



CUADERNO 38. Bioestadística

La estadística es el área de las matemáticas que permite recoger, organizar, resumir, presentar y analizar datos sobre fenómenos y procesos. Pero, el trabajo del especialista en estadística no consiste sólo en reunir y tabular los datos, sino sobre todo en el proceso de interpretación de esa información para obtener conclusiones y tomar decisiones basadas en esos análisis. Su aplicación es muy amplia, por ejemplo, en la interpretación de fenómenos físicos, meteorológicos, biológicos, de las ciencias sociales y de las organizaciones. El avance de la computación numérica y el desarrollo de la teoría de la probabilidad ha aumentado el alcance de las aplicaciones de la estadística. Hoy en día, la **bioestadística** ayuda a investigar en todas las áreas de las Ciencias de la vida (biología, ecología, medicina, entre otras) en donde los datos observados presentan una gran variabilidad.

Los inicios de la estadística

Desde el año 3000 a.C. han existido formas sencillas de estadísticas, pues ya se utilizaban representaciones gráficas y otros símbolos tallados en distintos materiales (piedras, pieles, maderas) para contar el número de personas o animales. Por ejemplo, los babilonios usaban pequeñas tablillas de arcilla para recopilar datos sobre la producción agrícola y los egipcios analizaban los datos de su población. En China existían registros numéricos similares con anterioridad al año 2000 a.C. Los griegos clásicos realizaban censos cuya información se utilizaba hacia el año 600 a.C. para cobrar impuestos. Muchos años después, en 1662, apareció el primer estudio estadístico importante de una población titulado *Observations on the London Bills of Mortality* (Observaciones sobre las partidas de defunción en Londres).

Con la divulgación del método científico en el siglo XIX, para estudiar los fenómenos de las ciencias naturales y sociales, los investigadores comenzaron a reducir la información a valores numéricos para una mayor comprensión de los fenómenos observados.

Algunos conceptos básicos

El mundo presenta una enorme variabilidad. Por ejemplo, los seres vivos son distintos entre sí, y aportan diversidad a la población. Muchas son las características que pueden variar entre individuos (en el ser humano: altura, color de pelo, sexo, edad, respuesta a tratamientos, entre muchos otros). Se las llama **variables** y se las puede clasificar como se indica en la siguiente tabla:

Variables cualitativas No se pueden medir numéricamente. No	Nominales: Sus valores no se pueden ordenar. Por ejemplo: sexo (F o M), grupo sanguíneo (A, B, AB, O, entre otros), religión, nacionalidad, etc.
---	---

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



<p>permiten realizar operaciones algebraicas. Pueden ser nominales u ordinales.</p>	<p>Ordinales: Sus valores se pueden ordenar. Por ejemplo: mejoría de un paciente ante un tratamiento (muy mejorado, moderado, poco mejorado, sin mejoras), grado de satisfacción (muy, medianamente, poco, nada satisfecho), intensidad del dolor, etc.</p>
<p>Variables cuantitativas Tienen valor numérico (edad, altura, ingresos mensuales). Se pueden clasificar en discretas y continuas.</p>	<p>Discretas: sólo pueden tomar valores enteros (1, 2, 25, -12, etc.). Por ejemplo: número de hijos (puede ser 1, 2, 3, etc., pero nunca podrá ser 3,5).</p>
	<p>Continuas: pueden tomar cualquier valor real dentro de un intervalo. Por ejemplo, la altura de las personas puede ser 1,65 m; 1,70 m; 1,90 m; etc.</p>

La estadística se aplica sobre la variabilidad, y se puede utilizar de dos maneras:

- la **estadística descriptiva** se dedica a la presentación, organización y resumen de los datos observados.
- la **estadística inferencial** permite generalizar los datos de las muestras a un número más grande de individuos (población).

Cuando se estudia el comportamiento de una variable en una **población** (conjunto sobre el que se desea obtener conclusiones o hacer inferencias) hay que tener en cuenta que ésta normalmente es demasiado grande para poder abarcarla. Entonces, se toma una **muestra** formada por miembros "seleccionados" de la población (**individuos** o unidades experimentales) y que es suficientemente representativa (en cantidad y diversidad).

¿Cómo se analizan los datos?

Cuando se toman datos de una muestra, éstos son inicialmente compilados en bases de datos (tablas de frecuencias), para luego ser presentados en forma gráfica. Esto ayuda a visualizar e interpretar la variación de los datos.

La **distribución de frecuencia** es la representación estructurada, en forma de tabla, de la información que se ha recogido sobre la variable en estudio, como se muestra en la siguiente tabla, en donde **X** son los distintos valores que puede tomar la variable, **n** es el número de veces que se repite cada valor, y **f** es el porcentaje (en relación con el total) en el que se repite dicho valor.

Variable (Valor)	Frecuencias absolutas		Frecuencias relativas	
	Simple	Acumulada	Simple	Acumulada
X1	n1	n1	$f1 = n1 / n$	f1
X2	n2	$n1 + n2$	$f2 = n2 / n$	$f1 + f2$
...
Xn-1	nn-1	$n1 + n2 + \dots + nn-1$	$fn-1 = nn-1 / n$	$f1 + f2 + \dots + fn-1$
Xn	nn	$\sum n$	$fn = nn / n$	$\sum f$

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Por ejemplo, al medir la altura de los niños de una clase, se obtienen los siguientes resultados (en metros)

Alumno	Estatura	Alumno	Estatura	Alumno	Estatura
Alumno 1	1,25	Alumno 11	1,23	Alumno 21	1,21
Alumno 2	1,28	Alumno 12	1,26	Alumno 22	1,29
Alumno 3	1,27	Alumno 13	1,30	Alumno 23	1,26
Alumno 4	1,21	Alumno 14	1,21	Alumno 24	1,22
Alumno 5	1,22	Alumno 15	1,28	Alumno 25	1,28
Alumno 6	1,29	Alumno 16	1,30	Alumno 26	1,27
Alumno 7	1,30	Alumno 17	1,22	Alumno 27	1,26
Alumno 8	1,24	Alumno 18	1,25	Alumno 28	1,23
Alumno 9	1,27	Alumno 19	1,20	Alumno 29	1,22
Alumno 10	1,29	Alumno 20	1,28	Alumno 30	1,21

Extraído de: <http://www.aulafacil.com/CursoEstadistica/Lecc-2-est.htm>

A partir de estos datos, se puede obtener la siguiente tabla de frecuencias:

Variable (Valor)	Frecuencias absolutas		Frecuencias relativas	
	Simple	Acumulada	Simple	Acumulada
1,20	1	1	3,3%	3,3%
1,21	4	5	13,3%	16,6%
1,22	4	9	13,3%	30,0%
1,23	2	11	6,6%	36,6%
1,24	1	12	3,3%	40,0%
1,25	2	14	6,6%	46,6%
1,26	3	17	10,0%	56,6%
1,27	3	20	10,0%	66,6%
1,28	4	24	13,3%	80,0%
1,29	3	27	10,0%	90,0%
1,30	3	30 (total)	10,0%	100,0%

Las **frecuencias simples** se obtienen contando cuántos niños tienen determinado valor (por ejemplo hay 1 niño que mide 1,20m y 4 que miden 1,22 m.).

Las **frecuencias relativas simples** consideran cada valor en relación con el total: por ejemplo para el valor 1,20, hay 1 solo niño (de un total de 30) que posee esa altura, entonces la frecuencia (en %) es: $1/30 \cdot 100 = 3,3\%$

Si los valores que toma la variable son muy diversos y cada uno de ellos se repite muy pocas veces, entonces es conveniente agruparlos por intervalos, como muestra el histograma (ver más adelante), ya que de otra manera se obtendría una tabla de frecuencia muy extensa.

Una vez obtenida una tabla de frecuencias, se puede representar mediante un gráfico. En estadística se denominan *gráficos* a aquellas imágenes que, combinando la utilización de colores,

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 38

puntos, líneas, símbolos, números, texto y un sistema de referencia (coordenadas), permiten presentar información cuantitativa. La utilidad de los gráficos es doble, ya que pueden servir no sólo como sustituto a las tablas, sino que también constituyen por sí mismos una poderosa herramienta para el análisis de los datos, siendo en ocasiones el medio más efectivo no sólo para describir y resumir la información, sino también para visualizarla y analizarla.

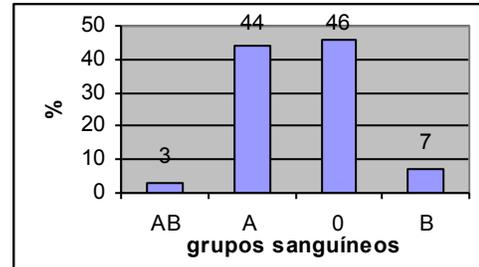
"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



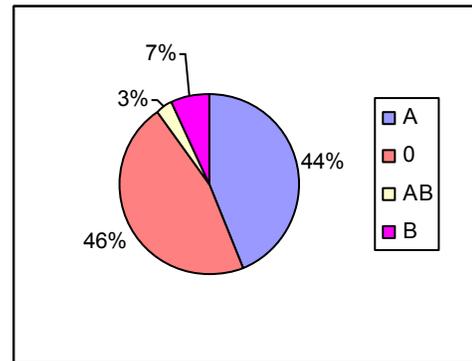
Tipos de gráficos

§ Gráficos para variables cualitativas

Diagramas de barras: se representan en el eje de ordenadas (X) las modalidades, y en abscisas (Y) las frecuencias absolutas o relativas. Por ejemplo: el porcentaje de personas que pertenecen a los distintos grupos sanguíneos son: B: 7%; A: 44%; AB: 3%; O: 46%.



Diagramas de sectores (también llamados *tortas*): Se divide un círculo en tantas porciones como clases existan, de modo que a cada clase le corresponde un arco de círculo proporcional a su frecuencia absoluta o relativa. Para los datos del ejemplo anterior se muestra el gráfico de torta correspondiente.

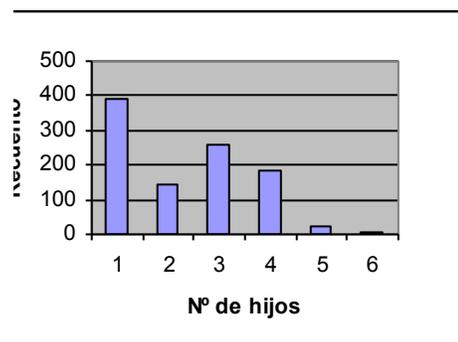


§ Gráficos para variables numéricas

Hay diferentes tipos de gráficos, dependiendo de si las variables son **discretas** o **continuas**. En estos gráficos se pueden representar tanto frecuencias absolutas como relativas.

Diagramas de barras para variables discretas

Se deja un hueco entre barras para indicar los valores que no son posibles (por ejemplo, números decimales de hijos)

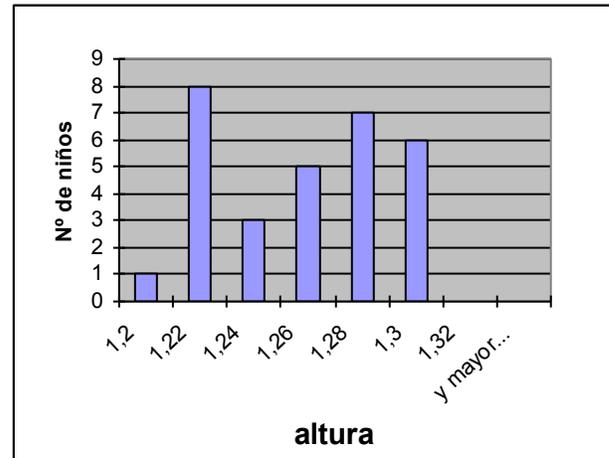




Histogramas para variables continuas

El área que hay bajo el histograma entre dos puntos cualesquiera indica la cantidad (porcentaje o frecuencia) de individuos en el intervalo.

Tomando el ejemplo de las tablas anteriores, se representan la frecuencia de alumnos según su estatura (agrupada en clases o intervalos)



Cada uno de los diagramas anteriores, puede tener su correspondiente diagrama integral, el cual se construye a partir de las frecuencias acumuladas, ya sean absolutas o relativas. Indican, para cada valor de la variable, la cantidad (frecuencia) de individuos que poseen un valor inferior o igual al mismo (ver tabla anterior).

Generalmente, tras la elaboración de la tabla y su gráfica, en la mayoría de las ocasiones resulta más eficaz resumir la información en algunos números que la expresen de forma clara y concisa.

Probabilidades. Algunos conceptos básicos

Si se quieren representar los resultados de un experimento, los métodos de la estadística descriptiva son suficientes. Sin embargo, si lo que se pretende es utilizar la información obtenida para extraer conclusiones generales sobre todos los objetos del mismo tipo de los estudiados, entonces estos métodos constituyen sólo el principio del análisis, y se debe recurrir a métodos de inferencia estadística, los cuales implican el uso de la teoría de la probabilidad.

La **probabilidad** es la posibilidad de que algo pase. Se expresa como fracciones o como decimales que toman valores entre cero y uno. Tener una probabilidad de 0 (cero) significa que algo nunca va a suceder, mientras que una probabilidad de 1 (uno) indica que algo va a suceder siempre.

En la teoría de la probabilidad, un **evento** es uno o más de los posibles resultados de algo. La actividad que origine uno de dichos eventos se conoce como **experimento aleatorio**. Al conjunto de todos los resultados posibles de un experimento se le llama **espacio muestral** del experimento.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Tipos de probabilidad

Existen tres maneras básicas de clasificar la probabilidad:

1. Frecuencia relativa de presentación

En el siglo XIX, los estadísticos británicos comenzaron a recoger datos sobre nacimientos y defunciones para poder calcular el riesgo de pérdidas en las pólizas de seguros de vida. En la actualidad, a este proceso se lo llama *frecuencia relativa de presentación de un evento* y define la probabilidad como: **La frecuencia relativa observada de un evento durante un gran número de intentos, o la fracción de veces que un evento se presenta a la larga, cuando las condiciones son estables.**

Con este método se determina qué tan frecuente ha sucedido algo en el pasado y se usa esa cifra para predecir la probabilidad de que suceda de nuevo en el futuro.

Aquí, el número que se obtiene como probabilidad adquirirá mayor precisión a medida que aumentan las observaciones.

2. Probabilidades subjetivas

Las probabilidades subjetivas están basadas en las creencias de las personas que efectúan la estimación de probabilidad. La probabilidad subjetiva se puede definir como la probabilidad asignada a un evento por parte de un individuo, basada en la evidencia que se tenga disponible. Las asignaciones de probabilidad subjetiva se dan con más frecuencia cuando los eventos se presentan sólo una vez o un número muy reducido de veces.

3. Probabilidad clásica

Se define la probabilidad de que un evento X ocurra como:

$$P(X) = \text{Número de resultados favorables} / \text{número total de resultados posibles}$$

La probabilidad clásica es conocida como probabilidad *a priori*, debido a que si se utilizan ejemplos previsible (como al arrojar monedas o dados), se puede establecer la respuesta de antemano, sin necesidad de lanzar una moneda o un dado. No tenemos que efectuar experimentos para poder llegar a conclusiones. Así, la probabilidad de que salga “cara” al tirar una moneda es de 50% o 0,5, ya que es 1 de 2 posibilidades (cara o ceca).

En la resolución de problemas de probabilidad clásica, se debe tener en cuenta si los sucesos son **incompatibles, condicionados o independientes.**

§ Dos sucesos X e Y son **incompatibles** si el hecho de que uno ocurra conlleva la imposibilidad de que lo haga el otro. Un ejemplo muy conocido es el lanzamiento de un dado: cuando sale una de sus caras no puede salir otra al mismo tiempo. Entonces, la probabilidad de que se produzca X o Y es la probabilidad de X más la probabilidad de Y (**Ley de la suma**)

$P(X \text{ o } Y) = P(X) + P(Y)$, donde P es la abreviatura estadística de probabilidad.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Por ejemplo, la probabilidad de que salga un 4 o un 6 al arrojar un dado es:
 $P(4) + P(6) = 1/6 + 1/6 = 2/3$

§ Dos sucesos X e Y con **condicionados** si el hecho de que ocurra Y depende de lo que haya hecho X, o al revés. La probabilidad de que ambos ocurran simultáneamente es la probabilidad de X multiplicada por la probabilidad de Y, suponiendo que ya haya sucedido X (**Ley de multiplicación**).

$P(X \text{ e } Y) = P(X) \times P(Y/X)$, donde $P(Y/X)$ designa la probabilidad de Y condicionado a X.

§ Hay muchos sucesos que no son condicionados ni incompatibles, sino que son **independientes** entre sí. La probabilidad de que dos sucesos independientes ocurran, viene dado por la multiplicación de las probabilidades de cada uno de ellos.

$P(X \text{ e } Y) = P(X) \times P(Y)$

Por ejemplo, la probabilidad de que al arrojar un dado salga un 4 y un 6 es: $P(4) \times P(6) = 1/6 \times 1/6 = 1/36$

Las probabilidades y la genética

Una parte importante en el trabajo de un genetista es predecir el tipo de progenie que se originará de una cierta cruce y poder calcular la proporción de los mismos, es decir, determinar sus probabilidades.

Los estudios de uno de los genetistas más famosos, Gregor Mendel, son un ejemplo de una correcta utilización del método científico. Eligió el material de investigación más indicado para resolver el problema propuesto (la herencia de caracteres), diseñó los experimentos cuidadosamente, recolectó una enorme cantidad de datos y utilizó un análisis estadístico (probabilidades) para demostrar que los resultados obtenidos confirmaban sus hipótesis. Las predicciones de las hipótesis eran posteriormente chequeadas en una nueva serie de experimentos.

Los experimentos y las conclusiones obtenidas en los experimentos de Mendel se desarrollan en los Cuadernos N° 40 y 41.

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Lo primero que se sugiere para trabajar los temas de este Cuaderno es coordinar con los docentes de matemática, o que se empleen los ejemplos de la biología y la genética en las clases de matemática.

La estadística no es un tema sencillo de trabajar ya que requiere de cierta abstracción que no es fácil de lograr, especialmente con los alumnos más pequeños. Por esto, se sugiere comenzar a trabajar el tema a partir de una actividad simple, como la Actividad N°4 (Probabilidades y

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 38

Monedas) que se propone en la sección de ACTIVIDADES de este Cuaderno. A partir del análisis de esta actividad se introducen los conceptos de probabilidad teórica, el tamaño de la muestra, y los resultados. Es importante tomarse el tiempo en clase para hacer la actividad, que los alumnos anoten los resultados, armar tablas de resultados, de frecuencias y analizar estos conceptos en la clase. Para relacionarlo con la genética se sugiere ejemplificar con el caso de la probabilidad de que se forme un varón o una nena en la reproducción, se tome el caso de una familia, y los datos de algún censo provincial o nacional, en el cual se toma una muestra más grande y representativa que se aproxima más a las probabilidades teóricas.

Otro tema central en el Cuaderno, que es importante trabajar en clase, se refiere a las representaciones gráficas u *organizadores gráficos*. Este tema es importante para abordar muchos contenidos de la ciencia. **Los organizadores gráficos son herramientas visuales que permiten presentar información y exhibir regularidades y relaciones. Pueden ser esquemas, líneas de tiempo, mapas conceptuales, cuadros, tablas, etc. Reflejan datos y sirven para comprimir información, focalizar el propósito de la comunicación, localizar ideas claves y establecer relaciones entre ideas. Son una expresión visual de los datos. Las variables que los constituyen no aparecen en sí mismas, sino bajo la forma de “cantidades” o “tamaños” representados como gráficos de tortas, histogramas, curvas, etc. que requieren de aprendizaje y ejercitación para su diseño e interpretación.**

Los organizadores gráficos utilizados comúnmente en la enseñanza son:

Cuadro sinóptico: clasificación en forma de epígrafes comprendidos dentro de llaves de modo tal que el conjunto puede ser abarcado de una vez con la vista.

Diagrama: representación de un fenómeno por medio de figuras geométricas.

Gráfico: expresión visual de datos, relaciones y cambios.

Mapa: representación de un territorio sobre una superficie plana.

Matriz: cuadro dividido en filas y columnas.

Tabla: serie ordenada de valores numéricos de cualquier tipo.

Mapas conceptuales: representan sistemas jerárquicos desde lo supraordenado a lo subordinado.

El uso de organizadores gráficos en la enseñanza favorece la comprensión de ideas y conceptos en tanto que permiten:

- § Presentar, reorganizar o resumir información de un texto
- § Organizar la información en forma espacial
- § Visualizar la información como un todo significativo
- § Facilitar la interpretación y la comprensión de la información
- § Convertir información compleja y desordenada en información significativa
- § Localizar y recordar ideas claves
- § Establecer interrelaciones entre ideas
- § Actuar como mapas mentales
- § Exhibir datos

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- § Describir objetos y lugares
- § Desplegar el proceso de organización de un sistema
- § Mostrar datos cuantitativos a través de curvas, barras o puntos

La ciencia utiliza habitualmente representaciones gráficas que presentan algunas características en común:

- propiedades cuasi-perceptivas que hacen que las ideas más abstractas puedan encontrarse “materializadas”;
- carácter sinóptico y de “economía mental” que busca la representación más simple y más visual que pueda reunir el máximo de información, y que pueda ser captada como un todo con una mirada;
- carácter estructurante que favorece la expresión de relaciones entre los elementos que describen y su organización.

La imagen puede ser vista como una ayuda o como un obstáculo en el proceso pedagógico, según cómo se trabaje en la clase. Por lo cual deben ser utilizadas como una herramienta flexible. Esto significa:

- construir equivalencias con otros lenguajes, es decir, hacer traducir los textos en esquemas y los esquemas en textos;
- contribuir a tomar conciencia que la representación de un fenómeno no es el fenómeno mismo sino un modelo que lo interpreta;
- explicitar los códigos y simbolismos que inducen a diferentes trayectos de lectura;
- favorecer la explicitación por parte de los alumnos de las formas utilizadas y de las razones por las cuales se usa una forma gráfica y no la otra.

Se sugiere presentar el gráfico y realizar con los alumnos un análisis de cada una de las variables que intervienen:

- qué representan los ejes,
- de dónde se obtienen los datos que se presentan en el gráfico,
- qué significa una curva ascendente o descendente, o una columna, o una porción de la torta o la torta entera, etc.
- analizar la ventaja del uso de cada tipo de organizador gráfico en comparación con otros, en cuanto a la claridad y visualización de la información que se pretende transmitir.
- resaltar la diferencia entre la información que se desprende de la lectura del gráfico y las interpretaciones que se desprenden a partir de esa información y de la aplicación de los conocimientos previos.

CONCEPTOS RELACIONADOS

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Características de los seres vivos. Variabilidad. Biodiversidad. Estadística. Probabilidades. Muestras y censos. Frecuencia. Diseño, análisis e interpretación de representaciones gráficas. Bases de la genética. Experiencias de Mendel: análisis y conclusiones. Estadística en genética.

ACTIVIDADES

Actividad 1. Revisión de conceptos

Completar el siguiente cuadro, teniendo en cuenta los conceptos introducidos en la sección teórica:

variables		tipo de gráfico
Cualitativas	nominales	----- y -----

Cuantitativas	-----	diagramas de barras
	continuas	-----

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Respuesta:

variables		tipo de gráfico
cualitativas	nominales	gráficos de áreas y diagramas de barras
	ordinales	
cuantitativas	discretas	diagramas de barras
	continuas	histogramas

Actividad 2. Tipos de variables numéricas

En esta actividad se propone que los alumnos agrupen las siguientes variables, según el tipo al que pertenezcan:

- El grupo sanguíneo
- Número de hijos
- Nacionalidad
- Intensidad de dolor
- Peso
- Número de sesiones de un tratamiento
- Número de hojas de un árbol
- Peso de las semillas recolectadas por planta
- Grado de satisfacción al comprar un producto
- Sexo
- Longitud del tallo
- N° de huevos por gallina

Respuesta:

Cualitativas

Nominales: a, c, j

Ordinales: d, i

Cuantitativas o Numéricas

Discretas: b, f, g, l

Continuas: d, h, k

Actividad 3. Tablas de frecuencias y gráficos

Nota: los datos fueron extraídos de <http://www.aulafacil.com/CursoEstadistica/Lecc-2-est.htm>

Esta actividad tiene por objetivo ejercitar el diseño, interpretación y análisis de los resultados de una muestra de estudio, y la obtención de conclusiones.

Se mide la estatura de 30 habitantes de un barrio y se obtienen los siguientes resultados (m):

Habitante	Estatura	Habitante	Estatura	Habitante	Estatura
Habitante 1	1,15	Habitante 11	1,53	Habitante 21	1,21

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Habitante 2	1,48	Habitante 12	1,16	Habitante 22	1,59
Habitante 3	1,57	Habitante 13	1,60	Habitante 23	1,86
Habitante 4	1,71	Habitante 14	1,81	Habitante 24	1,52
Habitante 5	1,92	Habitante 15	1,98	Habitante 25	1,48
Habitante 6	1,39	Habitante 16	1,20	Habitante 26	1,37
Habitante 7	1,40	Habitante 17	1,42	Habitante 27	1,16
Habitante 8	1,64	Habitante 18	1,45	Habitante 28	1,73
Habitante 9	1,77	Habitante 19	1,20	Habitante 29	1,62
Habitante 10	1,49	Habitante 20	1,98	Habitante 30	1,01

- Realizar una tabla de frecuencias absolutas y relativas como se ejemplifica en la sección teórica.
- Realizar el histograma correspondiente, separando al conjunto de datos en 10 clases de entre 1,00 m y 2,00 m. ¿Cuál es la columna de la tabla de frecuencias que se emplea para diagramar el histograma?
- ¿Cuál es la estatura que se presenta con mayor frecuencia en esta población? ¿Cómo es posible darse cuenta a partir del histograma?
- ¿Cómo sería posible evaluar si las conclusiones de esta medición pueden aplicarse a la población de toda la ciudad?

Respuestas

- Si se presentara esta información en una tabla de frecuencia se obtendría una tabla de 30 líneas (una para cada valor), cada uno de ellos con una frecuencia absoluta de 1 y con una frecuencia relativa del 3,3%, lo cual aportaría escasa información.

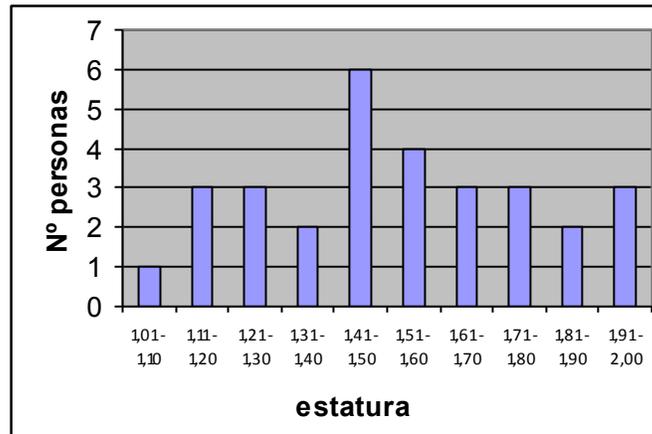
En lugar de ello, se agrupan los datos por intervalos, y así la información queda más resumida.

Estatura Intervalos	Frecuencias absolutas		Frecuencias relativas	
	Simple	Acumulada	Simple	Acumulada
1,01 - 1,10	1	1	3,3%	3,3%
1,11 - 1,20	3	4	10,0%	13,3%
1,21 - 1,30	3	7	10,0%	23,3%
1,31 - 1,40	2	9	6,6%	30,0%
1,41 - 1,50	6	15	20,0%	50,0%
1,51 - 1,60	4	19	13,3%	63,3%
1,61 - 1,70	3	22	10,0%	73,3%
1,71 - 1,80	3	25	10,0%	83,3%
1,81 - 1,90	2	27	6,6%	90,0%
1,91 - 2,00	3	30	10,0%	100,0%

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- b) El histograma correspondiente se construye a partir de los datos de la columna de “frecuencias absolutas simples”. También se podría diseñar a partir de la columna de “frecuencias relativas simples” (el eje Y expresado en %):



- c) Según el gráfico, la estatura entre 1,41 m y 1,50 m. Es la que se presenta con más frecuencia en esta población. Es posible darse cuenta ya que es la barra más alta (la que incluye mayor cantidad de individuos) entre el total.
- d) Para conocer si estos resultados y conclusiones se aplican a una población más amplia se debería tomar una muestra mayor, representativa de toda la ciudad.

Actividad 4. Probabilidades y monedas

A continuación se propone una actividad simple y entretenida que sirve para trabajar mejor el tema de las probabilidades, y qué significa una muestra significativa. Asimismo, se pretende trabajar el hecho de que cuanto más grande es la muestra analizada, más se acerca la relación numérica real a la esperada teóricamente.

Se sugiere dividir a la clase en grupos y que cada uno tenga una moneda, y anote sus resultados en una tabla que confeccionarán en la carpeta. Luego se hace una puesta en común para considerar los resultados de todos los grupos y llegar a una conclusión.

Procedimiento:

1. Si se tira una moneda al aire, ¿cuál es la probabilidad de que salga cara? ¿y ceca?
Rta. 50% y 50% (probabilidad teórica).
2. Cada grupo tira una moneda al aire 2 veces y anota el resultado en la tabla, en números y en porcentajes.
3. Cada grupo tira la moneda 20 veces y anota el resultado en números y en porcentajes.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 38

4. Cada grupo tira la moneda 100 veces y anota los resultados en números y porcentaje.
5. ¿Qué conclusiones es posible sacar al observar los resultados de cada grupo, y al observar los resultados de toda la clase?

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



TABLA

Nota: la tabla incluye en color azul unos posibles resultados, para analizar los resultados.

Cantidad	Alternativa	GRUPOS					TOTAL DE LA CLASE
		1	2	3	4	5	
2 veces	Cara	1	0	2	2	1	6
	Ceca	1	2	0	0	1	4
	Porcentajes	50-50%	0-100%	100-0%	100-0%	50-50%	60 - 40%
20 veces	Cara	10	12	7	6	9	44
	Ceca	10	8	13	12	11	56
	Porcentajes	50-50%	60-40%	35-65%	30-70%	45-55%	44 - 56%
100 veces	Cara	42	60	55	39	70	266
	Ceca	58	40	45	61	30	234
	Porcentajes	42-58%	60-40%	55-45%	39-61%	70-30%	53 - 47%

Como se puede notar, cuanto mayor es la muestra (más tiros, y más grupos que tiran), más se acerca la proporción numérica total al valor teórico esperado, de 50-50% probabilidades de que salga cara o ceca.

Material de Consulta

Bioestadística. Norman y Streiner. Ediciones Harcourt S.A. Traducido al español. 2000

Apuntes y videos de estadística de la Universidad de Málaga

http://campusvirtual.uma.es/est_fisio/apuntes/

Aula virtual de bioestadística de la Universidad Complutense.

<http://e-stadistica.bio.ucm.es/>

Conceptos básicos en estadística

http://www.e-biometria.com/conceptos_basicos/conceptos_basicos.htm

Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica

http://www.hrc.es/bioest/M_docente.html

Ejemplos de tipos de gráficos

http://www.hrc.es/bioest/Ejemplos_histo.html

Introducción a la probabilidad de la Universidad de Alcalá, España.

<http://www.ciberconta.unizar.es/LECCION/probabil/INICIO.HTML>

¿Qué son los organizadores gráficos? (2000) Libedinsky, Marta Disponible en URL:

<http://www.catedras.fsoc.uba.ar/tecned/>

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 38

Imagen y Enseñanza: Una relación conflictiva. Villagra, María Alicia. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

<http://www.uned.es/ntedu/espanol/master/primer/modulos/teoria-de-la-representacion/imagense.htm>

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.