

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA DE REFERENCIA PARA A UNIDADE

- Muñiz, J. (1999). *Teoría clásica de los tests*. Madrid: Pirámide.
- Navas, M.J. (Coord.) (2001). *Métodos, diseños y técnicas de investigación psicológica*. Madrid: U.N.E.D.
- Arce, C. e Real, E. (Coords.) (2001). *Introducción al análisis estadístico con SPSS para Windows*. Barcelona: PPU.
- Botella, J., León, O.G., San Martín, R. e Barriopedro, M.I. (2001). *Análisis de datos en Psicología I. Teoría y ejercicios*. Madrid: Pirámide.
- Martínez-Arias, M.R. (1996). *Psicometría: Teoría de los tests psicológicos y educativos* (1ª reimp.). Madrid: Síntesis.
- Martínez-Arias, M.R., Hernández-Lloreda, M.V. e Hernández-Lloreda, M.J. (2006). *Psicometría*. Madrid: Alianza.
- Solanas, A., Salafranca, L., Fauguet, J. e Núñez, I. (2005). *Estadística descriptiva en ciencias del comportamiento*. Madrid: Thomson.

Como recurso editado en formato electrónico podemos mencionar o seguinte libro:

StatSoft, Inc. (2002). *Electronic Statistics Textbook*. Tulsa, OK: StatSoft. WEB: <http://www.statsoftinc.com/textbook/stathome.html>.



unidade **didáctica** 1

FUNDAMENTOS CONCEPTUAIS E ESTATÍSTICOS DA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. A MEDIDA DE CARACTERÍSTICAS PSICOLÓXICAS

Elena M. Andrade Fernández
Departamento de Psicoloxía Social, Básica e Metodoloxía
Facultade de Psicoloxía



© Universidade de Santiago de Compostela, 2008

Deseño
Unidixital

Edita
Vicerreitoría de Cultura
da Universidade de Santiago de Compostela
Servizo de Publicacións
da Universidade de Santiago de Compostela

Imprime
Unidixital
Servizo de Edición Dixital da
Universidade de Santiago de Compostela

Dep. Legal: C 860-2008
ISBN 978-84-9750-926-8

ADVERTENCIA LEGAL: reservados todos os dereitos.
Queda prohibida a duplicación parcial ou total desta obra, en calquera forma ou por calquera medio (electrónico, mecánico, gravación, fotocopia ou outros) sen consentimento expreso por escrito dos editores.

- Box, G.E.P., Hunter, W.G. e Hunter, J.S. (1989). *Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos*. Barcelona: Reverté. (Orixinal de 1978 por John Wiley and Sons).
- Bunge, M. (1979). *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía* (6ª Ed.). Barcelona: Ariel. (Orixinal de 1967 por Springer).
- Cook, T.D. e Campbell, D.T. (1979). *Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings*. Chicago, IL: Rand McNally.
- Delgado, A.R. e Prieto, G. (1997). *Introducción a los métodos de investigación de la Psicología*. Madrid: Pirámide.
- Dwyer, J.H. (1983). *Statistical models for the social and behavioral sciences*. Nueva York, NY: Oxford University Press.
- Hoaglin, D.C., Mosteller, F. e Tukey, J.W. (Eds.) (1983). *Understanding robust and exploratory data analysis*. Nova York, NY: John Wiley and Sons.
- León, O.G. e Montero, I. (2003). *Métodos de investigación en Psicología y Educación* (3ª Ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Mayor, J. (1989). El método científico en psicología. En J. Mayor e J.L. Pinillos (Eds.), *Tratado de Psicología General. Historia, Teoría y Método* (pp. 419-504). Madrid: Alhambra.
- Meltzoff, J. (2000). *Crítica a la investigación. Psicología y campos afines*. (Versión de M. J. Navas). Madrid: Alianza. (Orixinal de 1998 por APA).
- Montero, I. e León, O.G. (2005). Sistema de clasificación del método en los informes de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(1), 115-127.
- Navas, M.J. (2001) (Coord.). *Métodos, diseños y técnicas de investigación psicológica*. Madrid: U.N.E.D.
- Pinillos, J.L. (1975). *Principios de Psicología*. Madrid: Alianza.
- Sierra, R. (2001). *Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios* (14ª Ed.). Madrid: Paraninfo/International Thomson Editores.
- Wilkinson, L. e Task Force on Statistical Inference, APA (1999). Statistical methods in psychology journals: Guidelines and explanations. *American Psychologist*, 54, 594-604. Recuperado 12 de marzo de 2003 de <http://www.apa.org/journals/amp/amp548594.html>.
- Yela, M. (1994). El problema del método científico en psicología. (Conferencia inaugural del curso 1993-1994 de la Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona). *Anuario de Psicología*, 60, 3-12.

tornos ou momentos (Wilkinson e *Task Force on Statistical Inference*, 1999; Ato, 1991; Cook e Campbell, 1979; Dwyer, 1983).

5. Elaboración do informe

Finalmente, todo traballo de investigación debe rematar cun informe, unha exposición detallada de como se levaron a cabo e o que se obtivo en cada unha das etapas anteriores. Este informe serve para os efectos de replicación do estudo e é un medio de comunicación para todos os investigadores interesados no mesmo problema.

No que precede deste apartado temos resumido as principais fases do proceso de investigación psicolóxica. Este esquema constitúe só un ciclo para o avance do coñecemento científico e adopta distintas modalidades, en virtude do tipo de problemas abordados e das solucións propostas. Nunha investigación aplicada, a medición é unha ferramenta metodolóxica máis ao servizo da investigación empírica. Ocupa ese lugar intermedio entre a teoría e a realidade e amosa unha clara interdependencia co deseño e a análise de datos. Das decisións tomadas a estes tres niveis depende, en boa parte, a calidade da investigación empírica.

Algo esencial da medición, que agora foi só esbozado, é que se apoia en teorías e linguaxes formais, como o das matemáticas. Isto confírelle, entre outras vantaxes, maior precisión, ao tempo que facilita a comunicación científica. Debe ser, en definitiva, un dos elementos que contribúen ao progreso do coñecemento.

Por outra banda, as aplicacións do método científico son variadas. Só en base á metodoloxía empregada poderían distinguirse ata nove tipos de estudos (Montero e León, 2005). Convídase aquí ao lector a revisar o traballo mencionado de Montero e León, que segue a mesma lóxica do seu manual sobre metodoloxía de investigación (León e Montero, 2003). Cabe sinalar que, segundo estes autores, a segunda parte da nosa materia estará destinada ao que etiquetan como *estudos instrumentais*, encamiñados ao desenvolvemento de probas, que inclúen tanto o deseño ou adaptación como o estudo das súas propiedades psicométricas.

Referencias bibliográficas

- Arnau, J. (1989). Metodología de la investigación y diseño. En J. Mayor e J.L. Pinillos (Eds.), *Tratado de Psicología General. Historia, Teoría y Método* (pp. 581-615). Madrid: Alhambra.
- Arnau, J. (1990). Metodología experimental. En J. Arnau, M.T. Anguera e J. Gómez, *Metodología de la investigación en Ciencias del Comportamiento* (pp. 9-122). Murcia: Universidad de Murcia. Secretariado de publicaciones.
- Arnau, J. e Balluerka, N. (1998). *La psicología como ciencia: Principales cambios paradigmáticos y metodológicos*. Donostia: Espacio Universitario Erein.
- Ato, M. (1991). *Investigación en ciencias del comportamiento I: Fundamentos*. Barcelona: PPU.

MATERIA: MÉTODOS, DESEÑO E TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN PSICOLÓXICA

TITULACIÓN: LICENCIATURA EN PSICOPEDAGOXÍA

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

UNIDADE I. INTRODUCCIÓN

TEMA 1. FUNDAMENTOS CONCEPTUAIS E ESTATÍSTICOS DA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. A MEDIDA DE CARACTERÍSTICAS PSICOLÓXICAS

REVISIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE METODOLOXÍA DE INVESTIGACIÓN E INTRODUCCIÓN AO PROBLEMA DA MEDIDA DE CARACTERÍSTICAS PSICOLÓXICAS

UNIDADE II. TEORÍA E CONSTRUCCIÓN DE TESTS

TEMA 2. TESTS PSICOLÓXICOS: CONCEPTO E TIPOS

DEFINICIÓN DE TEST E CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

TEMA 3. O PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DUN TEST

FASES DO PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DUN TEST. INTRODUCCIÓN AO MODELO CLÁSICO DA TEORÍA DE TEST. ELABORACIÓN DE ÍTEMS, FORMATO E CUANTIFICACIÓN DA RESPOSTA

UNIDADE III. ANÁLISE DE ÍTEMS

TEMA 4. ANÁLISE CUANTITATIVA DOS ÍTEMS

ÍNDICES DE DIFICULTADE, HOMOXENEIDADE E VALIDEZ DOS ÍTEMS DUN TEST

UNIDADE IV. FIABILIDADE

TEMA 5. MODELO CLÁSICO DA TEORÍA DE TESTS

FORMULACIÓN EXPRESA, SUPOSTOS E DEDUCIÓNS MÁIS SIGNIFICATIVAS DO MODELO LINEAR CLÁSICO

TEMA 6. INTRODUCCIÓN AO CONCEPTO DE FIABILIDADE DUN TEST

CONCEPTO DE FIABILIDADE, PROCEDEMENTOS PARA COMPROBAR A FIABILIDADE RELATIVA DUN TEST, CONSIDERACIÓNS EN TORNO AO COEFICIENTE DE FIABILIDADE

TEMA 7. ESTIMACIÓN DAS PUNTUACIÓNS VERDADEIRAS

ESTIMACIÓN PUNTUAL, ERRO TÍPICO DE ESTIMACIÓN. ESTIMACIÓN POR INTERVALOS DE CONFIANZA

TEMA 8. FIABILIDADE E CONSISTENCIA INTERNA

PROCEDEMENTOS BASEADOS NUNHA ÚNICA
APLICACIÓN DO TEST: PROCEDEMENTOS DE DÚAS
METADES E PROCEDEMENTOS BASEADOS NAS
COVARIANZAS ENTRE ÍTEMS. COEFICIENTE ALPHA

UNIDADE V. VALIDEZ

TEMA 9. FORMAS DE ENTENDER A VALIDEZ DUN TEST

EVOLUCIÓN DO CONCEPTO DE VALIDEZ

TEMA 10. TESTS REFERIDOS A UN CRITERIO

VALIDEZ PREDITIVA. COEFICIENTE DE VALIDEZ

A esta discrepancia poden contribuír as diferenzas individuais, os erros de medición e/ou o efecto doutras variables independentes non relevantes ao modelo.

O modelo linear xeral utiliza unha notación abstracta, que admite varias especificacións. En cada caso, non pretende a reprodución perfecta dos valores observados, senón que estes se consideran unha mostra dos potencialmente observables, da poboación obxecto de estudo e para a que se supón unha determinada distribución de probabilidade.

Elixir o modelo apropiado non é fácil e idealmente debería estar baseada en consideracións teóricas ou, polo menos, nunha combinación de criterios teóricos e empíricos. Non obstante, unha práctica científica bastante difundida é a de invocar por defecto certos tipos de modelos, como os lineais aditivos, para proceder logo a realizar os correspondentes contrastes de hipóteses estatísticas (probos de significación dos parámetros de interese) e/ou o cálculo de intervalos de confianza. Esta tendencia a empregar modelos clásicos, que permiten o uso de probas estatísticas potentes pero baseadas en supostos restritivos como o suposto de distribución normal (propios da regresión linear, a ANOVA ou a ANCOVA) intégrase actualmente nunha perspectiva unificadora, máis flexible. A postura máis recente non considera a selección dun modelo como definitiva, senón como o froito dun procedemento iterativo, no que modelos e datos se alternan ata alcanzar o mellor axuste. Tal enfoque coñécese globalmente como *modelado estatístico* e é o que está detrás dos *modelos lineares xeneralizados*, que inclúen aos anteriores como casos particulares e que permiten levar a cabo análises baixo supostos máis realistas acerca de diferentes tipos de datos e un amplo rango de situacións de investigación.

Cando o axuste dun modelo se considera satisfactorio, entón mantense (polo menos provisionalmente) e pode ser interpretado e discutido. En caso contrario, debe ser rexeitado, ao tempo que se buscan modelos alternativos para unha mellor representación dos datos.

4. Discusión dos resultados e extracción de conclusións

A partir dos resultados da análise procede discutir sobre as súas implicacións para a hipótese de investigación e intentar chegar a unha conclusión sobre a súa utilidade con respecto ao problema formulado. Dito doutro modo, esta fase ocúpase da integración teórica dos resultados obtidos. Sierra (2001) resume este labor do seguinte xeito: "o seu fin é completar o ciclo da investigación... e facer que os resultados conflúan novamente na teoría" (p. 460). Dado que non é a nosa intención insistir agora neste aspecto, baste simplemente con dicir que a secuencia problema-hipótese-deseño-medición-análise debe completarse aquí coa consistencia das conclusións (Meltzoff, 2000). Para iso será necesario retomar os aspectos referidos á validez, non só na súa vertente estatística (entendida, sobre todo, en termos de potencia), senón tamén desde o punto de vista do tipo de relacións que a investigación permite establecer (con mención específica para as relacións causais), da representatividade das medidas e de xeneralización a outros individuos, con-

buída á influencia de distintas fontes, que non sempre é posible someter a un control rigoroso.

Estes aspectos obrígnanos a traballar con certo grao de incerteza sobre os nosos datos, o que afecta de forma importante ás conclusións que se poden extraer deles e que fai recomendable o uso de procedementos de análise quizais máis sofisticados ca noutras ciencias empíricas.

A análise do datos está fundamentalmente orientada a determinar a súa estrutura, a efectos de confrontar a información que os datos proporcionan coas predicións teóricas. Aínda que nalgún sentido pode resultar unha división artificial, ten certa utilidade facer referencia a dúas amplas facetas que caracterizan a análise dos datos (ver, por exemplo, Hoaglin, Mosteller e Tukey, 1983). A primeira pode definirse como de *busca de evidencia empírica* e consiste no estudo detallado dos datos obtidos ou de resumos destes, ben de tipo numérico, ben por medio de representacións gráficas, que axuden a descubrir patróns da súa globalidade. Este tipo de técnicas ten un carácter descritivo-exploratorio e, aínda que son necesarias, ás veces resultan insuficientes para os propósitos da investigación. En xeral o seu uso precede ou altermase con outra faceta da análise, xa non de busca, senón de *valoración da evidencia dispoñible*. Este segundo estadio da análise denomínase, de forma xenérica, axuste de modelos estatísticos ou, en termos tradicionais, proba de hipóteses estatísticas.

Os modelos permiten ao investigador expresar ou representar o que se asume acerca dunha situación de investigación de forma máis conveniente e precisa, en particular os modelos matemáticos. Con frecuencia estes modelos comprenden unha ou varias ecuacións onde se relacionan as variables obxecto de estudo. En psicoloxía, os modelos matemáticos incorporan o concepto de incerteza e adoitan ser modelos estatísticos. Unha clase moi estendida constitúe o modelo linear xeral, que ten como ecuación básica a seguinte:

$$Y=f(X)+\varepsilon$$

Nesta ecuación, os valores observados para unha (ou máis) variable(s) dependente(s) exprésanse como unha función dalgún compoñente sistemático, $f(X)$, máis un termo que engloba compoñentes non sistemáticos ou aleatorios, ε . Especificando a regra da función anterior, por exemplo

$$f(X)=\beta_0+\beta_1X$$

o compoñente sistemático implicará certos parámetros da poboación (β_0, β_1), asociados a certas variables independentes observadas sobre cada unidade que se teña seleccionado desa poboación (Ato, 1991). O investigador procura así describir as características da poboación de interese que sexa máis consistente coa evidencia dispoñible. No mellor dos casos, non obstante, será só unha aproximación ou valor esperado de cada dato, $E(y_i)$, que rara vez coincidirá co seu valor observado. É precisamente a introdución dun termo aleatorio no modelo a que reflicte o desaxuste ou discrepancia e que adoita expresarse como:

$$\varepsilon_i=y_i-E(y_i)=y_i-f(X_i)$$

ÍNDICE

Presentación	7
Os obxectivos	7
Os principios metodolóxicos	9
Os contidos básicos	10
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. CONCEPTOS XERAIS: POBOACIÓN, MOSTRA, MEDICIÓN, VARIABLE.....	11
3. ESCALAS OU NIVEIS DE MEDIDA.....	12
4. DESCRICIÓN DUNHA VARIABLE.....	14
5. RELACIÓNS ENTRE VARIABLES.....	16
5.1. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN E MATRIZ DE CORRELACIÓNS.....	16
5.2. REGRESIÓN LINEAR SIMPLE.....	19
Actividades propostas	22
Avaliación da unidade	22
Anexo I: Fórmulas da correlación de Pearson	23
Anexo II: Esquema de investigación científica en psicoloxía	25
Bibliografía básica de referencia para a unidade	32

2. Formulación de hipótesis contrastables

A nivel teórico xérase unha representación abstracta de certos aspectos da realidade, que en principio toma a forma de hipótese, como solución tentativa ao problema formulado. A medida que estas representacións van sendo validadas, configuran “redes de carácter conceptual, cada vez máis complexas, coñecidas como teorías e/ou modelos” (Arnau, 1990, p. 12).

Para que as hipóteses conceptuais poidan ser postas a proba, é necesario que delas se deriven consecuencias empiricamente contrastables, tamén chamadas hipóteses empíricas, hipóteses de traballo ou hipóteses de investigación (Arnau, 1990, p. 25 e 65). Estas posúen un menor alcance ou xeneralidade e son as que orientan o curso da investigación. Defínense como enunciados acerca da relación entre determinadas variables, que posteriormente terán unha concreción empírica. As hipóteses que implican dúas ou máis variables adoitan formular o que coñecemos como relacións de asociación (covariación), ou propoñen relacións de dependencia. As últimas considéranse máis interesantes desde o punto de vista científico, porque son as propiamente explicativas, en canto que buscan os motivos, causas ou efectos dos fenómenos (Sierra, 2001).

3. Elaboración dun plan de recollida e análise de datos

Independentemente do labor teórico que ten lugar, no que Arnau (1989, 1990) denomina nivel teórico-conceptual, o proceso necesita un plan de recollida e análise de datos, aspecto que agora nos interesa especialmente e no que o deseño da investigación e a medición cobran gran protagonismo.

Ao falar de deseño referímonos, en primeiro lugar, ao procedemento que guía a obtención das observacións, atendendo a distintos graos de estrutura e control. Cada cuestión de interese científico require un deseño. Para isto é necesario ter en conta as relacións suxeridas pola hipótese de investigación, xunto coa identificación e actuacións referidas tanto ás variables como ás unidades de observación, xa sexan suxeitos humanos ou animais, familias, institucións...

Pola súa parte, a obtención de datos científicos supón un proceso de medición, de conversión das observacións realizadas en variables con frecuencia numéricas por medio da correspondencia entre dous sistemas, o sistema empírico e un sistema formal (numérico). Existen todo un conxunto de modelos que fan posible este proceso.

Os pasos seguintes, incluídas as análises, están en gran parte condicionados pola forma de obter os datos e polo tipo de medicións de que se dispón. Neste sentido, a psicoloxía e outras ciencias do comportamento presentan algunhas dificultades que cómpre recordar:

- A busca de principios xerais sobre os feitos ou fenómenos realízase a partir dun conxunto reducido das observacións posibles, porque rara vez é fácil abarcar a súa totalidade. Non só interesa pois o observado, senón o potencialmente observable.

- Por outra parte, existe o problema da variabilidade e da falta de precisión das medidas en comparación con outros dominios. Simplemente, entre dúas medicións realizadas en idénticas circunstancias, existe flutuación, atri-

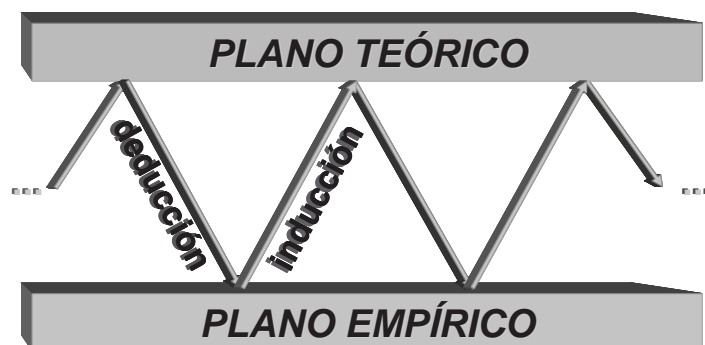


Figura 4. Ciclo do proceso de investigación científica en psicoloxía.

Aínda que é inevitable a referencia ao método científico neste primeiro tema, a pretendida sinxeleza con que aquí se expoñen algunhas ideas non debe ser percibida como tal, senón como un primeiro achegamento, neste caso ao proceso de investigación nas ciencias empíricas, entre as que se atopa a psicoloxía. O noso propósito é debuxar así o marco xeral no que se sitúa a medición. Ao longo dos próximos parágrafos confiamos en achegar elementos que contribúan a completar esta visión sempre esquemática, simplificada deste³.

FASES
1. <i>Formulación do problema de investigación</i>
2. <i>Formulación de hipóteses contrastables</i>
3. <i>Elaboración dun plan de recollida e análise de datos</i>
4. <i>Discusión dos resultados e extracción de conclusións</i>
5. <i>Elaboración do informe</i>

Táboa 2. Etapas comúns á investigación en todas as áreas da psicoloxía científica.

Na aplicación do método científico acostuman a sinalarse ademais unha serie de fases relacionadas, das que todas as áreas da psicoloxía participan. A Táboa 2 ofrécenos un resumo das distintas etapas, que a continuación pasamos a comentar.

1. Formulación do problema de investigación

O que desencadea toda actividade científica xorde cando algún aspecto do coñecemento necesita ser ampliado ou cando aparecen cuestións novas. En ambos os dous casos podemos falar da existencia dun problema. O problema convértese en científico cando é contextualizado teoricamente (Delgado e Prieto, 1997). Aínda que non existen regras que garantan a formulación dun problema relevante, fecundo e resoluble, a súa selección coincide coa selección da liña de investigación (Bunge, 1979; Sierra, 2001).

³ Sobre os principios filosóficos do método científico poden consultarse Arnau e Balluerka (1998), Bunge (1979), Mayor (1989) ou Pinillos (1975), entre outros.

PRESENTACIÓN

A presente unidade didáctica pertence á materia “Métodos, deseño e técnicas de investigación psicolóxica”. Este título é a denominación xenérica que recibe o encargo docente da Área de Metodoloxía das Ciencias do Comportamento da Facultade de Psicoloxía.

A materia é un complemento de formación para o acceso a Psicopedagogía dos estudantes que teñen superado ben Maxisterio, ben Educación Social ou o primeiro ciclo de Pedagogía. Está deseñada para proporcionar ao alumnado unha base sólida e rigorosa sobre a metodoloxía científica, que lle sirva para integrar elementos xa adquiridos e para assimilar os coñecementos novos que configuran o seu currículo. Neste sentido, ofrece unha introdución xeral ao proceso de investigación científica no eido da psicoloxía e incide especialmente na medida de características de interese psicolóxico.

Os descritores da materia no plan de estudos son (Orde de 22 de decembro de 1992; BOE de 13 de xaneiro de 1993): medición en psicoloxía; teoría e técnicas de construción de tests, escalas e cuestionarios; e metodoloxías cualitativas. Conta con seis créditos, dos cales 4,5 teñen carácter teórico e 1,5 práctico. E desenvólvese ao longo do primeiro cuatrimestre do curso, con tres horas de clase semanais.

O programa elaborouse tendo en conta tanto a súa localización a nivel académico como o coñecemento previo dos/das matriculados/das e o tempo do que se dispón. Está estruturado en cinco unidades didácticas. A primeira comprende un único tema, moi amplo, no que se ensinan nocións conceptuais e estatísticas fundamentais á actividade científica, xunto co tratamento específico do problema da medida. As seguintes suman nove temas, dedicados integramente á teoría e construción de tests.

Esta primeira unidade é, polo tanto, introdutoria e pretende servir de apoio para o resto do temario. A súa incorporación ao programa foi recente e veu xustificada pola necesidade de conseguir un dominio daqueles contidos teóricos e metodolóxicos que se consideran básicos. E ademais pola conveniencia de crear un contexto inicial uniforme, que favorecese non só a adquisición de coñecementos semellantes, senón tamén de unha linguaxe común e incluso dunha mesma actitude positiva cara a materia.

A experiencia dos últimos seis cursos académicos amosounos que os/as estudantes aprecian o feito de dispoñer de material impreso, elaborado *ex profeso* para cada tema. Como docente, asumín a confección da unidade coa idea de proporcionarlles este tipo de recurso, pero tamén como unha vía para reflexionar sobre os distintos elementos do proceso de ensino-aprendizaxe.

OS OBXECTIVOS

A duración estimada desta unidade é de doce a catorce horas de clase. Este tempo estará dedicado sobre todo a revisar conceptos básicos

relacionados coa metodoloxía de investigación e a introducir o problema da medida de características psicolóxicas.

Dende a óptica do docente, os obxectivos da unidade a nivel teórico son discretos, pero adquiren significado como fundamento do resto dos temas. O conxunto do programa está deseñado co propósito de abordar os modelos lóxicos e matemáticos nos que se basea a construción de tests. O coñecemento de tales modelos permitirá mellorar a práctica da construción deste tipo de probas e o uso máis intelixente da información que os tests ofrecen. Isto debería favorecer a toma de decisións, tanto no contexto dunha investigación coma no do exercicio profesional. Dunha forma máis detallada, este obxectivo xeral queda dividido noutros orientados especificamente cara aos niveis conceptual, de procedemento e de actitudes.

A nivel conceptual, preténdese que os/as alumnos/as:

- Adquiran unha noción xeral sobre os cometidos e o modo de proceder na psicoloxía como ciencia empírica e sobre o papel desempeñado polos aspectos metodolóxicos no seu desenvolvemento.
- Entendan as peculiaridades da realidade obxecto de estudo e, en consecuencia, a necesidade da estatística para tratar coa información procedente desa realidade.
- Establezan claramente a diferenza entre mostra e poboación estatística.
- Comprendan o significado das escalas de medida e sexan capaces de describir a información da mostra, referida tanto a unha única característica como ás posibles relacións existentes entre varias características. Nesta materia dedicaremos maior atención aos resumos numéricos e ás relacións de tipo linear.
- Coñezan e apliquen os modelos estatísticos máis habituais en psicoloxía. Os modelos que se van expor non son exclusivos de teorías psicolóxicas ou educativas concretas e ademais poden ser útiles para a medida de características moi diferentes.
- Saiban definir un test empregando os criterios máis relevantes para a súa clasificación.
- Comprendan os distintos pasos do proceso de construción dun test.
- Manexen os procedementos habituais para avaliar a calidade psicométrica tanto dos elementos dun test coma do instrumento no seu conxunto.
- En relación co anterior, coñezan como se trata o problema do erro de medida desde algunha das principais teorías psicométricas.
- Concedan importancia á validez das inferencias realizadas a partir das medidas que se obteñen cun test.
- Estean en disposición de ampliar estas nocións e relacionalas con novos coñecementos. É dicir, que poidan integrar o contido substantivo e metodolóxico das materias e dos cursos seguintes. Todo isto co obxecto de conseguir unha mellor percepción global do proceso, sobre todo de cara ás conclusións que se poden extraer del.

ANEXO II: ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN PSICOLOXÍA

Unha vez que contamos con algunhas das ferramentas conceptuais e estatísticas básicas, para comprender o resto da materia debemos ter claro en que consiste a investigación científica e, dentro deste proceso, cal é o lugar que ocupa a medición. O que segue é útil para este propósito. Ofrece unha versión propia do enfoque máis estendido acerca do esquema xeral de investigación en psicoloxía. No primeiro tema do manual da UNED, coordinado por María José Navas, tamén obteredes un tratamento axeitado del. Nas sesións de clase contaremos con distintos exemplos ilustrativos.

Segundo Bunge (1979), a característica distintiva do coñecemento científico non é a substancia ou o obxecto de coñecemento, senón os seus obxectivos e a forma en que se opera para alcanzalos. En relación cos seus obxectivos, as ciencias empíricas procuran a descrición e explicación do seu dominio e o coñecemento científico aspira a establecerse en forma de principios xerais, que se sistematizan en teorías científicas. En canto ao modo en que se obtén, existe un método común a todas as ciencias e que afecta ao ciclo completo de investigación, con independencia do campo de estudo: o *método científico*.

Debemos ter en conta que, ao contrario do que sucede nas ciencias formais (como a lóxica ou as matemáticas), que non necesitan un referente na realidade, as ciencias empíricas constrúen representacións da realidade e deben apelar á experiencia para contrastar tales representacións ou, mellor dito, as consecuencias que delas se derivan. Así, a investigación científica pode concibirse como unha actividade cíclica na que, segundo o estado do coñecemento en determinado momento, se xera unha conxectura ou suposición teórica acerca do modo en que se producen os feitos. Estas suposicións permiten derivar (vía dedutiva) consecuencias susceptibles de ser contrastadas con novos feitos, e o resultado disto intégrase novamente na teoría (vía indutiva), co que se cerra un ciclo de investigación e comeza o seguinte. Este esquema global de investigación foi a miúdo denominado proceso de aprendizaxe guiada ou dirixida (Box, Hunter e Hunter, 1989, p. 1; tratado tamén en Arnau, 1989, p. 582, e Ato, 1991, p. 15), grazas ao cal se van configurando esquemas explicativos cada vez máis amplos, con unha importante ancoraxe empírica. Tal como se expresa Yela, na súa introdución á conferencia inaugural de curso na Facultade de Psicoloxía da Universidade de Barcelona: "O desenvolvemento da ciencia e o método científico que a ela conduce consistiu na articulación coherente entre a invención e a comprobación. As diversas maneiras heurísticas, lóxicas, matemáticas e instrumentais que adopta esta articulación concréntanse nas múltiples técnicas específicas..." (Yela, 1994, p. 4).

Se substituímos as puntuacións de diferenza e as desviacións típicas polas súas definicións, obtemos a fórmula apropiada para as puntuacións directas:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{n \cdot S_x \cdot S_y} = \frac{\sum [(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})]}{n \cdot \sqrt{\sum X^2/n - \bar{X}^2} \cdot \sqrt{\sum Y^2/n - \bar{Y}^2}}$$

traballamos primeiro co numerador:

$$\begin{aligned} & \sum (X_i \cdot Y_i - X_i \cdot \bar{Y} - Y_i \cdot \bar{X} + \bar{X} \cdot \bar{Y}) = \\ & = \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y/n - \sum Y \cdot \sum X/n + n \cdot (\sum X/n) (\sum Y/n) = \\ & = n \cdot \sum X \cdot Y/n - \sum X \cdot \sum Y/n = (1/n) \cdot (n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y) \end{aligned}$$

pasamos o n do primeiro paréntese ao denominador e procedemos a desenvolver este:

$$\begin{aligned} & n^2 \cdot \sqrt{\sum X^2/n - \bar{X}^2} \cdot \sqrt{\sum Y^2/n - \bar{Y}^2} = \\ & = \sqrt{n^2 \cdot (\sum X^2/n - \bar{X}^2)} \cdot \sqrt{n^2 \cdot (\sum Y^2/n - \bar{Y}^2)} = \\ & = \sqrt{n^2 \cdot \sum X^2/n - n^2 \cdot (\sum X)^2/n^2} \cdot \sqrt{n^2 \cdot \sum Y^2/n - n^2 \cdot (\sum Y)^2/n^2} = \\ & = \sqrt{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2} \end{aligned}$$

Polo tanto,

$$r_{xy} = \frac{n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

A nivel de procedemento, o programa estará orientado a que os/as estudantes:

- Empreguen unha linguaxe precisa para referirse aos distintos aspectos da información que deben manexar. Unha vez dito isto, entendemos que o uso mecánico de certos termos non favorece nin demostra aprendizaxe do alumnado; deberán ser capaces de expresar o que significan coas súas propias palabras. Se o matiz é importante en relación coa linguaxe, tamén o é en relación cos aspectos que seguen, a pesar de que o dominio de algúns procedementos implique certos automatismos.
- Saiban relacionar as nocións teóricas que van adquirindo coa aplicación práctica de tales coñecementos.
- Procedan dun modo coherente e organizado á hora de planificar e resolver problemas concretos. Isto será fundamental no emprego de criterios para xulgar as propiedades dos tests e dos seus compoñentes.
- Utilicen a metodoloxía estatística (e no futuro tamén a informática) como guía para o seu labor, pero conscientes de que a calidade dos resultados non está supeditada a estes instrumentos, senón ao seu uso cabal. En todo caso, deben empregar os métodos estatísticos como ferramentas ao servizo da investigación ou do traballo empírico e non como elementos desligados da realidade que se pretende estudar.
- En consecuencia, que sexan coidadosos, primeiro coa interpretación estatística dos resultados, despois coa súa interpretación psicolóxica.
- Saiban que o coñecemento é froito dun proceso acumulativo e de aí a conveniencia de atender aos aspectos que deben figurar nos nosos informes.

Finalmente, os principios anteriores requiren do estudantado unha forma de pensar e proceder máis crítica e reflexiva. Unido a isto, existen tamén outros obxectivos relacionados coas actitudes que nos gustaría propoñer e que afectan á dinámica xeral da materia. Estes inclúen:

- Fomentar a participación nas clases.
- O interese e motivación por dominar os contidos teóricos e prácticos.
- E a capacidade de traballo e toma de decisións, tanto a nivel individual como en grupo.

Existen algunhas cuestións que deben preocuparnos en relación con materias da nosa área de coñecemento, entre as que destacaría as seguintes: (a) o risco de converter a materia nun receitairo de técnicas, cuxo maior interese sexa seleccionar a correcta para cada problema; (b) un procedemento centrado en decisións binarias sobre os resultados das probas estatísticas, e (c) ofrecer aos estudantes nos seus primeiros contactos con esta temática unha visión excesivamente limitada, coa investigación correlacional e deter-

minados usos da estatística como máximos expoñentes. Intentaremos evitar no posible estes males, sobre todo a través da metodoloxía docente.

As páxinas seguintes son un esbozo dos contidos que temos previsto abordar nas primeiras sesións de clase. Cómpre ter en conta que moitos destes aspectos son unha novidade para o alumnado da materia. Aínda así, trátase de cuestións de escasa dificultade e todas están sobradamente documentadas nos textos de referencia. Polo tanto, a idea é proporcionar un material común, que empregaremos como punto de partida, e que contén só as definicións, as fórmulas e os exemplos imprescindibles. A bibliografía e os anexos serán suficientes para mellorar calquera visión incompleta sobre o tema.

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. INTRODUCCIÓN

Os contidos desta unidade serán moi importantes a prol de comprender despois como se poden medir características psicolóxicas concretas e como interpretar a información obtida sobre elas. Intentaremos ofrecer unha visión non illada da medida, senón integrada no esquema de investigación dunha disciplina científica (tratado con detalle no Anexo II). Despois de todo, a historia da psicoloxía como ciencia é tamén a historia da medición.

Se o noso interese vai estar centrado na medida de características psicolóxicas, quizais sexa necesario aclarar que este apelativo aplicarémolo a calquera propiedade das persoas, pero sobre todo a aquelas propiedades que non son observables directamente. Como exemplos temos a intelixencia xeral, o neuroticismo, o estilo de atención, o estado de ánimo, ou a intención de voto, por citar tanto algunhas que se consideran estables como outras que adoitan mudar ao longo do tempo.

tísticos. Esta información é importante como punto de partida da docencia. Sobre esta avaliación, a profesora elaborará un pequeno informe para a clase.

2. Formativa. As cuestións e exercicios que se resolven despois do tema teñen como finalidade proporcionarlle ao/á estudante unha idea clara sobre o nivel de coñecementos que se pretende esixir e sobre a súa propia situación ao respecto. Ademais, axudan a aclarar conceptos e a corrixir posibles erros na aprendizaxe.
 3. Nesta avaliación do proceso tamén se pedirá a opinión dos/das alumnos/as sobre o aspecto que máis lles gustou, o aspecto ou aspectos que menos lles gustaron e as súas suxestións. Esta tarefa proporase ao final do tema. Será por escrito e preténdese que no momento de realizarse dure só uns minutos. Ademais, solicitarase unha auto-avaliación do seu dominio á vista de como se desenvolveron nas actividades.
- En canto á avaliación final, este tipo de avaliación terá lugar no mes de febreiro, mediante un exame, que constará de dúas partes, unha teórica e outra práctica. Os coñecementos do primeiro tema tamén estarán nesta avaliación, pero non só como algo de interese en si mesmo, senón como aplicacións ao contexto concreto da medición a través de test.

ANEXO I: FÓRMULAS DA CORRELACIÓN DE PEARSON²

Partindo da fórmula que define a correlación, baseada nas puntuacións típicas, e substituíndo as típicas polo seu valor, chegamos a unha segunda fórmula, baseada nas puntuacións de diferenza:

$$r_{xy} = \frac{1}{n} \sum \left(\frac{x_i}{S_x} \cdot \frac{y_i}{S_y} \right) = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{n \cdot S_x \cdot S_y}$$

Como o numerador dividido por n non é máis cá covarianza, aplicando isto á expresión anterior obtemos a fórmula que relaciona a correlación coa covarianza:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

² Tomado de Botella, León, San Martín e Barriopedro, 2001, p. 153

$$\hat{y} = b \cdot x$$

- en puntuacións típicas:

$$\hat{Z}_y = \beta \cdot Z_x; \quad \beta = r_{xy}$$

Nas páxinas seguintes figura a derivación das fórmulas da correlación de Pearson (Anexo I). Cando nos próximos temas sexa necesario facer un pequeno cálculo da varianza, da covarianza ou do coeficiente de correlación, poderase elixir sempre aquela ecuación que resulte máis cómoda; pero ningunha delas figurará no formulario de apoio mencionado no programa da materia.

ACTIVIDADES PROPOSTAS

- Revisión de material multimedia con exemplos sobre a utilidade da estatística nas Ciencias Sociais.
- Realización na aula dos problemas que acompañan a cada novo concepto estatístico.
- Resolución e interpretación, de acordo coas nocións adquiridas, dos exercicios de repaso do tema. Estes exercicios versarán sobre os distintos contidos básicos, tales como niveis de medida, índices de posición, estatísticos descritivos das variables e da relación linear existente entre elas. Unha parte desta actividade realizarase supervisada, na aula, e outra será responsabilidade dos/das estudantes. Recomendarase o traballo en grupo.
- Lectura dos textos complementarios, en particular do Anexo II, para entender mellor a medición no contexto do que se denomina *proceso de investigación científica en psicología*.
- Elaboración de exemplos ilustrativos do proceso de investigación científica, especialmente no que se refire á parte metodolóxica. Tendo en conta a etapa formativa na que nos atopamos, as hipóteses formuladas serán sobre todo de covariación e non de tipo causal.
- En base a unha pequena tarefa de avaliación que se menciona no epígrafe seguinte, propónse tamén discutir os puntos mellor comprendidos ou máis útiles da unidade e os menos útiles, co obxecto de planificar o comezo das seguintes sesións.

AVALIACIÓN DA UNIDADE

- A avaliación máis directamente relacionada con esta unidade será inicial e formativa.
 1. Inicial. O primeiro día de curso é habitual pedir ao alumnado que cubra un pequeno test acerca do seu nivel de coñecementos actuais sobre termos esta-

2. CONCEPTOS XERAIS: POBOACIÓN, MOSTRA, MEDICIÓN, VARIABLE

Comenzaremos por aproximarnos á psicoloxía científica e á medida revisando algúns conceptos, en particular os que aparecen relacionados na Figura 1.

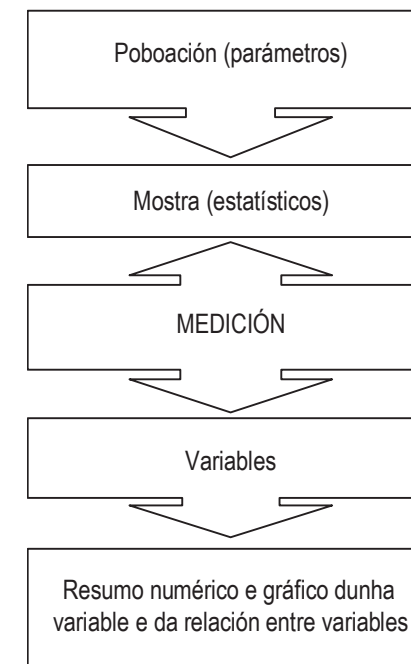


Figura 1. Relacións que se establecen entre os conceptos previos

A énfase estará sobre todo na secuencia con que serán introducidos e no vínculo que se establecerá entre eles. De seguido recolleemos tamén unha breve definición.

Poboación: o conxunto de todos os individuos que comparten unha ou máis propiedades e, en canto a esas propiedades, non son diferenciables entre si. Atendendo ao número de elementos que a compoñen, unha poboación pode cualificarse como finita ou infinita.

Mostra: un subconxunto dos elementos da poboación. A utilidade dunha mostra na investigación científica aumenta cando é representativa da poboación á que pertence. Existe todo un campo da estatística dedicado á extracción de mostras representativas.

Parámetro: a propiedade ou o indicador que se utiliza para describir algunha propiedade da poboación. Simbolízanse por letras gregas.

Estatístico: a propiedade ou o indicador que se utiliza para describir algunha propiedade da mostra. Simbolízase por letras latinas.

Medición: o proceso que consiste en poñer en contacto dous sistemas de relacións, un sistema empírico (referido a entidades reais, ás características dos suxeitos) e un sistema numérico. Para que sexa efectivo,

debe facerse de xeito que as relacións entre os números sexan análogas ou reflíctan as relacións entre as entidades reais que representan.

Variable: a representación numérica dunha característica. Dende o punto de vista estatístico, entenderemos variable no sentido de función (aplicación). Non obstante, tamén topamos habitualmente cunha definición substantiva, na que a variable é unha característica que pode adoptar diferentes modalidades. Neste último caso defínese por contraposición á idea de constante, que se presenta sempre e en todos os suxeitos igual. Representaremos cada variable por unha letra latina maiúscula.

Cando, como resultado do proceso de medición, dispoñemos dunha ou máis variables, entón procederá describir esa información. Para iso existen múltiples estatísticos. Pero antes debemos ter en conta o aspecto máis importante: a realidade obxecto de estudo é diversa e, polo tanto, non existe un só tipo de variable.

3. ESCALAS OU NIVEIS DE MEDIDA

Se a medición se encarga de elaborar representacións numéricas da realidade e esta realidade está formada por distintos tipos de características, tamén existirán diferentes modos de levar a cabo esa medición; é dicir, existirán diferentes escalas ou niveis de medida. A clasificación máis coñecida é a de Stevens (1946, 1951, 1968), que resumimos na Táboa 1.

TIPO	RELACIÓNS QUE PERMITE	EXEMPLO
Nominal	Igualdade-desigualdade	xénero
Ordinal	Relacións de orde	nivel de estudos
Intervalo (unidade de medida)	Interpretar diferenzas	temperatura
Razón (orixe absoluta)	Establecer razóns	tempo de reacción

Táboa 1. Clasificación dos niveis de medida de Stevens

Nesa táboa, os niveis nominal, ordinal, de intervalo e de razón distínguense polas relacións que permiten interpretar. Desde este mesmo punto de vista se describe a continuación cada un deles.

Escala ou nivel de medida nominal. É aplicable no caso das características cuxas modalidades son categorías ou clases. A cada categoría asígnaselle un número, de xeito que os suxeitos que recibiron o mesmo número considéranse iguais e os suxeitos que recibiron distintos números considéranse distintos nesa característica. Como parece lóxico, as categorías deben ser exhaustivas (todos os individuos medidos deben ter un número) e mutuamente excluíntes (ningún individuo pode ser clasificado en dúas categorías diferentes ou recibir máis dun número). Exemplos típicos son o xénero e o estado civil. En función dos números asignados, os individuos poden considerarse iguais ou diferentes en clase, pero nunca en grao. É dicir, entre os números só se poden establecer relacións de equivalencia ou de igualdade-

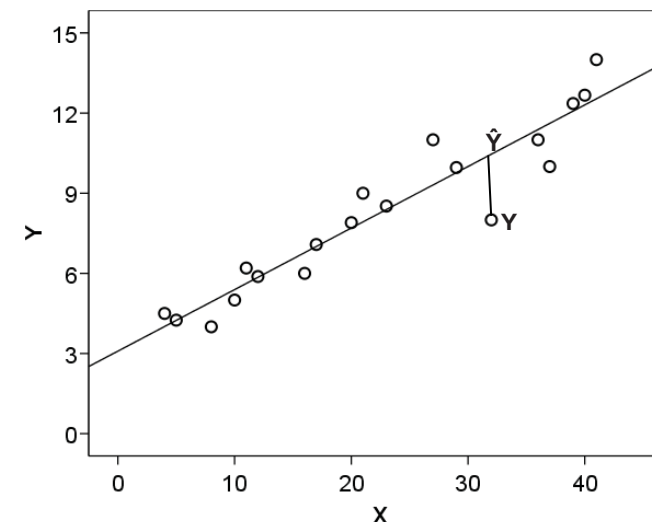


Figura 3. Representación gráfica da relación xeral entre dúas variables X e Y ($r \neq 1$)

Cando intentamos predicir valores de Y (por exemplo, do rendemento académico dun estudante), os valores prognosticados \hat{Y} poden ser lixeiramente máis altos ou máis baixos ca os valores de rendemento que se producirán na realidade. A diferenza entre Y e \hat{Y} para cada persoa denomínase *erro de estimación* ($Y - \hat{Y}$). Para unha mostra de suxeitos, o termo medio dos erros cometidos ao estimar Y coñécese como *varianza de erro* e pode cuantificarse do seguinte modo:

$$\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n} = S_{y,x}^2$$

A ecuación linear que pretendemos obter é aquela que permite realizar as estimacións co mínimo erro posible (que minimiza a media dos erros que se poden chegar a cometer). Nesta lóxica baséase o Criterio de Mínimos Cadrados e mediante este criterio obtéñense as seguintes fórmulas fundamentais para a e b:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} = r_{xy} \frac{S_y}{S_x}$$

A ecuación de regresión tamén se pode expresar en puntuacións de diferenza e en típicas:

- en puntuacións de diferenza:

no cada mes (X) e o importe da factura que teñen que pagar (Y). A Figura 2 amosa o gráfico de dispersión para este caso. Se en virtude do seu contrato a empresa de telefonía lles cobrase unha cantidade fixa de 3 euros ao mes, máis 0,24 euros por cada minuto en chamadas, a forma da relación sería a seguinte:

$$Y=3+0,24X$$

Unha vez definido isto, sabemos que se falasen por teléfono 50 minutos, terían que pagar 15 euros; basta con substituír na ecuación anterior. Coñecer a relación permite, polo tanto, predicir cal vai ser o valor que adopte Y para calquera valor coñecido de X .

A relación linear entre dúas variables establécese agora non por un único valor, senón mediante a ecuación de regresión, na que:

- X é a variable preditora ou independente;
- Y é a variable criterio ou dependente;
- a é a interceptal; é a ordenada na orixe, onde a liña recta que representa a relación corta ao eixo Y . Ou, o que é o mesmo, é o que vale Y cando X vale cero. No exemplo da factura de teléfono equivale a tres euros de cantidade fixa, independentemente dos minutos falados;
- b é a pendente; indica o cambio medio que se produce en Y por cada unidade que cambia X (lembrems: 0,24 euros/minuto). Se b é negativa, a relación é inversa. É máis interesante dende o punto de vista interpretativo.

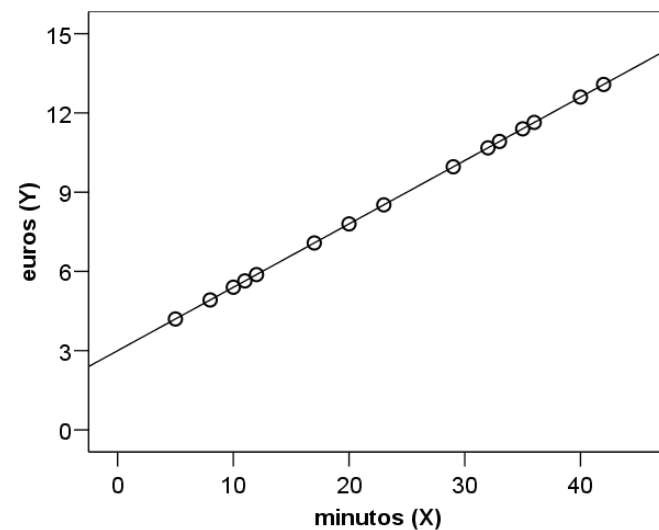


Figura 2. Representación gráfica da relación que existe entre minutos e gasto ($r=1$)

Cando se trata de variables psicolóxicas, as relacións non poden ser tan perfectas como a existente entre minutos e gasto e a súa representación gráfica terá un aspecto máis parecido ao da Figura 3.

desigualdade. En realidade non se trata dunha verdadeira medición, en tanto que os números funcionan como meras etiquetas ou nomes.

Escala ordinal. A medición a este nivel consiste en asignar aos suxeitos un número que permite ordenalos segundo a cantidade de característica que posúen. Deste modo, os números non só reflicten relacións de igualdade-desigualdade, senón tamén a orde nunha determinada característica. Esta é a definición estrito do nivel de medida ordinal, na que contamos con exemplos como o nivel de estudos ou a popularidade dos candidatos electorais. Ten a vantaxe de que permite afirmar que un suxeito é, por exemplo, máis popular ca outro ou ten maior nivel de estudos, pero non informa de canto máis. Expresado doutra forma, ao comparar aos individuos que ocupan a posición 1 e 2 en popularidade cos que ocupan as posicións 4 e 5, a distancia entre os dous primeiros non ten que ser a mesma ca entre os suxeitos 4 e 5. Falta unha unidade de medida cando se aplica este esquema a unha característica.

Escala de intervalo. A asignación de números faise de forma que, ademais de cumprir cos requisitos da escala ordinal, a distancia ou intervalo entre dous valores consecutivos é constante respecto da característica medida. O máis destacable deste nivel é precisamente a existencia dunha unidade de medida. Isto permite interpretar que un suxeito posúe máis cantidade ca outro de determinada característica e ademais é posible informar sobre a magnitude da diferenza entre eles. Non obstante, tanto a unidade como a orixe da escala son arbitrarias. É dicir, o valor numérico 0 (cero) é un punto máis da escala, no que se decide fixar a orixe; pero non significa realmente cantidade cero desa característica. Os exemplos que sempre sinalamos como típicos son as escalas Celsius e Fahrenheit de temperatura. Atendendo á escala de graos Celsius, que nos resulta máis familiar, podemos dicir que 80 °C dun obxecto non só é máis temperatura ca 70 °C de outro, senón que é 10 graos máis. Tamén é posible afirmar que a diferenza entre 80 °C e 70 °C é a metade da existente entre 40 °C e 35 °C. Pero nunca poderíamos asegurar que cando estamos a 40 °C estamos ao dobre de temperatura que cando estamos a 20 °C. Para ilustralo dun xeito simple, é suficiente con sinalar que en graos Fahrenheit, 40°F e 20°F serían 104°F e 68°F, respectivamente, e o cociente entre ambos os dous valores sería só algo superior a 1,5. Isto sucede nalgúns escalas de temperatura, nalgúns tests de intelixencia e noutras medidas psicolóxicas, porque o cero se colocou de forma arbitraria, nun lugar que non representa ausencia de temperatura nin ausencia de intelixencia.

Escala de razón. A asignación de números cumpre as condicións dunha escala de intervalos e ademais permite identificar un punto cero que sería unha orixe absoluta da escala, que representa a ausencia da característica medida. Igual que na escala de intervalo, tamén neste caso as diferenzas entre os números asignados aos suxeitos son constantes (existe unidade de medida), pero a presenza de cero absoluto fai posible afirmar que un posúe o dobre ou o triple de cantidade de característica ca outro. Permite establecer cocientes ou razóns entre os números; de aí o seu nome. Unha das poucas características de interese psicolóxico medidas estritamente a nivel de razón

é o tempo de reacción en tarefas perceptivo-motrices, nas que o tempo se interpreta como tal.

A aplicación destes modelos de medida dá lugar a catro tipos xerais de variables co mesmo nome: variable nominal, variable ordinal, variable de intervalo e variable de razón. As dúas últimas considéranse cuantitativas e poden clasificarse ademais como discretas ou continuas, en función do número potencial de valores que asumen.

Este apartado do tema requirirá varios matices, porque aínda que se trata dunha clasificación moi estendida en Ciencias Sociais, é tamén moi restritiva e recibiu numerosas críticas.

Por outra parte, as puntuacións outorgadas cun test supóñense medidas a nivel de intervalo, pero non existe unha xustificación clara. Isto fai necesario apelar sobre todo á utilidade práctica do instrumento e estudar a súa calidade métrica para poder dicir que ofrece información fiable e válida da característica psicolóxica que aborda (Martínez-Arias, 1996; Navas, 2001).

4. DESCRIPCIÓN DUNHA VARIABLE

Deixando á marxe a polémica sobre os estatísticos admisibles para cada tipo de variable e asumindo que imos tratar as nosas medidas como variables de intervalo, veremos que existen distintas posibilidades para a súa descrición. A énfase estará, como xa advertimos previamente, nos resumos numéricos, en especial nos índices clásicos de posición, tendencia central e variabilidade.

Os primeiros empréganse para informar da posición relativa na que se sitúa un suxeito con respecto á mostra en determinada variable. De forma xeral, calcúlanse ordenando as puntuacións de todos os suxeitos e dividindo ese conxunto ordenado en partes iguais, coñecidas como *cuantís*. Cando o número de divisións é de cen, falamos de *percentís*. Unha das formas máis simples de estimar o *percentil* para determinada puntuación consiste en achar a porcentaxe de suxeitos que esa puntuación iguala ou supera:

$$\text{Percentil} = \frac{\text{frecuencia acumulada}}{n} \times 100$$

Máis abaixo veremos que existen outro tipo de valores que tamén nos informan da posición relativa dun individuo. Non obstante, son particularmente interesantes para os obxectivos deste programa os índices de tendencia central e de variabilidade.

A *medida aritmética* é o estatístico de tendencia central máis empregado. No seu cálculo interveñen todos os valores da variable e pode expresarse, como é ben sabido, do seguinte modo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

e o comportamento violento, unha correlación de 0,3 pode entenderse como elevada.

Cando unicamente pretendemos correlacionar dúas variables, o cálculo é sinxelo e utilizaremos as fórmulas anteriores. Pero nunha situación con máis de dúas variables é habitual recorrer a álgebra de matrices. Os principais paquetes estatísticos ofrecerannos non unha serie de coeficientes de correlación, senón unha matriz de correlacións.

A matriz de correlacións é unha matriz cadrada (con igual número de filas e columnas) e simétrica respecto da diagonal principal (cada elemento do triangular superior é igual ao elemento do triangular inferior que ocupa a mesma posición; isto é: $r_{xy} = r_{yx}$). Se dispoñemos de tres variables, X, Y e W, a matriz de correlacións terá a seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} r_{xx} & r_{xy} & r_{xw} \\ & r_{yy} & r_{yw} \\ & & r_{ww} \end{bmatrix}$$

Os elementos da diagonal principal representan a correlación de cada variable consigo mesma. En principio, estes elementos serán todos igual á unidade e pode prescindirse deles ao debuxar a matriz. Ademais, dado que esta matriz é simétrica, é frecuente presentar só un dos triangulares (o superior á diagonal ou o inferior), porque xa conteñen toda a información necesaria. Neste caso, a nosa matriz de correlacións entre variables (de nome R) ten tres filas e tres columnas. Trátase dunha matriz de correlacións de orde tres. Se substituímos os símbolos por uns valores hipotéticos, obteremos, por exemplo:

$$\begin{bmatrix} 0.86 & 0.40 \\ & 0.38 \end{bmatrix}$$

A interpretación dos distintos valores segue sendo a mesma que faciamos cun coeficiente illado; só debemos ter en conta qué dúas variables relacionan.

5.2. REGRESIÓN LINEAR SIMPLE

A diferenza da correlación, a análise de regresión sérvenos para especificar ademais a forma da relación entre dúas ou máis variables. Polo de agora seguimos interesados no caso máis simple. Aquí, a análise de regresión asume que unha variable (Y) é función de outra variable (X) na seguinte forma:

$$Y = a + bX$$

onde *a* e *b* son as constantes que definen a relación.

Para ilustrar este punto tomamos como exemplo inicial a asociación que existe entre o número de minutos que os/as usuarios/as falan por teléfo-

cala de puntuacións típicas). Logo procédese do mesmo modo que para a covarianza: calcúlase a media dos produtos cruzados.

Por definición, este coeficiente expresámolo en puntuación típicas, pero pode ser máis doado utilizar calquera das fórmulas derivadas. Velaquí as distintas alternativas:

- en puntuacións típicas:

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x \cdot Z_y}{n}$$

- en puntuacións de diferenza:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} = \frac{\sum x \cdot y}{n \cdot S_x \cdot S_y}$$

- en puntuacións directas:

$$r_{xy} = \frac{n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

A obtención destas últimas aparece no Anexo I da unidade didáctica.

O coeficiente de correlación infórmanos dos tres aspectos seguintes: (a) se existe ou non relación linear entre dúas variables X e Y, (b) a dirección desa relación, e (c) a intensidade ou magnitude da relación. Oscila sempre entre +1 (o seu valor máximo) e -1 (o seu valor mínimo). Un valor de +1 indica que existe unha relación (linear) positiva perfecta entre X e Y. Un coeficiente de -1 indica que existe unha relación (linear) negativa perfecta entre X e Y. O valor 0 (cero) indica que non existe relación linear entre X e Y. Isto non implica, non obstante, que non poida existir outro tipo de relación entre elas.

É importante ter en conta que o signo do coeficiente é independente da súa intensidade e só é útil para coñecer o sentido da relación. Co fin de evitar equívocos, algúns autores defenden que unha forma obxectiva de interpretar r_{xy} é elevando o seu valor ao cadrado (Arce e Real, 2001; Solanas, Salafranca, Fauguet e Núñez, 2005). O cadrado do coeficiente de correlación recibe o nome de *coeficiente de determinación* e indica a proporción de varianza común a X e Y.

Así e todo, a intensidade da correlación é difícil de interpretar sen procedementos propios de Estatística Inferencial. Unha frase do tipo “canto maior sexa a proporción de varianza común, máis intensa é a relación linear” non parece suficiente. Non obstante, o coñecemento desenvolvido sobre unha área concreta de estudo permite xulgar o seu valor de forma relativa. Por exemplo, se se trata de correlacionar a puntuación obtida cun test en dúas ocasións distintas, a relación debe ser máis intensa. Pero se o que intentamos é comprobar a relación entre algunha variable de personalidade

As propiedades da media están perfectamente documentadas nos libros de texto. Unha destas propiedades é que as puntuacións se distribúen en torno a ela, sendo algunhas diferenzas ou distancias a este valor positivas e outras negativas. Iso fai que a suma das diferenzas con respecto á media sexa igual a cero:

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) = 0$$

En relación con isto, unha das formas máis intuitivas para indicar a variabilidade ou dispersión dos datos sería a media das diferenzas con respecto á media. Tendo en conta que a suma destas diferenzas é cero, outra posibilidade, a máis habitual, resolve elevando as diferenzas ao cadrado. A media de cadrados ou *varianza* dunha determinada variable X pode expresarse como segue:

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

Unha forma alternativa, derivada da anterior, é

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{n} - \bar{X}^2$$

A varianza vai ser un valor esencialmente positivo, pero que non vén expresado na escala orixinal da variable. Para obter a dispersión media nesa escala orixinal dos datos debemos calcular a raíz cadrada da varianza. O resultado deste cálculo denomínase *desviación típica* ou tamén *desviación estándar* e represéntase simplemente como

$$S_x = \sqrt{S_x^2}$$

Convén saber que o cálculo da varianza da mostra tende a subestimar, por termo medio, a varianza da poboación. Cando existe interese por facer algún tipo de inferencia é habitual corrixir este efecto dividindo a suma de cadrados por $n-1$. A varianza corrixida coñécese tamén como *cuasi-varianza* e constitúe unha mellor aproximación ao seu correspondente parámetro.

No mesmo contexto de descrición dunha variable obteremos ata tres tipos de puntuacións para un suxeito: a súa puntuación directa, a diferenza ou distancia absoluta con respecto á media, e a distancia relativa. Esta última é una medida de posición que ten en conta non só o valor central da variable, senón tamén a súa dispersión. Falamos da puntuación típica, simbolizada como Z_i :

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x}$$

A distribución teórica ou probabilística das puntuacións típicas é coñecida, o que ten importantes implicacións prácticas (ao longo deste curso veremos algunha delas). A súa media é cero, porque resultan de dividir a puntuación de diferenza entre a desviación típica da mostra. E a súa varianza (e desviación típica) vale un. Transformar as puntuacións en típicas implica transformar a distribución inicial dos datos nunha distribución tipificada ou estandarizada, con media cero e desviación típica un. Por iso permiten maior rigor ao comparar tanto a puntuación obtida por un suxeito en distintas probas ou medicións como a posición relativa de varios suxeitos. Se a unha persoa lle corresponde unha $Z=2$, dise que está dúas desviacións típicas por enriba da media. Ou sexa, a nivel de interpretación, a desviación típica fai as veces de unidade de medida. Ademais, é coñecido que entre os valores $Z=2$ e $Z=-2$ adoitan situarse máis do 95% das puntuacións. Isto vén a indicar que un suxeito que obteña unha puntuación típica dúas desviacións por enriba (e tamén por embaixo) da media, pode considerarse unha puntuación extrema, porque supera a (ou está por debaixo da) maioría das puntuacións. O 99,74% das puntuacións atopáranse entre $Z=+3$ e $Z=-3$.

A utilidade das puntuacións típicas é indiscutible, pero expresar os resultados dos suxeitos neste tipo de puntuacións obriga a traballar con valores negativos e decimais. Para evitar este inconveniente, transfórmanse as puntuacións Z noutras derivadas, coas mesmas propiedades. Isto realízase multiplicando Z por una constante e sumando a ese produto outra constante. As puntuacións derivadas terán como media a constante sumada e como desviación típica o valor absoluto da constante multiplicada. Unha das transformacións máis coñecidas é a das puntuacións T ($T=10Z+50$). A media das novas puntuacións dos suxeitos será 50 e a súa desviación típica 10.

5. RELACIÓNS ENTRE VARIABLES

5.1. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN E MATRIZ DE CORRELACIÓNS

Chegados a este punto, xa coñecemos varios tipos de puntuacións e algúns índices, baseados nestas puntuacións, que nos serven para describir as variables. Non obstante, o habitual é que o noso interese estea en dispoñer de varias medidas dos suxeitos e en analizar a posible relación entre elas. En psicoloxía, o achado de relacións claras e estables entre variables axuda a comprender mellor determinadas situacións e tamén facilita a intervención. No deseño de tests, un coñecemento elemental de como analizar relacións entre variables tamén nos vai ser moi útil.

Neste curso centrarémonos nas relacións de tipo linear, tomando como exemplo dúas variables, simbolizadas por X e Y . Como avaliar a posible relación linear entre estas dúas variables?

A covarianza é un primeiro índice para este propósito. Representase por S_{xy} ou tamén como $Cov(X, Y)$. As fórmulas para o seu cálculo, expresadas en distintos tipos de puntuacións, son:

- en puntuacións de diferenza¹:

$$S_{xy} = \frac{\sum x \cdot y}{n}$$

- a mesma, expresada en puntuacións directas:

$$S_{xy} = \frac{\sum [(X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})]}{n}$$

- ou tamén unha forma derivada da anterior:

$$S_{xy} = \frac{\sum XY}{n} - \bar{X} \cdot \bar{Y}$$

A covarianza calcúlase, como vemos nas fórmulas, pola media dos produtos cruzados (nas variables X e Y) das puntuacións dos suxeitos. O numerador é o que determina o signo da covarianza e será positivo ou negativo en función de que os valores nas dúas variables se sitúen por riba ou por baixo das súas respectivas medias. Ofrece información sobre dous aspectos: (a) se existe ou non relación linear entre dúas variables, e (b) a dirección desa relación; é dicir, se é unha relación positiva (directa) ou negativa (inversa).

Pero a nivel interpretativo a covarianza ten unha limitación importante: non informa da intensidade ou magnitude da relación entre X e Y (se é moita relación, media ou pouca). Isto é debido a que a covarianza depende da unidade de medida; é dicir, de como se teñen medido X e Y . Por exemplo, se nos interesa coñecer a relación entre tempo de estudo dunha materia e rendimento alcanzado, podemos medir o tempo que dedicou cada persoa en horas ou en minutos. A covarianza sería do mesmo signo en ambos os dous casos, pero o seu valor cambiaría.

Por iso, para cuantificar a relación (linear) entre dúas variables convén dispor dun índice que permaneza invariante ante calquera transformación da unidade de medida dunha variable X , de Y ou das dúas. Este índice foi ideado por Galton e Pearson, aínda que a súa formulación definitiva se atribúe a este último (Pearson, 1896), polo que se coñece como *coeficiente de correlación de Pearson* ou *coeficiente de correlación produto-momento*. Consiste en transformar tanto os valores de X como os de Y en puntuacións típicas (Z); isto é, en reducir ambas as dúas variables á mesma escala (es-

¹ Nótese que aquí xa estamos prescindindo dos subíndices nas fórmulas para simplificar. Cando se escribe X , por exemplo, significa X_i ; é dicir, cada puntuación individual obtida.