denominados *magnitudes genéricas* en este artículo.

Tal como hemos dicho para las propiedades, usaremos el término *magnitud biológica* para referirnos a magnitudes que afectan a un sistema biológico humano.

Magnitudes ordinales

Según el VIM (9), una magnitud ordinal es una «magnitud definida por un procedimiento de medida adoptado por convenio, que puede clasificarse con otras magnitudes de la misma naturaleza según el orden creciente o decreciente de sus valores cuantitativos, sin que pueda establecerse relación algebraica alguna entre estas magnitudes». Se trata de magnitudes en las que la expresión de su cuantía se realiza mediante palabras, símbolos o números ordinales, de forma monótona creciente o decreciente, sin tener en cuenta el valor verdadero de la magnitud individual escalar correspondiente.

Obviamente, los valores relacionados con las magnitudes ordinales pertenecen a escalas de valores ordinales. Estas escalas, como se ha indicado anteriormente, se pueden dividir en escalas binarias (o dicotómicas) y escalas polinarias (o politómicas). Las escalas binarias se usan para indicar la expresión más simple de cuantía: ausencia o presencia de un componente (ej.: {0; 1}, {negativo, positivo}); con independencia de que la decisión sobre la ausencia o la presencia sea absoluta o convencional, o de como se haya llegado a esa conclusión. La presencia o ausencia ha de hacer referencia a propiedades cuantificables o a propiedades no cuantificable, como una condición o un estado. Por todo esto, las escalas binarias frecuentemente se confunden con las escalas cualitativas. Las escalas polinarias se usan para el resto de “semicuantificaciones” (ej.: {0; 1; 2; 3}, {ausente, poco, moderado, abundante}), con independencia de que “0” o “ausente” o “negativo” sea real o un valor establecido convencionalmente (ej.: suponiendo que el límite de detección sea 1 µmol/L, “negativo” significa ≤ 1 µmol/L; “positivo” significa > 1 µmol/L).

Las magnitudes ordinales con más interés en el laboratorio clínico suelen estar relacionadas con las mediciones en orina, la inmunología, la microbiología y la parasitología clínicas. Un gran número de las magnitudes ordinales específicas que forman parte de los catálogos de

prestaciones de los laboratorios clínicos tienen en común como las magnitudes ordinales genéricas siguientes: actividad catalítica arbitraria, concentración arbitraria, contenido arbitrario, fracción arbitraria y número de entidades arbitrario, entre otros. Un caso peculiar de magnitud arbitraria es el “título (de dilución)”, aplicado sobre todo a estudios de antígenos y anticuerpos microbianos (13).

Magnitudes escalares

En física las magnitudes genéricas se dividen en escalares, vectoriales y tensoriales. Los valores numéricos de las magnitudes escalares individuales quedan descritos por números reales multiplicados por una unidad de medida. Las otras dos clases de magnitudes son más complejas y no tienen interés en el laboratorio clínico. Son ejemplos de magnitud escalar las magnitudes relacionadas con el volumen, la concentración de sustancia, el contenido catalítico, etc.

Las magnitudes genéricas escalares se dividen en básicas y derivadas. Las magnitudes genéricas escalares básicas son las que, dentro de un conjunto determinado de magnitudes genéricas, no pueden ser expresadas en función de ninguna otra magnitud genérica. De estas hay siete: cantidad de sustancia, corriente eléctrica, intensidad luminosa, longitud, masa, temperatura termodinámica y tiempo. El resto de magnitudes genéricas del conjunto aludido son magnitudes genéricas derivadas, puesto que se definen en función de las básicas. El Sistema Internacional de Magnitudes se fundamenta sobre estas siete magnitudes genéricas básicas.

Las magnitudes genéricas que dan lugar a magnitudes individuales cuyos valores varían según el tamaño del sistema se denominan *magnitudes genéricas extensivas* (ej.: masa, volumen); cuando estos valores no varían según el tamaño del sistema se denominan *magnitudes genéricas intensivas* (ej.: temperatura, concentración de masa), y estas últimas, a su vez, se dividen en magnitudes *genéricas composicionales* en las que el numerador hace referencia a un componente y el denominador al sistema o al conjunto de algunos componentes (ej.: concentración de sustancia, fracción de número), y *magnitudes genéricas materiales*, en las cuales el numerador y el denominador hacen referencia al mismo sistema o al mismo componente (ej.: masa molar, constante de Avogadro).

Las magnitudes escalares pueden tener valores pertenecientes a escalas de valores intervalares, racionales, absolutas y fraccionales. Estos valores son múltiplos de una magnitud individual llamada *unidad de medida*. Según el VIM (9) una unidad de medida es una «magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la cual se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza con objeto de expresar la relación entre ambas en forma numérica».

Las magnitudes escalares relacionadas con las escalas racionales son las de mayor interés general en las ciencias de laboratorio clínico y están relacionadas con todas las disciplinas que las integran; en cambio, las relacionadas con las escalas intervalares —dejando de lado la temperatura Celsius y el “exceso de base”— son muy poco frecuentes.

Nota: Este artículo está basado en otro artículo del mismo autor publicado previamente (Fuentes Arderiu X. Propiedades biológicas en las ciencias de laboratorio clínico: una aproximación ontológica. NOTICONAQUIC 2011;56:9-16).

Bibliografía

1. Bunge M. Diccionario de filosofía. México, D.F.: Siglo XXI Editores; 2007.
2. Candás Estébanez B, Valero Politi J, Fuentes Arderiu X. Nomenclatura y unidades de las propiedades biológicas. Rincón Iberoamericano; 2011. <<http://www.ifcc.org/newRia/pdf/books/Nomenclatura-y-unidades-de-las-propiedades-biologicas.pdf>>
3. International Organization for Standardization. Terminology work — Vocabulary — Part 1: Theory and application (ISO 1087-1:2000). Geneve: ISO; 2000.
4. Bertalanffy L von. Teoría general de los sistemas : fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México: Fondo de Cultura Económica; 2006.
5. International Organization for Standardization. Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: Probability and general statistical terms (ISO 3534-1:1993). Geneve: ISO; 1993.
6. Fuentes-Arderiu X. Vocabulary of terms in protometrology. *Accred Qual Assur* 2006; 11:640–3.
7. European Committee for Standardization. Health informatics — Representation of dedicated kinds of property in laboratory medicine (EN 1614:2006). Brussels: CEN; 2006.
8. Dybkær R. An ontology on property for physical, chemical, and biological systems. 2009. <<http://ontology.iupac.org/ontology.pdf>>
9. Comisión Electrotécnica Internacional, Cooperación Internacional para la Acreditación de Laboratorios, Federación Internacional de Química Clínica, Oficina Internacional de Pesos y Medidas, Organización Internacional de Metrología Legal, Organización Internacional de Normalización, Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, Unión Internacional de Química Pura y Aplicada. Vocabulario internacional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados. (VIM; JCGM 200:2008). <<http://www.cenam.mx/publicaciones/gratuitas>>
10. Fuentes-Arderiu X. True value may be known in certain cases. *Accred Qual Assur* 2006;11:259.
11. International Organization for Standardization. Quantities and units — Part 1: General (ISO 80000-1:2009). Geneve: ISO; 2009.
12. International Union of Pure and Applied Chemistry. Quantities, units and symbols in physical chemistry (Green Book). Cambridge: RSC Publishing; 2007.
13. Juan-Pereira L, Fuentes-Arderiu X. Titre is not an internationally recognized quantity. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1993;31:541.