



COLABORACIÓN
ESPECIAL

MEDIR LAS COSAS. LA PRECISIÓN Y LA EXACTITUD

De la Macorra García JC.
Medir las cosas. La precisión y la exactitud.
Cient. Dent. 2024; 21; 3; 160-163



Prof. José Carlos de la Macorra García
Licenciado en Medicina,
Especialista en Estomatología,
Especialista en Medicina del Trabajo,
Doctor en Medicina y Cirugía (1988) en la Universidad Complutense de Madrid.
Profesor Emérito (Universidad Complutense de Madrid).

Suelo decir que cuando puedes medir aquello de lo que estás hablando, y expresarlo en números, es que sabes algo sobre ello; pero si no puedes medirlo, cuando no puedes expresarlo en números, tu conocimiento sobre ello es escaso e insatisfactorio.

William Thompson, Lord Kelvin

LA MEDICIÓN Y SU INCERTIDUMBRE

Medir, cuantificar y comparar es algo natural en el ser humano. Medimos desde que nacemos (*¿he comido y dormido suficiente, tengo calor o frío, el olor de esta persona es el de quien siempre me da de comer, aquello está lejos o cerca,...*?) y

nos habituamos a ello. Y como llevamos toda la vida haciéndolo, no nos damos bien cuenta de lo que implica.

Los términos que se utilizan en metrología^a pueden ser confusos dado que la traducción al español de los originales anglosajones, por sí mismos polisémicos^b, incorpora ambigüedades. Conviene por tanto definir algunos términos relacionados con el proceso, pues algunos de ellos no son utilizados comúnmente en el vocabulario odontológico¹⁻³ (Tabla 1).

La relación entre la precisión, la exactitud y la veracidad se esquematiza en la Figura 1, modificada de Menditto y cols³.

Cuando medimos algo lo que hacemos es asignar un número a un mensurando, a

Tabla 1. Términos utilizados en metrología.

Término	Definición	Traducción
Mensurando	La cantidad a ser medida. Normalmente deben especificarse las condiciones o estados físicos en los que se realiza la medición	<i>Measurand</i>
Incertidumbre	Parámetro, asociado con el resultado de la medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pueden, razonablemente, atribuirse al mensurando	<i>Uncertainty</i>
Precisión	Proximidad o acuerdo entre los valores medidos de un mismo mensurando o de mensurados similares, obtenidos en mediciones repetidas	<i>Precision</i>
Exactitud	Proximidad o acuerdo entre la media de infinitas mediciones repetidas de un mismo mensurando y su valor real o el valor de referencia	<i>Trueness, exactness</i>
Veracidad ^c	Proximidad o acuerdo entre una medición y el valor del mensurando	<i>Accuracy</i>

a. Metrología: ciencia que tiene por objeto el estudio de los sistemas de pesas y medidas (RAE).

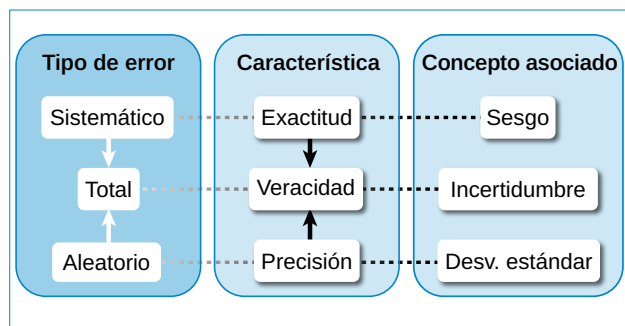
b. Polisemia: pluralidad de significados de una expresión lingüística (RAE).

c. La traducción del término inglés accuracy al español es, cómo no, equívoca. Aquí se emplea veracidad, pero podrían emplearse otros.

CORRESPONDENCIA:

Prof. José Carlos de la Macorra García
Departamento de Odontología
Conservadora y Prótesis.
Facultad de Odontología.
Plaza Ramón y Cajal s/n
Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
macorra@ucm.es

FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE PRECISIÓN, EXACTITUD Y VERACIDAD



Modificado de Menditto y cols.³

una cantidad física (la altura, el peso, la concentración, el tiempo, la distancia, etc.), a un fenómeno (caer o no enfermo, empeorar o sanar, experimentar dolor, etc.) o a un atributo (bondad, belleza, semejanza con un colectivo, inclinaciones políticas, etc.) de algún objeto⁴.

Entre otras cosas, medimos para poder comparar, clasificar y establecer equivalencias entre esas cantidades, fenómenos o atributos. Y de eso es precisamente de lo que se trata en los experimentos: de averiguar qué valores alcanza el mensurando, en las condiciones que hayamos establecido, para saber si es parecido o no a lo que predijimos en nuestra hipótesis. Cuanto más parecidos sean a la predicción que hicimos, más creíble será nuestra hipótesis. Así, los experimentos o las observaciones nos sirven para comprobar si una hipótesis funciona y si es capaz de predecir correctamente qué pasará en ellos.

Esta asignación de un número a algo (la cantidad física, el fenómeno o el atributo ya mencionados) intenta, sin conseguirlo totalmente, acercarse al valor real -a la veracidad- de ese algo⁵⁻⁶. Y no lo consigue porque la medición acarrea inevitablemente incertidumbre, dudas fundadas acerca de la validez del resultado, debido a los errores que se dan al obtenerla¹. Estos errores se dividen, tradicionalmente, en aleatorios, que afectan a la precisión, y en sistemáticos, que afectan a la exactitud.

A la vez, en toda medición hay tres agentes principales: el objeto medido, el instrumento de medición, y el operador que realiza la medición. Todos ellos pueden ser origen de errores sistemáticos o aleatorios, y sobre todos ellos puede actuarse para disminuirlos.

LOS ERRORES ALEATORIOS Y LA PRECISIÓN

Los errores aleatorios tienen varios orígenes (ampliando lo propuesto en^{7,8}), atendiendo a los agentes que intervienen y otros factores. Todos ellos pueden o no combinarse entre sí (Tabla 2).

Tabla 2. Origen de los errores aleatorios.

Fuente/factor	Motivo	
Operador(es)	Entrenamiento, experiencia y/o habilidades...	... insuficientes
		... diferentes entre operadores
Instrumento	Variaciones en su calibración o fiabilidad	
Ambiente	Diferencias en las condiciones o circunstancias relevantes (temperatura, presión, iluminación, momento del día, etc.)	
Tiempo	Tiempo transcurrido entre las diferentes medidas	
Objeto	Diferencias <i>intrasujeto</i> : los objetos medidos (especialmente si son personas o animales) pueden reaccionar a la medición de un mismo mensurando de manera diferente en diferentes momentos	
	Diferencias <i>intersujeto</i> : el o los grupos no son homogéneos pues los componentes de cada uno no son suficientemente semejantes entre sí, por lo que reaccionarán de manera diferente a la misma medición	

Estos errores aleatorios no pueden nunca compensarse completamente, pero pueden reducirse. Las maneras más eficaces^d -que no las más eficientes^e- de hacerlo es aumentando el número de mediciones (es decir, medir lo mismo varias veces y/o por varios observadores), pero esto no siempre es posible: no se puede medir dos veces una muestra que se destruye o altera con la medición o con el paso del tiempo; en un caso o en un paciente al que se realiza una intervención de cualquier tipo, no pueden repetirse mediciones en el mismo preciso instante de tiempo, o no siempre se tiene el tiempo o los medios personales o económicos para hacerlo. Otras maneras de reducir la variabilidad aleatoria y aumentar la precisión son: estandarizando mediante un protocolo los métodos de medición y seguirlo, claro, consistentemente; entrenar y acreditar^f a los observadores para que midan mejor, o utilizar en la medición instrumentos más sofisticados o automáticos, para lo que hace falta dinero.

d. Eficacia: capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera (RAE).

e. Eficiencia: capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos (RAE).

f. Acreditación: documento que acredita la condición de una persona y su facultad para desempeñar determinada actividad o cargo (RAE).

La precisión se determina esencialmente con la desviación estándar, el promedio de los valores absolutos de las diferencias entre los valores medidos y la media de esos mismos valores, y es un concepto capital en la investigación. Para una mejor comprensión del concepto de precisión (por ejemplo, a los fundamentos de reproducibilidad o repetibilidad), el lector puede referirse a Menditto A y cols³, Moreno Fores GR⁴ y Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement. Joint Committee for Guides in Metrology, Group 1⁵.

Para entender cómo influye la precisión en nuestros resultados, podremos imaginarnos un duende dentro de nuestro computador, que será quien escrutará los datos *-los resultados de los experimentos u observaciones-* en el momento del análisis estadístico y juzgará cuánto el azar ha contribuido a que sean como son, dándonos una conclusión: la famosa significación, la p (*ver La ciencia, el método científico, el azar y la navaja de Ockham*⁹).

Este duende se fijará, básicamente, en dos cosas: cuánto varían entre sí los datos *-la desviación estándar-*, y en cuantos casos hemos observado o experimentado: el número de casos.

Es bastante comprensible; si quisiéramos estimar la fiabilidad de lo que hemos encontrado, miraríamos en primer lugar cuánto los resultados de cada caso se parecen entre sí. Es decir, si varios pacientes (o casos, o muestras) pertenecen al mismo grupo y se ha influido en ellos de manera equivalente, el duende espera que los resultados asociados a ellos sean similares. No esperará que sean iguales, pero no deberían ser demasiado diferentes, no deberán ser muy dispersos.

Pues bien, ¿qué deducción sacará el duende de nuestro ordenador, si ve que los resultados fluctúan mucho, si lo que esperaba que se pareciera entre sí no lo hace?. Pues pensará: *"esta investigación tiene un problema puesto que o bien los grupos no realmente tan homogéneos como debería o bien no se ha medido bien, o ambas cosas. En estas condiciones, el azar podrá haber intervenido demasiado: voy a asignar una p elevada, poco significativa"*.

Esta es la razón de que, en toda experimentación u observación, debe mejorarse la precisión por todos los medios posibles. El no hacerlo, el tener una baja precisión, dificultará o impedirá demostrar la validación de la hipótesis que hemos planteado. Podrá quizá ser válida, pero no hemos podido hacerlo patente.

LOS ERRORES SISTEMÁTICOS Y LA EXACTITUD

Los errores sistemáticos son muy diferentes a los aleato-

rios. Ocurren cuando se desvían en una dirección los valores medidos, de manera repetida^{10, 11}, de forma que la medición tiende constantemente a subestimar o a sobreestimar los resultados de lo medido.

Sus posibles orígenes, como ocurría con los errores aleatorios, son tres⁸, que pueden actuar solos o combinados (Tabla 3).

Tabla 3. Origen de los errores sistemáticos.

Fuente	Motivo
Operador(es)	Distorsión (consciente o no) de la percepción o la notificación ⁹ de una medida
Instrumento	Circunstancias relevantes mantenidas (<i>temperatura, presión, iluminación, momento del día, etc.</i>) que puedan alterar en una dirección determinada los resultados de la medición Calibraciones inadecuadas o corrompidas
Objeto	En pacientes, cuando reportan de manera selectiva los sucesos que creen relevantes y tienden a omitir los que no creen que lo sean

El duende que antes hemos mencionado que revisará nuestros datos estará, respecto a la exactitud, sin referencias. No puede saber cuánto nuestros datos se parecen a la realidad puesto que, por definición, ésta no es conocida.

Así, para establecer cuánto nuestros valores se parecen a la realidad, deberemos buscar en la literatura más fiable una regla de oro, un *gold standard*, un valor previamente establecido por otros y consensuado como fiable por la comunidad científica, y ver cuánto nuestros resultados se parecen. No encontraremos, claro, el valor concreto que estamos buscando, pero sí aquél (o aquellos) valor(es) asignados a mensurandos similares.

Los métodos para mejorar la exactitud son, en parte, los mismos que para mejorar la precisión⁸. Además pueden hacerse mediciones ocultas para el individuo analizado y/o para el operador o calibrar cuidadosamente los instrumentos.

Pero la manera más clásica es el cegamiento: conseguir que quienes realicen la medición, que los individuos que la realizan y que quienes analizan los datos desconozcan de quién son los resultados, de qué paciente o de que muestra se tomaron. Este método se tratará más pormenorizadamente más adelante.

g. Notificación: en este contexto se refiere al acto de informar del resultado y/o registrarlo en el soporte seleccionado (papel, digital, etc).



BIBLIOGRAFÍA

1. Squara P, Imhoff M, Cecconi M. Metrology in medicine: from measurements to decision, with specific reference to anesthesia and intensive care. *Anesth Analg*. 2015;120(1):66-75.
2. Prenesti E, Gosmaro F. Trueness, precision and accuracy: a critical overview of the concepts as well as proposals for revision. *Accredit Qual Assur*. 2015;20(1):33-40.
3. Menditto A, Patriarca M, Magnusson B. Understanding the meaning of accuracy, trueness and precision. *Accredit Qual Assur*. 2007;12(1):45-47.
4. Moreno Flores GR. Un paseo por el azar. Santiago de Chile: Catalonia, 2022.
5. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement. Joint Committee for Guides in Metrology, Group 1. 2010.
6. Mari L. A quest for the definition of measurement. *Measurement*. 2013;46(8):2889-2895.
7. Hasegawa R, Suzuki T, Ferrés Hernández M, Bazzucchi, V. ISO 5725-1:2023. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results Part 1: General principles and definitions. Organización Internacional de Normalización 2023.
8. Hulley SB, Newman TB, Cummings SR. Planning the Measurements: Precision, Accuracy, and Validity. *Designing Clinical Research*. 4th ed: Wolters Kluwer. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
9. De la Macorra García JC. La ciencia, el método científico, el azar y la navaja de Ockham. *Cientifica Dental*. 2024;21(2):90-92.
10. Murphy EA. *The logic of medicine*: Johns Hopkins University Press; 1997. 488-490.
11. Vetter TR, Mascha EJ. Bias, Confounding, and Interaction: Lions and Tigers, and Bears, Oh My! *Anesth Analg*. 2017;125(3):1042-1048.