Práctica 3

Distribuciones de probabilidad

Contenido

1 Objetivos

1. Saber usar la *calculadora* de SPSS.
2. Calcular valores de las funciones de probabilidad, densidad y distribución de las principales distribuciones de probabilidad estudiadas en la asignatura.
3. Resolver problemas de probabilidades mediante SPSS.
4. Realizar gráficas de las citadas funciones.

2 Distribuciones de variables aleatorias

SPSS dispone de funciones de distribución F de diferentes modelos de variables aleatorias. Los nombres de estas funciones van precedidas de las letras CDF, siglas de *cumulative density function*, es decir, función de probabilidad acumulada, que es otro nombre que reciben las funciones de distribución.

Algunas de estas funciones se describen a continuación (aunque SPSS dispone de muchas más), y proporcionan la probabilidad de que una variable aleatoria con la distribución especificada sea menor que la cantidad x, el primer argumento. Es decir, la función de distribución evaluada en x. Los argumentos siguientes son los *parámetros* de la distribución. Téngase en cuenta el punto contenido en el nombre de cada función (excepto en CDFNORM).

CDF.BERNOULLI(x, p): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria de Bernouilli de parámetro p.

CDF.BINOM(x, n, p): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria binomial de parámetros n y p. Si $n = 1$, estamos ante la distribución de Bernouilli.

CDF.GEOM(x, p): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria geométrica de parámetro p.

CDF.POISSON(x, λ): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria de Poisson de parámetro λ.

CDF.UNIFORM(x, a, b): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria uniforme en el intervalo $[a, b]$.

CDF.NORMAL(x, μ, σ): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria normal de parámetros μ y σ.

CDFNORM(z): (¡sin punto!) Halla el valor de la función de distribución en el punto z de una variable aleatoria normal de parámetros 0 y 1.

CDF.EXP(x, λ): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria exponencial de parámetro λ.

Análogamente, las funciones de probabilidad y de densidad f, tienen nombres precedidos de las letras PDF, siglas de *probability density function*.

Algunas de estas funciones se describen a continuación, y proporcionan, en el caso de las distribuciones discretas, la probabilidad de que una variable aleatoria con la distribución especificada sea igual que la cantidad x, el primer argumento. Es decir, la función de probabilidad evaluada en x. Los argumentos siguientes son los parámetros de la distribución. Se debe tener en cuenta el punto contenido en el nombre de cada una de ellas.

PDF.BERNOULLI(x, p): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria de Bernouilli de parámetro p.

PDF.BINOM(x, n, p): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria binomial de parámetros n y p. Si $n = 1$, estamos ante la distribución de Bernouilli.

PDF.GEOM(x, p): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria geométrica de parámetro p.

PDF.POISSON(x, λ): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria de Poisson de parámetro λ.

PDF.UNIFORM(x, a, b): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria uniforme en el intervalo $[a, b]$.

PDF.NORMAL(x, μ, σ): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria normal de parámetros μ y σ.

PDF.EXP(x, λ): Halla el valor de la función de distribución en el punto x de una variable aleatoria exponencial de parámetro λ.

Para llevar a cabo cualquier cálculo con estas y otras funciones, SPSS proporciona una *calculadora*, que se activa pulsando en la barra de menús:

$\boxed{\text{Transformar}} \longrightarrow \boxed{\text{Calcular...}}$

NOTA: Antes de proceder a cualquier cálculo, es preciso que haya algún fichero de datos abierto en el **Editor de datos**. Si no lo hay, en la Vista de datos colocamos algunos valores en las celdas. No es necesario que estos valores se utilicen en los cálculos, aunque podría hacerse, pero su presencia es imprescindible para que pueda funcionar la *calculadora*.
En el cuadro de diálogo Calcular variable que aparece, hay que escribir en el campo Variable de destino, el nombre de la variable en la que se almacenará el resultado. En Expresión numérica: colocamos la expresión, formada por nombres de funciones, signos de operaciones, números y nombres de variables, cuyo valor deseamos calcular. Para incorporar variables a dicha expresión las tomamos de la lista de la izquierda (previamente han debido definirse en la vista de variables), y las pasamos a la derecha con el botón $\boxed{\blacktriangleright}$.
Para incorporar funciones, se eligen de la lista Grupo de funciones:, el tipo de función que queremos, y de la lista Funciones y variables especiales:, la función que vamos a usar. Una vez elegida, pasamos al campo Expresión numérica pulsando $\boxed{\blacktriangle}$.
NOTA: Observa que al pulsar el nombre de una función, en el campo situado aproximadamente en el centro de esta caja de diálogo, aparece una breve descripcón de la misma.

EJEMPLO: Vamos a calcular la expresión $\ln\sqrt{\dfrac{3-\operatorname{arcsen} 0.25}{|\cos^2 3.44 - 2|}}$. En SPSS, los nombres de las funciones logaritmo neperiano, raíz cuadrada, arcoseno, valor absoluto y coseno son respectivamente:

LN(expr_num)   SQRT(expr_num)   ARSIN(expr_num)

ABS(expr_num)   COS(radianes)

donde *expr_num* o *radianes*, son los argumentos de cada función. Comenzamos escribiendo en el campo Variable de destino: el nombre de una variable (puede ser el nombre de una definida previamente en la Vista de variables, o una nueva que se creará por el hecho de escribir aquí su nombre). A continuación debemos colocar en el campo Expresión numérica: lo siguiente:

LN(SQRT((3-ARSIN(0.25))/ABS(COS(3.44)**2−2)))

Observa con detalle esta expresión comparándola con la de más arriba, prestando especial atención a los paréntesis. Después de pulsar el botón $\boxed{\text{Aceptar}}$, en la columna de la vista de datos correspondiente a la variable cuyo nombre hemos colocado en la ventana Variable de destino debe aparecer 0.463862048.

Ahora estamos en condiciones de resolver los ejercicios que siguen.

Ejercicio 1

Un agente de seguros vende pólizas a 5 individuos, todos de la misma edad. La probabilidad de que un individuo viva 30 años más es 3/5. Determina la probabilidad de que dentro de 30 años vivan:

a) 4 individuos; b) como mucho 2; c) al menos 3 individuos;
d) más de 1 y 4 como máximo.

SOLUCIÓN: Para cada apartado definimos una variable con los nombres a, b, c y d que iremos colocando sucesivamente en la ventana Variable de destino.
La variable aleatoria $X =$ *número de individuos que vivirán dentro de 30 años, de entre los cinco a los que se vende la póliza*, tiene distribución binomial de parámetros $n = 5$ y $p = 0.6$. Entonces:

a) $P(X = 4) = \binom{5}{4}(0.6)^4(1-0.6)^{5-4} =$ PDF.BINOM(4,5,0.6) $= 0.2592$.

b) $P(X \leqslant 2) = \sum_{x=0}^{2}\binom{5}{x}(0.6)^x(1-0.6)^{5-x} =$ CDF.BINOM(2,5,0.6) $= 0.31744$.

c) $P(X \geqslant 3) = 1 - P(X \leqslant 2) =$ 1-CDF.BINOM(2,5,0.6) $= 0.68256$.

d) $P(1 < X \leqslant 4) = P(X \leqslant 4) - P(X \leqslant 1) =$
$=$ CDF.BINOM(4,5,0.6)-CDF.BINOM(1,5,0.6) $= 0.8352$.

Comprueba estos resultados en el Visor de datos.

Ejercicio 2

El número medio de automóviles que llega a una gasolinera es de 210 por hora. Si dicha gasolinera sólo puede atender a un máximo de 10 automóviles por minuto,

a) determina la probabilidad de que en un minuto dado lleguen a la gasolinera más automóviles de los que puede atender;

b) halla la probabilidad de que entre las 10.14 y las 10.15 lleguen 10 automóviles, y al minuto siguiente ninguno.

SOLUCIÓN: Sea $X =$ *número de automóviles que llegan a la gasolinera en 1 minuto*. Podemos admitir que X tiene distribución de Poisson con media $E(X) = \lambda = \dfrac{210}{60} = 3.5$.

a) El suceso *en un minuto dado llegan más automóviles de los que se pueden atender* es $X > 10$, luego su probabilidad es

$$P(X > 10) = 1 - P(X \leqslant 10) = 1 - \sum_{x=0}^{10} e^{-3.5}\frac{(3.5)^x}{x\,!} = \text{1-CDF.POISSON(10,3.5)} = 0.0010194.$$

b) En un proceso de Poisson, el número de eventos que ocurren en un intervalo de tiempo es independiente del número de eventos que ocurren en otro intervalo disjunto, luego

$$P\big((X = 10) \cap (X = 0)\big) = P(X = 10) \cdot P(X = 0) = e^{-3.5}\frac{(3.5)^{10}}{10\,!} \cdot e^{-3.5}\frac{(3.5)^0}{0\,!} =$$
$$= \text{PDF.POISSON(10,3.5)*PDF.POISSON(0,3.5)} = 0.0000693.$$

Verifica los resultados en el Visor de datos.

Ejercicio 3

La proporción de individuos de una población con renta superior a 24000 euros es de 0.5%. Suponiendo que todos los consultados respondan, determina la probabilidad de que entre 5000 individuos consultados haya como mucho 30 con ese nivel de renta,

a) usando la distribución binomial;

b) aproximando por la distribución de Poisson;

c) aproximando por la distribución normal con la corrección de continuidad.

Solución: La variable X = *número de individuos con renta superior a 24000 euros en un grupo de 5000*, tiene distribución binomial, luego

a) $P(X \leqslant 30) =$ CDF.BINOM(30,5000,0.005) $= 0.8638781$.

b) Para aproximar la probabilidad usando la distribución de Poisson, debemos tener en cuenta que $\lambda = np = 5000 \times 0.005 = 25$, de modo que

$$P(X \leqslant 30) \approx \text{CDF.POISSON(30,25)} = 0.8633089.$$

c) Ahora aproximamos esa misma probabilidad usando la distribución normal con corrección de continuidad. Para ello, $\mu = np = 25$ y $\sigma = \sqrt{np(1-p)} = \sqrt{25 \times 0.995}$, con lo cual

$$P(X \leqslant 30) = P(0 \leqslant X \leqslant 30) \approx P\left(\frac{0-25-0.5}{\sqrt{25 \times 0.995}} \leqslant Z \leqslant \frac{30-25+0.5}{\sqrt{25 \times 0.995}}\right) =$$
$$= \text{CDFNORM((30-25+0.5)/SQRT(25*0.995))-CDFNORM((-25-0.5)/SQRT(25*0.995))} =$$
$$= 0.8649342.$$

Observemos por último, cómo empeora la aproximación si no hacemos la correccción de continuidad:

$$P(X \leqslant 30) = P(0 \leqslant X \leqslant 30) \approx P\left(\frac{0-25}{\sqrt{25 \times 0.995}} \leqslant Z \leqslant \frac{30-25}{\sqrt{25 \times 0.995}}\right) =$$
$$= \text{CDFNORM((30-25)/SQRT(25*0.995))-CDFNORM((-25)/SQRT(25*0.995))} =$$
$$= 0.8419509.$$

Ejercicio 4

En un proceso de fabricación se sabe que el número de unidades defectuosas producidas diariamente, viene dado por una variable de Poisson de parámetro 10. Determina la probabilidad de que en 150 días el número de unidades defectuosas sea 1480 o más,

a) usando la distribución de Poisson;

b) usando la aproximación de la distribución de Poisson por la normal, con corrección de continuidad.

Solución: Sea X = *número de unidades defectuosas producidas en 150 días*, entonces $E(X) = \lambda = 150 \times 10 = 1500$, luego

a) $P(X \geqslant 1480) = 1 - P(X \leqslant 1479) =$ 1-CDF.POISSON(1479,1500) $= 0.7006277$.

b) Si usamos la aproximación pedida, entonces $\mu = \lambda = 1500$ y $\sigma = \sqrt{\lambda} = \sqrt{1500}$, con lo cual:

$$P(X \geqslant 1480) = 1 - P(X < 1480) = 1 - P(0 \leqslant X < 1480) =$$
$$= 1 - P\left(\frac{0 - 1500 - 0.5}{\sqrt{1500}} \leqslant Z \leqslant \frac{1480 - 1500 - 0.5}{\sqrt{1500}}\right) =$$
$$= \text{1-CDFNORM((1480-1500-0.5)/SQRT(1500))-CDFNORM((-1500-0.5)/SQRT(1500))} =$$
$$= 0.7017040.$$

---

3 Gráficas de funciones de distribución, densidad y probabilidad

Vamos a usar la *calculadora* y las capacidades gráficas de SPSS para trazar dibujos de las funciones de probabilidad y distribución binomial, y de las funciones de densidad y distribución normales. Necesitamos en primer lugar generar los valores de estas funciones, tarea a la que dedicamos el siguiente ejercicio.

Ejercicio 5

Genera tablas de valores de las funciones de probabilidad y distribución de una distribución binomial de parámetros $n = 6$ y $p = 0.4$.

SOLUCIÓN: i) Define, en la vista de variables, una variable numérica de nombre x con 0 decimales.

ii) Define dos variables numéricas de nombres *binom1* y *binom2* con 7 decimales y etiquetas *Función de probabilidad binomial* y *Función de distribución binomial* respectivamente.

iii) Rellena las nueve primeras celdas de la variable x con los números -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Los dos primeros valores (que por ser negativos no los puede tomar una variable aleatoria con distribución binomial), se incluyen para que la representación gráfica de la función de distribución sea más expresiva, pero no se usarán en la función de probabilidad como se verá más tarde.

iv) Abre el cuadro de diálogo de la *calculadora* pulsando en la barra de menús

Transformar $\longrightarrow$ Calcular...

En Variable de destino escribe *binom1* y en *Expresión numérica*, PDF.BINOM(x,6,0.4). Al pulsar Aceptar y a continuación responder afirmativamente a la pregunta ¿Desea cambiar la variable existente? pulsando de nuevo Aceptar, aparecerán en la vista de datos, los valores de la función de probabilidad binomial en la variable *binom1.* Las dos primeras celdas de la variable *binom1* contienen el valor 0.0000000, que corresponde a los valores de la variable x, -2 y -1. **Importante**: Para que no aparezcan en la gráfica, declararemos en la vista de variables el valor 0 de la variable *binom1* como *valor perdido*.

v) Repite el apartado iv), pero escribiendo en Variable de destino, *binom2* y en Expresión numérica, CDF.BINOM(x,6,0.4). Como consecuencia del cálculo, en la columna de la variable *binom2* de la vista de datos, aparecerán los valores de la función de distribución binomial.

Una vez obtenidos los valores de ambas funciones vamos a proceder a representarlas gráficamente. Lo haremos en los dos ejercicios que siguen.

Ejercicio 6

Representa gráficamente la función de probabilidad de una variable aleatoria con distribución binomial de parámetros $n = 6$ y $p = 0.4$.

SOLUCIÓN: i) Como la función de probabilidad sólo está definida para los valores de la variable aleatoria, que forman un conjunto numerable, la representación gráfica adecuada es un *diagrama de dispersión*. Para construirlo, pulsa en la barra de menús

Gráficos $\longrightarrow$ Dispersión/Puntos...

ii) En el cuadro de diálogo que aparece elige Dispersin simple y pulsa Definir con lo que se abrirá otro cuadro de diálogo, Diagrama de dispersión simple, en el que elegimos las variables que se van a representar en cada eje de la gráfica. En el campo Eje X: la variable x y en el campo Eje Y: la variable *Función de probabilidad binomial (binom1)*. Para colocar estas variables en los correspondientes campos, las marcamos en el campo de la izquierda del cuadro, en el que aparece una lista de variables, y pulsamos el botón ▶ . Ahora pulsa Aceptar , y en el *visor de resultados de SPSS* aparecerá la representación gráfica.

iii) Observa que sólo hay siete puntos, a pesar de que las variables x y *binom1* tienen 9 valores. Ello se debe a que se han declarado los dos primeros valores de *binom1* como perdidos.

Ahora procederemos con la gráfica de la función de distribución, que para una variable aleatoria discreta tiene forma, como es bien sabido, de escalera. Para conseguir que tenga este aspecto son necesarias algunas manipulaciones en la gráfica que se describen en el siguiente ejercicio. Practicaremos así con la edición de gráficos en SPSS.

Ejercicio 7

Representa gráficamente la función de distribución de una variable aleatoria con distribución binomial de parámetros $n = 6$ y $p = 0.4$.

SOLUCIÓN: i) Procedemos como en los apartados i) y ii) del Ejercicio 5, pero colocando en el eje Y la variable *Función de distribución binomial(binom2)*. Después de dar todos los pasos, aparecerá un diagrama que ahora tiene nueve puntos porque en esta variable no hemos declarado ningún valor como *perdido* (recuerda que una función de distribución está definida en $\mathbb{R}$, sean cuales sean los valores que tome la variable aleatoria).

ii) La gráfica no tiene el aspecto escalonado característico de la función de distribución de una variable discreta, pero podemos conseguirlo mediante unas pocas manipulaciones. Para ello, o bien pulsamos dos veces con el ratón sobre el gráfico, o bien lo hacemos una sola vez para marcarlo, y ahora en la barra de menús pulsamos

Edición ⟶ Objeto gráfico de SPSS ▶ ⟶ Abrir

lo que abrirá la ventana Editor de gráficos donde podremos modificar el diseño, el aspecto, el formato, y otras características del gráfico.

iii) Pulsa con el ratón una vez sobre uno de los puntos, y se marcarán todos. Ahora pasa despacio el cursor sobre los iconos de la barra de herramientas situada en la parte superior hasta que uno de ellos muestre el mensaje Añadir una línea de interpolación y púlsalo. En el cuadro de diálogo Propiedades que se abre, elige en el grupo Tipo de línea la opción Salto, y en el menú desplegable que hay junto a ella, Salto izquierda. Pulsa el botón Aplicar y ciérralo, con lo que aparecerá la típica gráfica en forma de escalera con sus puntos de discontinuidad.

iv) Puedes intentar modificar otros aspectos de la gráfica, como colores, gruesos de líneas, insertar textos, y otras cosas. El editor gráfico de SPSS es bastante potente, y pueden lograrse muy buenas presentaciones para las gráficas, pero la necesaria brevedad de esta práctica, no nos permite entrar en detalles.

Finalizada la edición cerramos la ventana Editor de gráficos, con lo que en el visor de resultados aparecerá la gráfica terminada con su característica forma de escalera.

A continuación vamos a representar gráficamente las funciones de densidad y distribución de una variable aleatoria normal. Antes de comenzar elimina de la Vista de variables, las que haya definidas, para lo que tienes que marcarlas y pulsar en la barra de menús Edición ⟶ Eliminar . Con esto, también se habrán eliminado de la Vista de datos.

Como se trata de una variable continua, el número de valores de la variable X ha de ser mucho mayor, por lo que no podemos introducirlos manualmente como hemos hecho antes. Ahora emplearemos una de las capacidades de SPSS, la generación de números aleatorios, para lo que vamos a usar la función RV.UNIFORM(min,max) que genera números aleatorios con distribución uniforme entre min y max. Como la distribución es uniforme, estos números se hallarán repartidos a lo largo del intervalo que ocupen de forma aproximadamente homogénea. Los usaremos para generar valores de las funciones de densidad y distribución normales. Procederemos a ello en el próximo ejercicio.

Ejercicio 8

Genera 1000 números aleatorios con distribución uniforme en el intervalo $[-1, 4]$ ordenados en orden creciente y úsalos para calcular valores de las funciones de densidad y distribución normales de parámetros $\mu = 1.5$ y $\sigma = 0.8$.

SOLUCIÓN: i) En la vista de variables define tres variables: x, *normal1* y *normal2* con cinco decimales, y las dos últimas con etiquetas *Función de densidad normal* y *Función de distribución normal.*

ii) En la Vista de datos, sitúate en la primera celda de la variable x, y manteniendo pulsada la tecla ↩ o la tecla Intro del teclado numérico durante un rato (ten paciencia), llega hasta el caso número 1000 (ten cuidado de no pasarte), y allí escribe cualquier número, con lo cual se habrán activado los 1000 primeros casos (se nota por el punto o la coma que aparece en las celdas). Para regresar al comienzo del Visor de datos pulsa Ctrl , y sin soltarla pulsa Inicio .

iii) Abre la *calculadora* pulsando en la barra de menús Transformar $\longrightarrow$ Calcular... . En la ventana Variable de destino: escribe x. En el campo Grupo de funciones: elige el tipo Números aleatorios y en el campo Funciones y variables especiales: elige Rv.Uniform. Con el botón ▲ pásala al campo Expresión numérica: y escribe en sus dos argumentos (representados por dos signos de interrogación) los valores -1 y 4, de modo que tengamos RV.UNIFORM(-1,4). Al pulsar Aceptar , y responder afirmativamente a la pregunta ¿Desea cambiar la variable existente?, las 1000 primeras celdas de la variable x se llenarán de números aleatorios uniformemente distribuidos comprendidos entre -1 y 4.

iv) Ahora vamos a ordenarlos de menor a mayor. Para ello, en la barra de menús pulsa

Datos $\longrightarrow$ Ordenar casos...

En el cuadro de diálogo Ordenar casos que se abre, marca en el campo de la izquierda la variable x y pásala a la ventana de la derecha con el botón ▶. En el grupo Orden de la clasificación elige la opción Ascendente y pulsa Aceptar . En la vista de datos podrás observar los valores de la variable x ordenados de menor a mayor.

v) Para calcular los valores de las funciones de densidad y distribución normales, sigue los mismos pasos que en los apartados iv) y v) del Ejercicio 5, pero escribiendo en la ventana Variable de destino: *normal1* y en Expresión numérica: PDF.NORMAL(x,1.5,0.8), y a continuación *normal2* y CDF.NORMAL(x,1.5,0.8) en esas mismas ventanas. En la vista de datos aparecerán calculados los valores de las funciones de densidad y distribución.

NOTA: En el apartado iv) del ejercicio 5 , se declaran ciertos valores como *perdidos*. Naturalmente ahora no hay que hacer eso.

El próximo ejercicio está dedicado al trazado de las gráficas de estas funciones.

Ejercicio 9

Representa gráficamente las funciones de densidad y distribución normales de parámetros $\mu = 1.5$ y $\sigma = 0.8$.

SOLUCIÓN: i) En la barra de menús pulsa Gráficos $\longrightarrow$ Líneas... . En el cuadro de diálogo elige Simple, Valores individuales de los casos y pulsa Definir .

Aparecerá el cuadro de diálogo Definir de líneas simples: Valores individuales de los casos. En la ventana de la izquierda que contiene la lista de nuestras tres variables, marcamos *Función de distribución normal[normal1]* y con el botón ▶ la pasamos al campo La línea representa:. En el grupo Etiquetas de las categorías, marcamos la opción Variable: lo que nos permite colocar en el campo la variable x, trayéndola desde la lista de variables de la izquierda con el botón ▶ . Por último pulsamos el botón Aceptar , y en el *visor de resultados de SPSS* aparecerá representada gráficamente la función de densidad.

ii) Posiblemente, la escala del eje horizontal aparecerá llena de números con un aspecto confuso debido a que la variable x tiene muchos valores. Lo vamos a aclarar, suprimiendo muchos de ellos. Edita el gráfico pulsando sobre el mismo dos veces con el ratón, o si lo prefieres, una sola vez para marcarlo, yendo a continuación a la barra de menús a pulsar

Edición $\longrightarrow$ Objeto gráfico de SPSS ▶ $\longrightarrow$ Abrir

Otra alternativa es pulsar sobre el gráfico con el botón derecho del mismo, lo que hará aparecer un menú emergente en el que debes elegir la opción Objeto Gráfico de SPSS, y Abrir. En cualquier caso se abrirá la ventana del Editor de gráficos.

De los iconos de la parte superior, elige **X**, púlsalo y se abrirá el cuadro de diálogo Propiedades (debes esperar a que se complete porque tarda un poco). En la parte superior, pulsa la pestaña Etiquetas y marcas, y ahora, en el grupo Etiquetas de incremento mayor marca la opción Mostrar etiquetas y en el menú desplegable Orientación de la etiqueta elige Horizontal. Ahora en Ubicación de etiquetas de categorías marca Personalizado y en Marcas omitidas entre etiquetas escribe 300. Pulsa Aplicar, después Cerrar y cierra finalmente el Editor de gráficos, de este modo aparecerá por fin el gráfico acabado. Cierra el Editor de gráficos para regresar a la pantala **Visor de resultados**.

Observa que la línea no es completamente suave. Ello se debe a que los valores de la variable x, aunque repartidos con bastante homogeneidad, no están situados a distancias exactamente iguales entre sí. No obstante su elevado número suaviza, aunque no totalmente, el trazado.

Como hemos comentado antes, el editor de gráficos de SPSS tiene muchas prestaciones que por falta de tiempo no podemos tratar en detalle. Por ejemplo, si quieres puedes editar las leyendas de los ejes pulsando dos veces con el ratón sobre las mismas para suprimir la palabra *Valor* que SPSS coloca delante del nombre de la variable del eje vertical (que SPSS llama *eje de escala*). También puedes centrar las leyendas en los ejes.

iii) El proceso para dibujar la gráfica de la función de distribución es completamente análogo, por lo que no lo vamos a repetir. Sólo añadir que puedes trazar las dos gráficas superpuestas en el mismo diagrama, si al pulsar Gráficos ⟶ Líneas... , eliges la opción Múltiple en el cuadro de diálogo Gráficos de líneas, y sigues todo el proceso anterior.

Una pregunta: A la vista de las dos gráficas superpuestas, ¿puedes reconocer en la función de distribución la derivada de la función de densidad?

---

4 Bibliografía

Manual de SPSS de la Universidad de Cádiz.
http://www2.uca.es/serv/ai/formacion/spss/Inicio.pdf

Cuaderno de prácticas de SPSS de la asignatura Análisis de datos en Psicología I. Universidad Autónoma de Madrid.
http://www.uam.es/personal_pdi/psicologia/carmenx/MaterialD.html

Manzano, V. et al. *SPSS para Windows.* Madrid, Ra-Ma,.

Pérez, César, *Técnicas Estadísticas con SPSS.* Prentice Hall.

Portilla, M. et al. *Manual práctico del paquete estadístico SPSS 9 para Windows.* Universidad Pública de Navarra.