



---

## Fitxes per a investigadors

---

---

### Com utilitzar l'estadística en la recerca educativa?

---

**Autora:** Torrado Fonseca, Mercedes. Departament de Mètodes d'investigació i Diagnòstic en Educació. Universitat de Barcelona.

#### Introducció

---

L'estadística és una disciplina científica, vinculada a les matemàtiques i especialment a la recollida, l'organització i l'anàlisi quantitativa de dades. La seva aplicació i ús en l'àmbit de l'educació està relacionada amb el desenvolupament de la metodologia de recerca educativa. Es tracta també d'una eina fonamental per als processos d'avaluació, de mesura i de diagnòstic educatiu.

Davant de les dades i la informació apareixen sovint molts interrogants: Per on començo la meua anàlisi de dades? Quina prova haig d'aplicar? Quin procés haig de seguir? Per poder orientar en els inicis de l'anàlisi de dades i donar una visió general de les diferents proves que podem aplicar en el nostre àmbit es presenta aquesta fitxa. En una primera part es fa un breu repàs sobre el procés en si de l'anàlisi quantitativa de les dades i els diferents tipus d'estadística i, en una segona part es presenten les diferents proves que ens poden ser d'utilitat.

#### 1. Fases del procés d'anàlisi quantitativa

---

La coherència entre l'estadística i el seu marc de referència és obvi i lògic. Així, prèviament a la fase d'anàlisi de les dades, s'haurà de definir quines són les variables objecte de l'estudi i com es mesuraran aquestes. També s'haurà de decidir amb quins subjectes es farà l'estudi: tota la població o una mostra. Tots aquests elements condicionaran la selecció i, el posterior ús de la prova estadística més adient.

Independentment del tipus de recerca plantejat i de la prova estadística aplicada, apareixen, en la fase d'anàlisi quantitativa de les dades, una sèrie de fases que permeten des d'optimitzar i depurar les dades, fins a la verificació de les hipòtesis plantejades en la recerca.

Així, s'ha de prendre consciència que el fet de recollir les dades objectivament no és una garantia de la no existència d'errors. És important, doncs, comprovar tota la informació recollida per tal d'evitar incongruències, errors, falses interpretacions, etc. Ja que portaria a obtenir unes conclusions finals incorrectes. Independentment de l'instrument utilitzat per recollir la informació objecte d'estudi, les dades s'han de depurar, suprimint i eliminant, si és necessari, els subjectes de la mostra que no hagin estat coherents, o variables / preguntes que no hagin estat ben formulades. Per exemple: una persona que manifesta no treballar i posteriorment respon a les preguntes del qüestionari destinades només als treballadors.

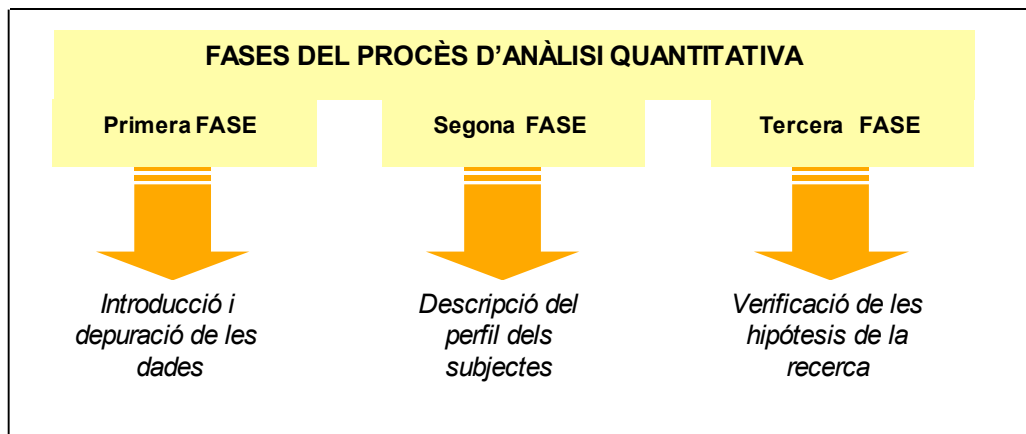


Figura 1. Fases del procés d'anàlisi quantitativa de les dades

Un cop s'ha recollit la informació corresponent a les diferents variables previstes a la recerca i depurades les dades d'aquestes, s'ha de procedir a la descripció dels subjectes: com són. La descripció es durà a terme mitjançant els índexs estadístics descriptius univariants i bivariants.

Finalment, la confirmació o rebuig de les hipòtesis constitueix la fase fonamental en l'anàlisi de les dades de les recerques de tipus quantitatiu. Abans, però s'haurà de seleccionar la prova estadística més adient a partir del tipus de mostra, natura de les dades (quantitatives vs qualitatives), supòsits paramètrics i l'objectiu de la prova. L'aplicació de la prova és, avui en dia, un procés mecànic que depèn del programa estadístic utilitzat, ara bé, la interpretació final dels resultats estadístics sempre serà tasca de l'investigador.

## 2. Tipus d'estadística

L'estadística pot classificar-se segons el nombre de variables que intervenen en l'anàlisi, segons amb quin subjectes estiguem treballant i quin objectiu es pretén. Els diversos tipus d'estadística que es presenten no són excloents entre ells. (Vegeu figura 2 i figura 3)

Si s'ha fet un estudi de cadascuna de les variables de la recerca de manera independent per donar resposta a preguntes com, quina mitjana d'edat tenen els estudiants de Pedagogia? o quants alumnes de la carrera treballen? estarem treballant de l'estadística univariant. Si el tractament suposa haver de treballar alhora amb dues variables, per exemple: quina edat tenen les noies? o treballen els joves de més de 25 anys?; o treballar amb més de dues variables, per exemple: els més joves de 25 anys que treballen són noies? l'estadística utilitzada és la bivariant i la multivariant respectivament.

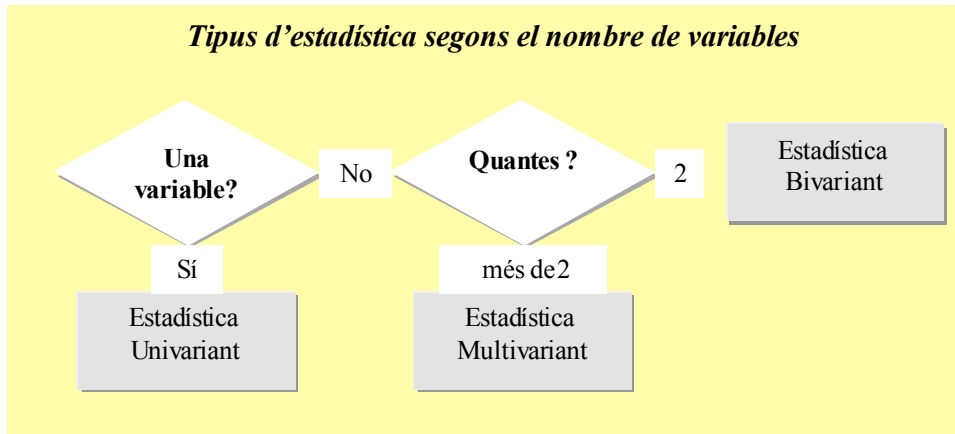


Figura 2. Tipus d'estadística segons el nombre de variables

L'objectiu és una altra forma de classificar o identificar amb quin tipus d'estadística estem treballant, per exemple si l'interrogant és: quines són les causes del fracàs acadèmic?, l'objectiu que pretenen és l'explicació del fenomen. Si la pregunta és: quin és el volum de fracàs i com són els subjectes?, l'objectiu és un altre i només és vol descriure o conèixer la realitat.

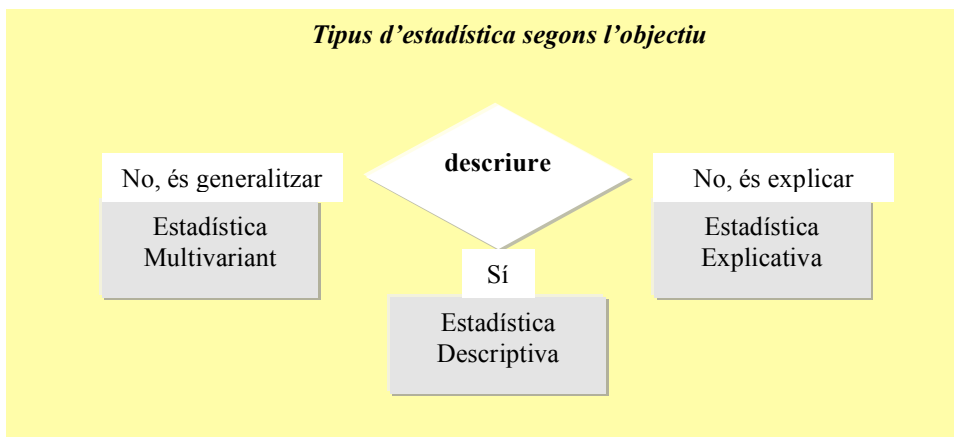


Figura 3. Tipus d'estadística segons l'objectiu

La diferència entre estadística descriptiva i inferencial ve marcada pel fet de treballar amb tota la població de subjectes o només amb un subgrup representatiu. Si en la recerca que estem duent a terme s'ha hagut de treballar amb una selecció de subjectes (mostra), però l'objectiu és utilitzar els resultats tal com si haguéssim treballat amb tota la població, el que haurem de fer és una generalització o inferència estadística dels resultats obtinguts amb la mostra.



## 2.1 Estadística descriptiva

En un procés de recerca, les primeres fases d'anàlisi són molt importants. En aquest cas, l'estadística descriptiva, ens permet organitzar les dades, resumir-les i sintetitzar-les per tal de facilitar la descripció de les diverses variables que es tenen en compte a la recerca. Hi ha tot una sèrie d'índexs estadístics bàsics que ens aporten una primera informació bàsica, tant per a la primera aproximació a les dades recollides, com per la seva depuració a la matriu.

Tots els índexs que podem utilitzar per descriure les variables univariantment parteixen d'una ordenació de les dades. Si l'anàlisi el fem manualment s'hauran d'ordenar les dades de les variables i agrupar-les en freqüències (distribució de freqüències). Si l'anàlisi es fa informàticament, prèviament haurem de definir la matriu de dades i introduir les dades de totes les variables. Tots els càlculs posteriors es faran automàticament, d'aquesta manera es reduirà la tasca de l'analitzador a seleccionar la prova / instrucció adient en cada moment i interpretar els resultats dins del context de la recerca. L'ús i l'aplicació dels índexs descriptius bàsics dependrà de com s'hagin mesurat les variables de la recerca, així si l'edat s'ha mesurat quantitativament, les dades recollides possibilitaran calcular una mitjana aritmètica, saber quina és l'edat mínima i la màxima i fer un histograma com a representació gràfica. Però si l'edat s'ha mesurat a partir d'establir intervals a priori (menys de 20 anys, entre 21 i 30 anys, i més de 30 anys), les dades obtingudes només ens permetran saber quin és l'interval amb més subjectes, i fer un diagrama de barres o un ciclograma.

A la figura 4 apareix esquemàticament quins són els índexs descriptius més importants, també s'hi adjunta un output del programa SPSS-Win per exemplificar cadascun dels índexs.

La distribució de freqüències permet organitzar i resumir les dades de les variables, cosa que possibilita fer un recompte (freqüències) del nombre de persones que hi ha en cada valor de la variable, i així poder donar resposta a preguntes com per exemple: quina edat té el subjecte més jove? (resposta 18 anys), quantes persones tenen 30 anys? (resposta 1 persona - freqüència absoluta -) o quin és el percentatge de persones que tenen més de 30 anys? (resposta 30 % - freqüència de percentatge -).

Davant de preguntes com, quin és el mitjana d'edat dels subjectes matriculats en el curs? (resposta mitjana de 25,3 anys), quina edat parteix per la meitat (50 % dels casos) la distribució? (resposta mitjana de 23,5 anys) o una altra, quina és l'edat que més es repeteix? (resposta moda de 32 anys), els índexs que ofereixen les mesures de tendència central són els més adequats, ja que demanen informació sobre quina és la tendència central de les dades i ens ofereixen un índex resum.

L'heterogeneïtat o dispersió en les respostes en una determinada pregunta d'opinió d'un qüestionari es pot estudiar a partir de les mesures de dispersió o variabilitat. Hi ha una gran diversitat d'índexs, a la figura només es presenten els més utilitzats. D'entre aquests destaquem la desviació típica com a índex complementari de la mitjana. Algunes qüestions que anirien associades a aquest tipus d'índexs serien per exemple: quina distància hi ha entre el valor mínim i el màxim de la distribució? (resposta rang = 16), quina variabilitat hi ha al voltant de la mitjana? (resposta desviació típica = 6,13, la majoria de persones ens trobem entre 19,17 i 31,4; que és la suma i resta del valor d'una desviació típica al 25,3 de mitjana).

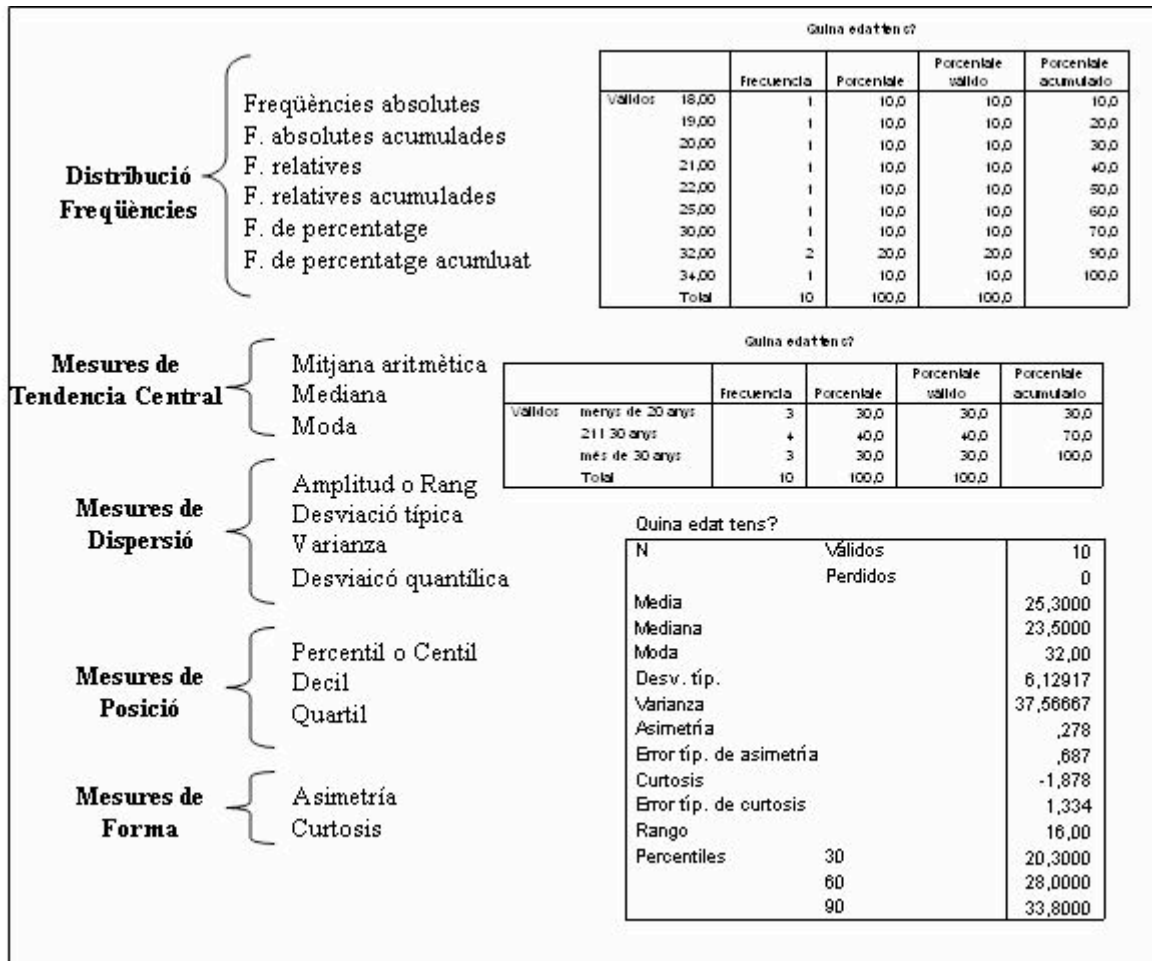


Figura 4. Exemples de sortides d'ordinador

Les mesures de forma ens informen sobre quin tipus d'asimetria i curtosis (apuntament) té la representació gràfica de la variable quantitativa, i les mesures de posició ens ajuden a saber quin lloc o posició ocupa una dada o un subjecte dins la distribució de la variable.

En l'actualitat, les possibilitats que ens ofereix la informàtica en la nostra tasca d'analitzador, ens permeten utilitzar, cada cop més, tècniques d'anàlisi que fa més fàcil la descripció inicial de les dades, integrant en una sèrie de gràfiques i índexs gairebé totes les proves descriptives presentades anteriorment. Estem parlant de l'anàlisi exploratòria de dades (EDA) que va ser presentat per Tukey en la seva obra Exploratory Data Analysis (1977). Aquesta manera d'analitzar les variables té com a objectiu disposar d'un coneixement previ a partir d'un examen visual de les dades. L'EDA ens aporta informació sobre, la localització, la desviació i la forma de la distribució de les dades; la seva simetria o asimetria ; el nombre i la localització dels forats i de les puntes en la distribució i, la presència i el nombre de valors llunyans mitjançant els índexs descriptius generats. Però són les seves representacions gràfiques (stem and leaf i box plot), en especial el diagrama de caixes (box plot), les que ens ajuden a visualitzar el comportament general de les dades i la seva estructura de conjunt.



## 2.2. Estadística bivariant i multivariant: Què vull fer?

Quan l'objectiu va més enllà de la descripció univariant de les variables, és quan haurem d'utilitzar l'anomenada estadística bivariant i/o multivariant. En aquest cas, el nombre de variables amb què treballem alhora és el que determina amb quin tipus d'estadística estem treballant. Des del primer moment s'ha d'especificar què pretenem amb l'aplicació de l'estadística i sobretot què busquem després de cada prova. Per això, és important formular-se tot una sèrie de qüestions que evitaran utilitzar proves incorrectes i que portin a conclusions poc vàlides.

***Que vull fer?***

*Descriure una situació o arribar a donar una explicació*

***Amb quin tipus de variables estic treballant?***

*Són variables mesurades quantitativament o són variables qualitatives*

***Amb quantes variables necessito treballar?***

*Són dues o més de dues variables. Quantes són independents i quantes són dependents.*

***Les variables de caire quantitatiu segueixen els supòsits paramètric ?***

*Les variables segueixen la Llei Normal com a distribució de probabilitats.*

Quadre 1. Qüestions per seleccionar la prova estadística

Evidentment, per donar resposta a tots els possibles interrogants que poden sorgir després de la recollida de les dades hi ha multitud de proves. Serà normal haver d'aplicar més d'una prova estadística. Les conclusions finals de les dades hauran de ser el producte de la **triangulació estadística**.

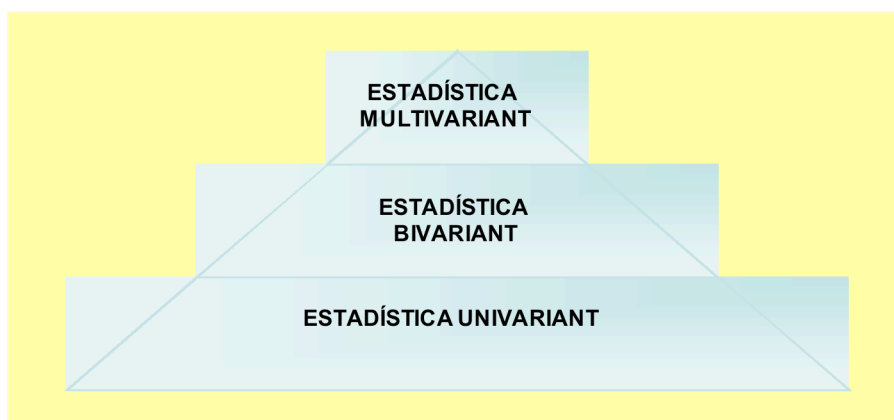


Figura 5. Relació establerta entre tipus d'estadística

El ventall de possibilitats que presenta aquest tipus d'estadística és molt ampli. Cada tipus d'estadística mostra un objectiu. Així hi ha proves que permeten analitzar



diferències entre grups o entre variables, com per exemple: en quin grup hi ha hagut més fracàs acadèmic, en el de matí o tarda? i d'altres ajuden a confirmar o rebutjar l'existència de relacions entre variables, com per exemple: en quina mesura el rendiment acadèmic en el batxillerat està relacionat amb el rendiment acadèmic durant la carrera universitària? (Vegeu Figura 6)

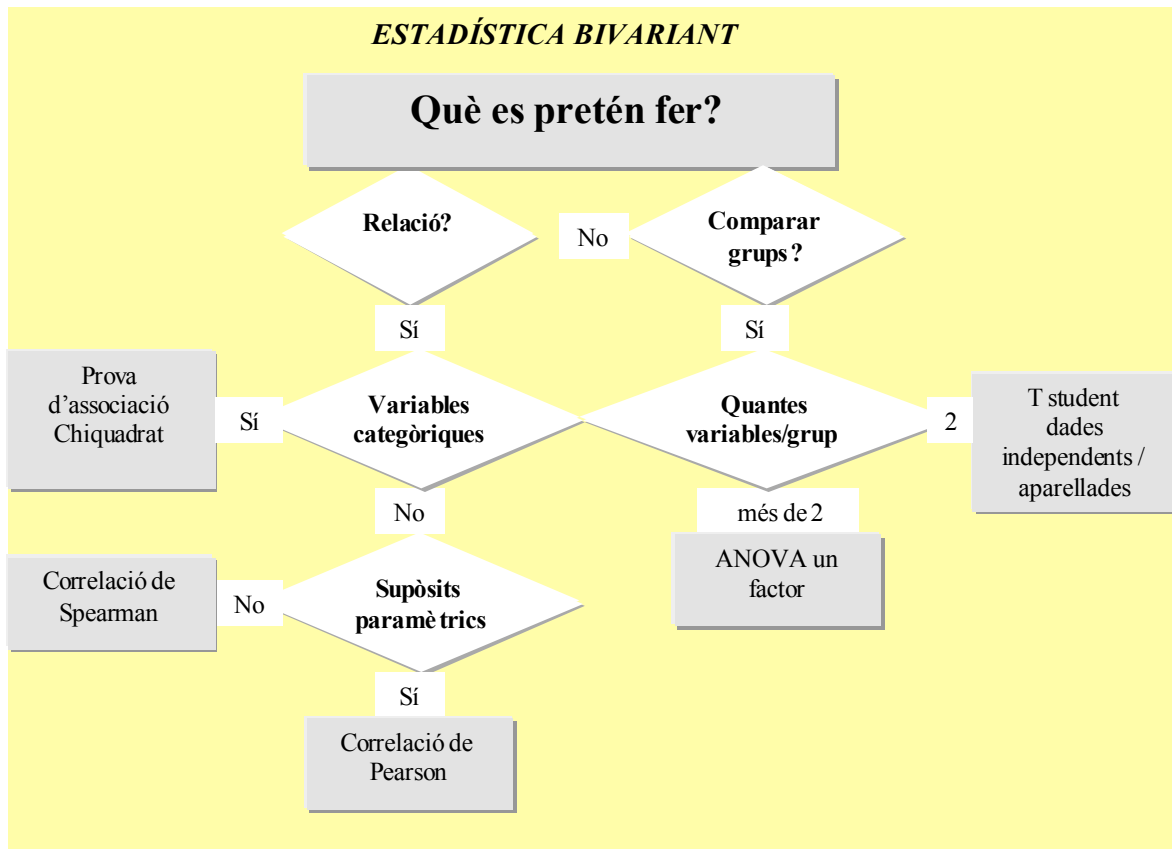


Figura 6. Proves d'estadística bivariant

Quan en el procés de l'anàlisi de dades d'una recerca s'han de considerar més de dues variables alhora, es considera que s'estan aplicant tècniques d'estadística multivariant. Avui en dia, aquest és un fet totalment normal donades les facilitats de càlcul que proporcionen els programes informàtics i, també, la concepció d'entendre i d'analitzar la realitat com a un sistema de relacions complexes i multidimensionals. S'entén que les variables estan relacionades entre si, de manera que l'examen conjunt d'aquestes variables poden aportar una visió complexa de la realitat de manera parsimoniosa i no reduccionista.

A l'hora de presentar els diferents tipus de tècniques d'estadística multivariant utilitzem la classificació més habitual, que parteix de l'objectiu que es pretén aconseguir amb l'anàlisi (Bisquerra, 1989; Ferran, 1997):

- **Mètodes descriptius.** Aquest tipus de proves possibiliten descriure la configuració que presenten les variables o els subjectes que conformen la matriu. Algunes de les proves més utilitzades són: ANOVA, anàlisi factorial, anàlisi



factorial de correspondències, escalament multidimensional, anàlisi de segmentació i anàlisi de clústers o conglomerats.

- **Mètodes explicatius.** És la forma i la quantificació de la correspondència existent entre variables de la matriu. Així, dins del ventall de proves les més conegudes són: model log-lineal, anàlisi discriminant, anàlisi de regressió múltiple, models causals i la correlació canònica.

En l'actualitat estan apareixent altres tècniques "emergents" com ara la lògica borrosa, així com la influència de la intel·ligència artificial en la creació de xarxes neuronals, que optimitzen les previsions de les anàlisis discriminants, clústers i regressió. Hair et al.(1999) apunta també com a tècnica el tractament de mostres mitjançant mètodes no paramètrics denominat "remuestreo", és a dir, utilitzar múltiples mostres per obtenir una distribució mostral com a base per a la inferència.

### **3. Proves més utilitzades en l'àmbit de l'educació**

#### **Proves de l'estadística bivariant**

Per poder presentar les proves més utilitzades en l'estudi de dues variables utilitzarem l'objectiu de les proves. Així, es poden aplicar proves que ajudin a analitzar diferències entre grups o variables, i proves que ajudin a establir relacions entre variables. En els quadres 2 i 3 se'n presenten algunes relacionant-les amb la seva utilitat.

<b>ESTUDI DE LES DIFERÈNCIES</b>	<i>Analitza les diferències significatives entre mitjanes o proporcions amb dues variables</i>
<b>Comparació de mitjanes</b>	Permet comparar les mitjanes de dos o més grups / variables. Si es comparen dos grups la prova s'anomena <i>t student</i> . Si es volen comparar més de dos grups s'està parlant de la prova ANOVA ( <i>Anàlisi de la variança d'un factor</i> )
<i>Existeix diferències en el rendiment acadèmic per curs (primer i segon)? En quin curs de la carrera els alumnes obtenen millor rendiment?</i>	
<b>Comparació de proporcions</b>	Permet comparar les similitud o diferències en les distribucions de proporcions. La prova que s'aplica és la Chi-Quadrat.
<i>Els alumnes que abandonen són els que compaginen estudis amb feina?</i>	

Quadre 2. Estudi de les diferències en l'estadística bivariant





<b>ESTUDI DE LES RELACIONS</b>	<i>Analitza la relació que s'estableix entre dues variables</i>
<b>Correlació amb variables quantitatives</b>	A partir de les relacions establertes entre parell de variables s'obté un coeficient. Segons el tipus de variables i els supòsits paramètric que segueixen ens podem trobar amb el Coeficient de correlació de Pearson (variables quantitatives contínues – llei normal) i Coeficient de correlació de Spearman (variables ordinals – no llei normal)
<i>Existeix algun tipus de relació entre l'èxit acadèmic de primer any respecte a l'èxit acadèmic del segon any?</i>	
<b>Estudis de regressió lineal simple</b>	A partir de l'anàlisi de les relacions entre una variable dependent i una independent es poden realitzar estudis de regressió o predicció. Solament es podrà aplicar en les variables quantitatives contínues que segueixin la llei normal
<i>Quina nota obtindrà un estudiant a primer curs si la nota mitjana de batxillerat és de 6,5?</i>	

Quadre 3. Estudi de les relacions en l'estadística bivariant

La prova t-student o ANOVA consisteix a mesurar la distància que hi ha entre les mitjanes dels grups / variables que volem comparar. La figura 7 presenta dos casos: en el primer, les mitjanes que es comparen són d'1,5 i de 2,1, la distància és menor respecte a l'altre exemple, per tant no hi ha tantes diferències. Valorar si aquestes diferències són o no significatives dependrà de com sigui la dispersió dels grups comparables, la n de la mostra i el marge d'error que escollim en la nostra decisió estadística.

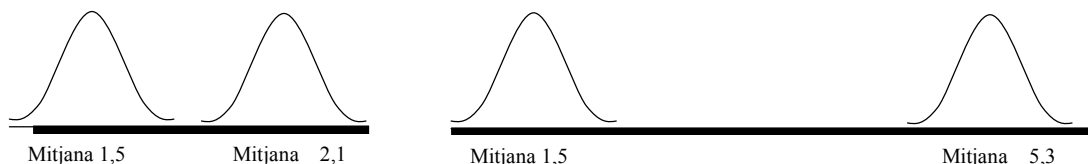


Figura 7. Exemples de diferències entre mitjanes

Per donar resposta a la pregunta Hi ha algun tipus de relació entre l'èxit acadèmic de primer any respecte a l'èxit acadèmic del segon any? i suposant que les dues variables segueixen en la distribució de les seves dades una determinada llei de probabilitats, concretament la llei normal (la gràfica té forma de campana), la prova que hauríem d'utilitzar és el coeficient de correlació de Pearson. La figura 8 presenta el grau de relació (coeficient de correlació Pearson – 0.435) així com la gràfica. Per fer una primera aproximació a la resposta, només hauríem d'observar la gràfica: si els punts tendeixen a



ascendir vol dir que hi ha algun tipus de relació entre les dues variables, és a dir, quan un alumne té èxit a primer amb notes altes també treu notes altes a segon curs.

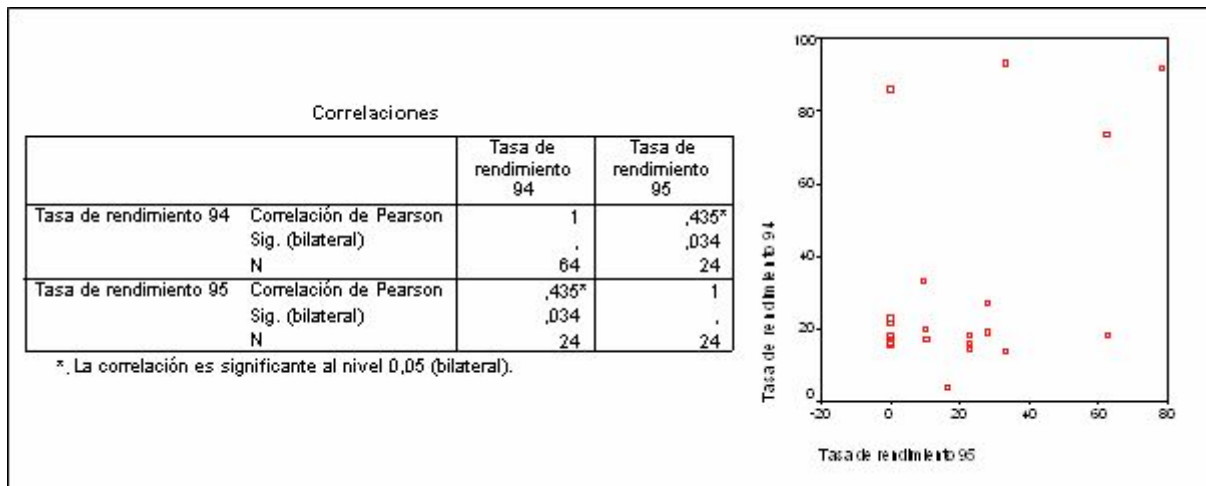


Figura 8. Exemple del coeficient de correlació de Pearson

Quan les variables són mesurades de forma qualitativa (escala ordinal o nominal) la prova que s'ha d'utilitzar és el Chi-Quadrat. En l'exemple del Quadre 4 –associació entre el treball i el gènere– observem, només a partir de la manera com estan distribuïts els subjectes a la taula de contingència o en la mateixa gràfica, que no hi ha cap tipus d'associació entre aquestes dues variables, atès que les proporcions són similars en tots els casos (vegeu Figura 9).

<b>Correlació amb variables qualitatives</b>	És l'estudi de les associacions que s'estableixen entre variables categòriques. La prova que s'utilitza habitualment és el Chi-Quadrat.
<i>Existeix algun tipus d'associació entre el gènere i el fet de treballar o no mentre s'estudia?</i>	

Quadre 4. Chi-Quadrat

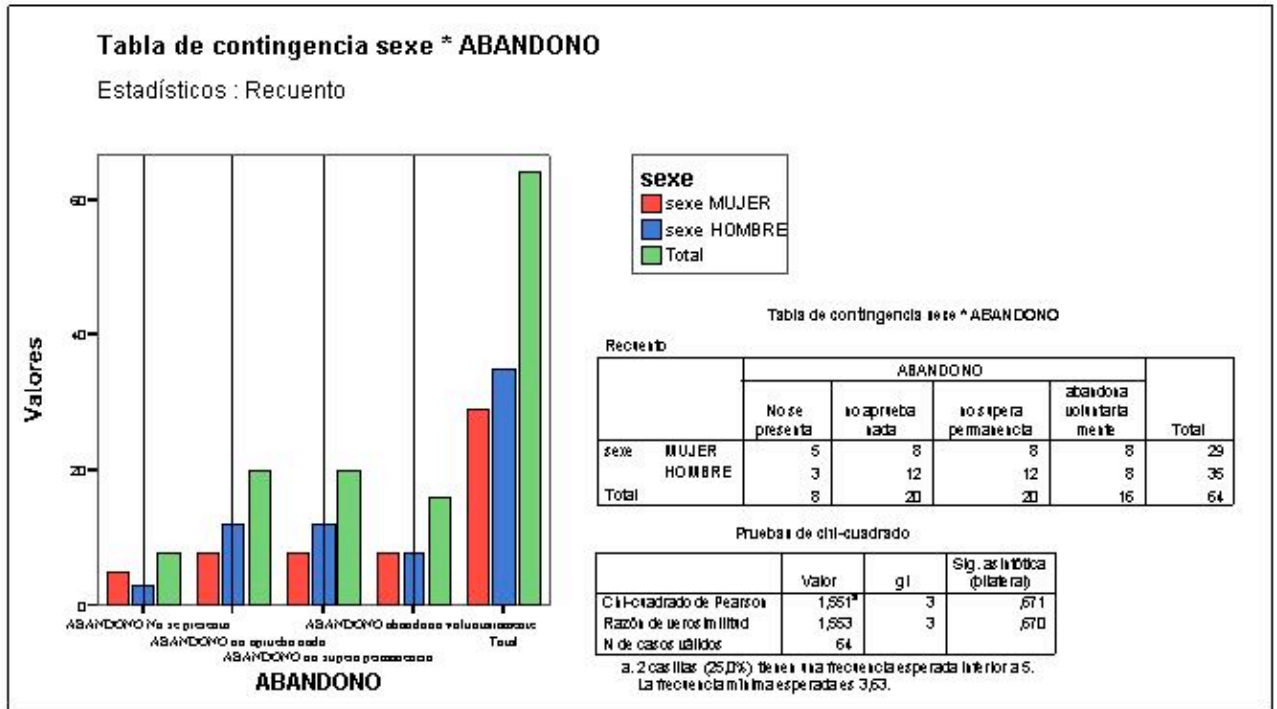


Figura 9. Exemple de Chi-Quadrat

**Proves de l'estadística multivariant**

A l'hora de presentar els diferents tipus de tècniques d'estadística multivariant utilitzem la classificació més utilitzada que parteix de l'objectiu que es pretén aconseguir amb l'anàlisi (Bisquerra, 1989; Ferran, 1997). Unes altres classificacions parteixen del tipus de variables, segons si són independents o predictores i dependents o explicades. (Vegeu Quadre 5)

<b>MÈTODES DESCRIPTIUS</b>	<i>Descriure la configuració que presenten les variables o els subjectes que conformen la matriu de dades.</i>
<b>Anàlisi de la varianza</b>	S'utilitza per comprovar si existeixen diferències significatives entre varies variables independents i una o varies dependents.
<i>Existeix diferències en el rendiment acadèmic per curs, situació laboral i gènere?</i>	
<b>Anàlisi factorial</b>	A partir de les relacions de les respostes obtingudes en preguntes tancades (escales de valoració) ens permet reduir el Nombre d'ítems en agrupacions denominades factors.
<i>Quins són els factors determinats del rendiment acadèmic dels universitaris?</i>	



<b>Anàlisi factorial de correspondències</b>	Ens presenta l'estructura factorial de la matriu amb dades qualitatives.
<i>Quin és el perfil gràfic (representació bidimensional) de les correspondències entre les variables abandonó, carrera, gènere i curs acadèmic?</i>	
<b>Anàlisis multidimensional d'escala o Escalament multidimensional</b>	Intenta configurar l'estructura d'un conjunt de dades a partir de la mesura de les seves distàncies. Aquestes distàncies es presenten en un mapa conceptual de dues o tres dimensions.
<i>Quines variables defineixen millor la situació d'abandó?</i>	
<b>Anàlisi de segmentació</b>	Es tracta d'una tècnica estadística per formar "arbres" centrada en la segmentació, es a dir, en la formació de grups homogenis respecte a una variable criteri.
<i>Com determinem quins alumnes universitaris necessiten orientació acadèmica?</i>	
<b>Anàlisi de cluster o conglomerats</b>	Presenta les diverses agrupacions que conformen els subjectes o variables en funció de les distàncies establertes entre elles.
<i>Quina és la tipologia d'alumnes d'alt rendiment?</i>	

Quadre 5. Tipus de proves d'estadística multivariant segons l'objectiu (Mètodes descriptius)

<b>MÈTODES EXPLICATIUS</b>	
<i>Es la forma i quantificació de la correspondència existent entre variables de la matriu.</i>	
<b>Model log-lineal</b>	Analitza les associacions que s'estableixen entre més de dues variables qualitatives.
<i>Existeix algun tipus d'associació entre la situació d'abandó amb les respostes a una escala de satisfacció personal?</i>	
<b>Anàlisi discriminant</b>	Analitza quin poder de discriminació tenen determinades variables per definir millor les característiques d'un subgrup de subjectes.
<i>Partint de la situació d'abandó o no dels estudis universitaris, quin poder de discriminació tenen les variables de rendiment previ i gènere?</i>	
<b>Anàlisi de regressió múltiple</b> <b>Anàlisi causal</b>	És l'anàlisi de la relació i regressió (predicció) que s'estableixen entre les variables independents amb una variable dependent
<i>Com influeixen en el rendiment acadèmic les característiques personals i socials dels</i>	



<i>alumnes?</i>	
<b>Correlació canònica</b>	És la generalització de la regressió múltiple. Per tant es l'anàlisi de la relació que s'estableix entre un conjunt de variables independents i un conjunt de variables dependent
<i>Com influeixen en el rendiment del primer i segon semestre les variables de personalitat i aptitudinals?</i>	

Quadre 6. Tipus de proves d'estadística multivariant segons l'objectiu (mètodes explicatius)

### Referències bibliogràfiques

Bisquerra, R. (1989a) *Introducción a la estadística aplicada a la investigación educativa. Un enfoque informático con los paquetes BMDP Y SPSS-X*. Barcelona: PPU.

Bisquerra, R. (1989b) *Introducción conceptual al análisis multivariante*. Barcelona: PPU.

Ferran M. (1997) *SPSS para Windows. Programació y análisis estadístico*. Madrid: McGraw-Hill.

Freixa, M; Salafranca, L.;Guardia, J.; Ferrer, R. Y Turbany, J. (1992) *Análisis exploratorio de datos: nuevas técnicas estadísticas*. Barcelona: PPU.

Hair, A. et al (1999) *Análisis Multivariante*. Madrid: Prentice Hall

### Bibliografia recomanada

Martínez Arias, R. (1999) *El análisis multivariante en la investigación científica*. Salamanca: Hespérides.

Sierra, R. (1994) *Análisis estadístico multivariante*. Madrid: Paraninfo.

Tejedor, F.J. y Nieto Martín, S. (1999) *Técnicas de análisis multivariante. Análisis de correspondencias múltiples. Escalamiento multidimensional*. Salamanca: Tesitex

Torrado, M (Coord.) (2001) *Estadística descriptiva básica (CD-Rom)*. Barcelona: Edicions UB.

Visauta, B i Batallé, P (1986) *Métodos Estadísticos aplicados*. Tomo II: Estadística Inferencial. Barcelona: PPU.