



Munich Personal RePEc Archive

Structural Equation Models for the assessment of the University experience at the University of Florence

Parrini, Alessandro and Doretti, Marco and Lapini, Gabriele

Dipartimento di Statistica "G. Parenti", Università degli Studi di
Firenze

1 June 2010

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/43412/>
MPRA Paper No. 43412, posted 31 Dec 2012 07:50 UTC

Modelli a Equazioni Strutturali per la Valutazione dell'Esperienza Universitaria nell'Ateneo Fiorentino

Parrini A., Doretto M., Lapini G.

1 Giugno 2010

Sommario

Come noto, ogni studente, al termine del proprio percorso di studi, è chiamato a compilare un apposito questionario predisposto dal consorzio AlmaLaurea per far fronte alle esigenze conoscitive dell'indagine sul profilo dei laureandi afferenti agli Atenei che partecipano al consorzio. Tramite tale scheda di rilevazione è in particolare possibile esprimere il proprio livello di soddisfazione circa l'esperienza universitaria. Le risposte, opportunamente classificate e archiviate, costituiscono una grande quantità di informazioni utili alla valutazione dell'Ateneo. In questo ambito assumono particolare importanza i modelli a equazioni strutturali (SEM) al fine di saggiare la relazione esistente tra le variabili osservate e le variabili latenti di interesse. Il presente lavoro si pone quindi l'obiettivo di costruire un modello che riproduca le determinanti della soddisfazione degli studenti. Come ogni altro strumento statistico, i SEM mal si prestano all'analisi causale, ma, sotto certe assunzioni e dopo aver formulato le dovute ipotesi, è possibile verificare se il modello teorizzato è una adeguata riproduzione della realtà.

Indice

1	Introduzione	3
2	Cenni di Customer Satisfaction	4
3	Metodologia SEM	5
4	Dati Almalaurea	10
5	Stima del modello	12
6	Conclusioni	17

1 Introduzione

La customer satisfaction comprende un insieme di teorie e approcci volti a misurare la soddisfazione dei clienti e la qualità del servizio. La presente trattazione intende applicare tali metodologie per valutare la qualità globale dell'Ateneo fiorentino prendendo in esame i dati contenuti nell'archivio di AlmaLaurea relativo ai laureati nell'A.A. 2007/2008. Le variabili oggetto di studio (qualità, soddisfazione, etc.) non fanno parte dell'archivio perchè sono dei costrutti teorici i quali, per loro natura, non sono direttamente misurabili. In queste circostanze, è utile ricorrere ai modelli a equazioni strutturali secondo l'approccio LISREL per definire le relazioni sia tra le variabili latenti e le osservate (modello di misura), sia tra le sole variabili latenti (modello strutturale). Qualsiasi analisi statistica basata esclusivamente su dati di tipo osservazionale non permette di trarre conclusioni di carattere causale, in quanto non è possibile controllare l'effetto indiretto di tutte le possibili variabili che influenzano la risposta. Un requisito fondamentale per poter interpretare in tal senso i risultati è la randomizzazione, possibile solo mediante esperimenti controllati. D'altro canto, mentre nella regressione semplice vi è una sola equazione che lega la risposta alle covariate, la struttura dei SEM, costituita da un sistema di equazioni lineari, risulta più adeguata per saggiare una relazione causale ipotizzata. Dal momento che il modello LISREL si applica in contesti confermativi dove si ha già un'idea del modello, in assenza di una precisa conoscenza del numero di variabili latenti e delle relazioni tra queste, conviene svolgere preliminari analisi di tipo esplorativo come l'analisi fattoriale. Una volta individuate le relazioni più forti si procede, con l'ausilio del software Mplus, alla stima dei parametri e alla computazione di indici diagnostici per testare la validità del modello: se questo è incompatibile coi dati deve essere riconcettualizzato; altrimenti si prosegue con il suo miglioramento. Terminata quest'ultima fase, arriveremo ad individuare quali sono le variabili più indicate a rappresentare il costrutto "soddisfazione nei confronti dei servizi offerti dall'Ateneo fiorentino", assumendo che il modello sia corretto.

2 Cenni di Customer Satisfaction

La customer satisfaction si basa sulla analisi della relazione azienda-cliente e identifica le priorità in termini di benefici da erogare e problemi da eliminare, al fine di incrementare la qualità del servizio o prodotto offerto. Queste metodologie hanno origine in Europa tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90. Un grande contributo alla bibliografia sull'argomento è stato dato da Fornell e Busacca. I fondamenti teorici della customer satisfaction possono essere riproposti nel contesto universitario dove lo studente assume il ruolo di "utente" in grado di valutare la qualità del servizio offertogli. I vari modelli formalizzati (ECSI, ACSI, NCSB, et al.) durante lo sviluppo di questa disciplina costituiscono approcci al problema molto particolareggiati che tuttavia non saranno ulteriormente approfonditi. In questo lavoro verrà presa in considerazione un'opportuna semplificazione del modello ECSI al fine di adattare tale schema concettuale (vedi Figura 1) al contingente oggetto di studio.

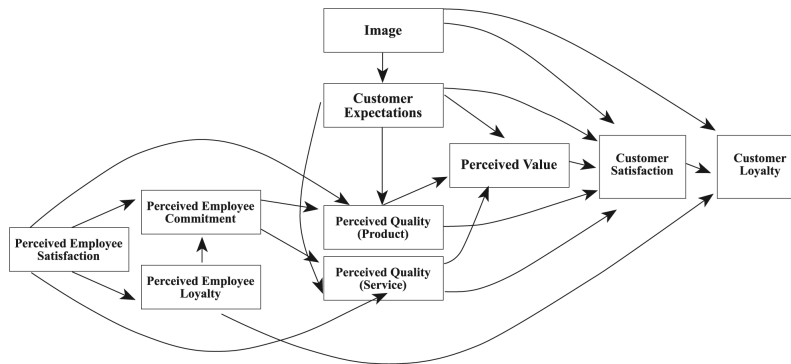


Figura 1: Modello ECSI.

3 Metodologia SEM

I modelli ad equazioni strutturali rappresentano uno strumento statistico di ampissimo utilizzo per l'analisi di fenomeni nei quali intervengono costrutti latenti, cioè non direttamente misurabili. La trattazione dei SEM si è sviluppata in seguito alla fusione della teoria econometrica, da cui ha ereditato terminologia e notazioni, con quella psicometrica, dalla quale ha mutuato il concetto di variabile latente. Come già accennato, la finalità di questi modelli è quella di evidenziare relazioni tra variabili non osservate (modello strutturale) e mostrare come tali fattori possono essere misurati dagli indicatori a disposizione del ricercatore (modello di misura). I costrutti latenti possono essere esogeni, cioè non influenzati da alcuna variabile presente all'interno del modello ipotizzato, o viceversa endogeni. Le variabili endogene sono casuali mentre le esogene possono anche essere assunte deterministiche; i rispettivi indicatori osservati, sia endogeni che esogeni, sono classificati in modo analogo, ma per convenzione vengono considerati stocastici. Il metodo trova la sua formalizzazione in un sistema di equazioni lineari simultanee contenenti un certo numero di parametri da stimare, costituiti dai coefficienti di regressione, dalle varianze e covarianze dei termini d'errore e da quelle delle variabili latenti esogene. La globalità dei risultati ottenuti mediante i SEM ha permesso di considerare come suoi particolari casi altre note metodologie statistiche precedentemente affermate: alcuni esempi sono i modelli di regressione lineare, la path analysis o l'analisi fattoriale (AF). Obiettivo dell'AF è quello di spiegare l'interdipendenza in un insieme di variabili osservate mediante un certo numero di fattori latenti: è pertanto intuitivo comprendere che l'adozione di questa tecnica può essere di grande aiuto per la validazione del modello di misura sopra citato. Il numero di fattori può essere fissato o meno dal ricercatore a seconda del suo grado di conoscenza del fenomeno. A tal proposito si è soliti distinguere in due tipi di analisi fattoriale: quella esplorativa (EFA) e quella confermativa (CFA). Nell'EFA, da svolgere come analisi preliminare, vengono considerate tutte le possibili relazioni tra fattori e variabili osservate per cercare di individuare le più significative; inoltre spesso si investiga sul numero di fattori più adatto a

spiegare tali relazioni. Nel contesto esplorativo non è possibile ignorare a priori la correlazione tra i fattori inclusi. La CFA, adottata invece in presenza di un supporto teorico maggiore, prevede sia la selezione unicamente delle relazioni più interessanti dal punto di vista statistico e concettuale, sia la possibilità di ipotizzare l'incorrelazione tra fattori. Tale ipotesi risulta molto vantaggiosa a livello interpretativo in quanto permette di partizionare le variabili osservate in gruppi separati, i quali concorrono a costituire sfaccettature differenti del fenomeno preso in esame. Il grafico in Figura 2 mette in mostra le differenze tra i due approcci.

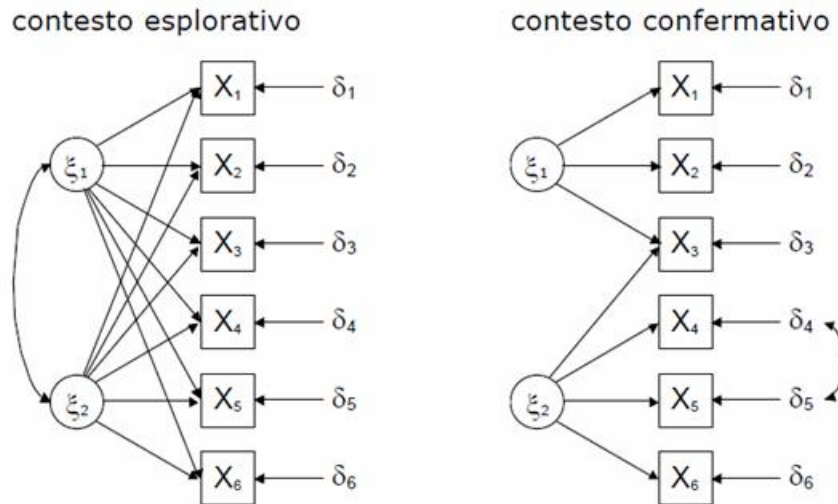


Figura 2: Confronto tra EFA e CFA.

In tal senso i modelli a equazioni strutturali possono essere interpretati come passo successivo all'AF: una volta validato il modello di misura si procede, proprio mediante la stima di un SEM, ad investigare sui nessi tra fattori, operazione non contemplata nel modello fattoriale. Spesso numerosi studiosi si sono interrogati su quanto sia lecito attribuire proprio a tali nessi una interpretazione di tipo causale. Tenendo conto che una approfondita analisi causale prevede tecniche di raccolta dei dati e metodologie a se stanti (come i modelli grafici), in linea di massima è possibile affermare che può

essere estremamente fuorviante leggere i risultati di un SEM in chiave esclusivamente causale se non in presenza di valenti riscontri teorici alla base. La spiegazione causale è, tuttavia, agevolata rispetto al caso di un semplice modello di regressione proprio grazie alla maggiore “minuziosità” con cui la realtà è descritta dall’insieme delle equazioni. In definitiva, un qualsiasi modello statistico (e di conseguenza un SEM) non può avere la radicale pretesa di dimostrare una teoria ex novo, ma deve limitarsi a verificare se i dati a disposizione ne falsificano, o meno, una precedentemente formulata. I modelli ad equazioni strutturali si dividono in due categorie formatesi da due approcci distinti: LISREL e PLS. Entrambi lavorano con indicatori di tipo quantitativo ma presentano due differenze sostanziali: LISREL prevede la multinormalità delle osservazioni, mentre PLS prescinde da qualsiasi tipo di ipotesi distributiva. L’assunzione di multinormalità è utile in quanto consente di trarre conclusioni di tipo inferenziale sui parametri stimati anche se spesso viene violata nei contesti applicativi. Nell’approccio LISREL è contemplato unicamente lo schema riflessivo, nel quale il fattore latente spiega gli indicatori a questo associati; nel PLS invece trova spazio anche lo schema formativo, dove più indicatori assumono il ruolo di cause indipendenti dello stesso fattore. Nel presente lavoro è stato portato avanti l’approccio LISREL. Prima di formalizzare la sua struttura è importante sottolineare che si stanno trattando dei modelli per la covarianza. E’ infatti noto che la matrice di varianza e covarianza degli indicatori a disposizione (matrice osservata S) può essere riprodotta in funzione dei parametri del modello (matrice attesa Σ). Si dimostra che la matrice teorica stimata segue una distribuzione campionaria di Wishart: questo risultato permette l’applicazione del metodo della massima verosimiglianza. Le stime di MV sono quei valori che minimizzano la discrepanza tra S e Σ e vengono determinate con un algoritmo iterativo arrestantesi non appena tale differenza è inferiore a un margine di tolleranza prefissato.

Gli indici diagnostici per la valutazione della bontà di adattamento del modello sono trasformazioni del “residuo” $S - \Sigma$. Tra i più utilizzati vi sono il CFI (Comparative Fit Index), il TLI (Tucker Lewis Index) e l’RMSEA (Rooted Mean Square Error of Approximation). I primi due assumono va-

lori compresi tra 0 (pessimo adattamento) e 1 (ottimo adattamento) mentre RMSEA può assumere tutti i valori positivi. Sono da ritenersi accettabili quei modelli che presentano CFI e TLI superiori a 0.95 e RMSEA inferiore a 0.06. Altre importanti misure diagnostiche sono i Modification Indices per ogni parametro vincolato: essi valutano il guadagno in termini di verosimiglianza una volta rilasciata l'ipotesi introdotta sul valore del parametro.

Ipotizzando di costruire un modello con:

- m variabili latenti endogene
- n variabili latenti esogene
- p variabili osservate endogene
- q variabili osservate esogene

Sono riportate le scritture in termini matriciali delle equazioni, le assunzioni e le notazioni rispettivamente del modello strutturale (Tabella 1) e del modello di misura (Tabella 2).

MODELLO STRUTTURALE

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

ASSUNZIONI:

- $E(\eta) = E(\xi) = E(\zeta) = 0$
- ζ incorrelati con ξ
- $(I-B)$ non singolare.

SIMBOLO	DIMENSIONE	DEFINIZIONE
η	$m \times 1$	variabili latenti endogene
ξ	$n \times 1$	variabili latenti esogene
ζ	$m \times 1$	errori latenti di η
B	$m \times m$	matrice dei coefficienti per le variabili esogene
Γ	$m \times m$	matrice dei coefficienti per le variabili endogene
Φ	$n \times n$	matrice di covarianza di ξ
Ψ	$m \times m$	matrice di covarianza di ζ

Tabella 1: Notazioni per il modello strutturale.

MODELLO DI MISURA

$$X = \Lambda_x \xi + \delta$$

$$Y = \Lambda_y \eta + \epsilon$$

ASSUNZIONI:

- $E(\xi) = E(\eta) = E(\delta) = E(\epsilon) = 0$
- δ incorrelati con ξ, ϵ, η .
- ϵ incorrelati con ξ, δ, η .

SIMBOLO	DIMENSIONE	DEFINIZIONE
y	$p \times 1$	variabili osservate endogene
x	$q \times 1$	variabili osservate esogene
ϵ	$p \times 1$	errori di misura di y
δ	$q \times 1$	errori di misura di x
Λ_y	$p \times m$	coefficienti che legano y a η
Λ_x	$q \times n$	coefficienti che legano x a ξ
Θ_ϵ	$p \times p$	matrice di covarianza di ϵ
Θ_δ	$p \times q$	matrice di covarianza di δ

Tabella 2: Notazioni per il modello di misura.

4 Dati Almalaurea

Per una adeguata valutazione della qualità del servizio universitario erogato dall'Ateneo Fiorentino sarebbe necessaria una indagine ad hoc utile per rilevare tutti quegli aspetti che si presuppone essere correlati con l'oggetto di studio. Non avendo a disposizione tale strumento di misura, ci siamo serviti dei dati provenienti dall'indagine AlmaLaurea sui "Profili dei Laureati", condotta tramite la somministrazione di un questionario online prima del conseguimento del titolo. La base di dati in nostro possesso si riferisce agli studenti di tutti gli Atenei italiani che hanno conseguito una laurea triennale nell'anno 2008. Il questionario sulla valutazione dell'esperienza universitaria, pur non misurando direttamente la soddisfazione del "prodotto Ateneo", permette, mediante l'utilizzo delle variabili relative alla percezione dell'esperienza di studio, di valutarne la qualità. Inizialmente il dataset conteneva oltre 65000 record e 224 variabili; abbiamo selezionato quelle ritenute di interesse per lo studio e, con l'utilizzo del software SAS, estratto solo i record relativi all'Ateneo di Firenze (5359). Uno studio simultaneo su più Atenei avrebbe richiesto l'utilizzo di un modello multilivello, metodologia non adottata nel presente lavoro. Importando successivamente l'archivio sul pacchetto statistico R vi abbiamo apportato ulteriori modifiche eliminando tutti i record che presentavano missing o modalità non contemplate nella codifica (considerata la mole dei dati disponibili, non si è resa necessaria una imputazione dei dati mancanti). Successivamente abbiamo scartato le righe in cui erano presenti modalità di risposta del tipo "non ho usufruito di tale servizio" e infine le colonne corrispondenti a quelle variabili ritenute non influenti sulla soddisfazione. Il dataset utilizzato per l'EFA consta quindi di 2545 record e 18 variabili categoriche, in scala 1-4 e 1-5. Nel dettaglio:

- l'interesse suscitato dalle discipline e dagli sbocchi occupazionali e il grado di soddisfazione complessivo (MOTIVAZ1, MOTIVAZ2 e GIUDIZIO);
- l'adeguatezza del materiale didattico, del carico di studio, dell'organizzazione etc. (R106, R107, R108 e R109); la qualità dei rapporti umani

con docenti, studenti, personale di segreteria etc. (R110, RAPPRELA, RAPDOC, RAPNDOC, RAPCOL e RAPSTUD);

- la fruibilità delle infrastrutture: aule, biblioteche, laboratori, mense etc. (STRAULE, STRLAB, STRBLB, R149, R150).

5 Stima del modello

A partire dalle 18 variabili dell'archivio, si passa ora alla formulazione di un modello per le relazioni tra fattori latenti e variabili osservate. Una prima ipotesi (Figura 3) prevedeva un costrutto misurante il livello globale di soddisfazione (SATI) influenzato da tre componenti: la qualità delle strutture a disposizione degli utenti (HDW), la qualità dei rapporti umani con il personale, docente e non, che eroga il servizio (HUW) e la valutazione degli aspetti inerenti alla didattica (DID).

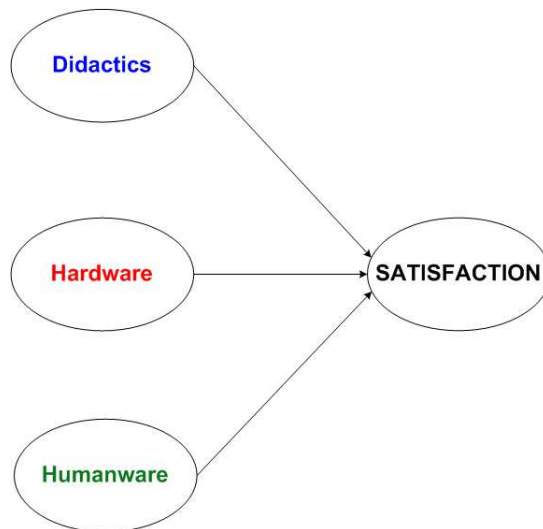


Figura 3: Modello con SATI.

Tuttavia gli item a disposizione non hanno permesso di misurare a dovere il costrutto latente SATI: difatti solo la variabile osservata GIUDIZIO risponde a tale esigenza andando quindi ad identificarsi completamente con la latente medesima. Per questo motivo si è deciso di procedere alla stima dei coefficienti che legano direttamente le tre latenti alla osservata GIUDIZIO (Figura 4). Questa non verrà pertanto inclusa nella analisi fattoriale esplorativa per il modello di misura.

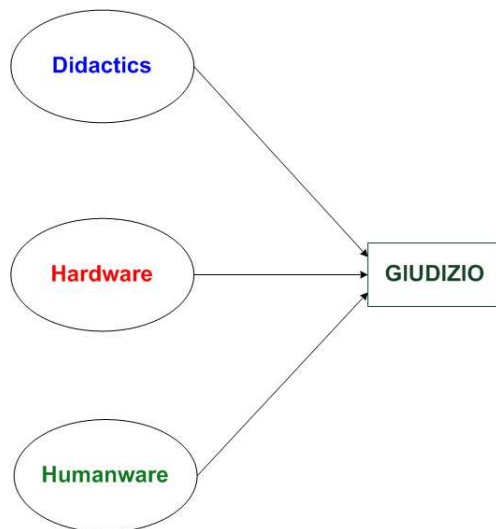


Figura 4: Modello con GIUDIZIO.

In Tabella 3 si riportano i costrutti latenti ipotizzati e le relative variabili supposte atte a misurarli.

Costrutti latenti	Variabili osservate
DID	Organizzazione didattica: MOTIVAZ1 MOTIVAZ2 R106 R107 R108 R109
HDW	Aule, biblioteche, laboratori e mense: R149 R150 STRAULE STRBLB STRLAB
HUW	Rapporti con docenti, assistenti, tecnici, studenti: R110 RAPCOL RAPDOC RAPNDOC RAPRELA RAPSTUD

Tabella 3: Costrutti latenti.

Mediante una analisi esplorativa si può ora individuare il numero ottimale di fattori latenti e verificare se le variabili sopra elencate sono effettivamente le più appropriate alla loro misurazione. Abbiamo eseguito col software Mplus una serie di EFA che prevedevano da 2 a 5 fattori e, dopo aver tolto quelle variabili con bassa correlazione con ognuno di essi, il numero ottimale è risultato essere tre. Ciò corrobora quanto da noi supposto nel modello concettuale precedentemente riportato. Sono state inoltre ag-

gregate, in alcuni item, le due categorie di risposta relative a giudizi negativi poichè presentavano frequenze relative troppo basse; questo, oltre a produrre un alleggerimento computazionale per la stima del modello, evidenzia una bassa capacità discriminativa delle suddette modalità. In Tabella 4 vengono riportati i factor loadings dell'EFA definitiva e in Tabella 5 la matrice di correlazione stimata dei fattori.

Promax Rotated Loading			
Variabili	DID	HDW	HUM
MOTIVAZ1	0.321	-0.061	0.112
R106	0.558	0.278	-0.036
R107	0.461	0.405	0.044
R108	0.618	-0.076	0.000
R109	0.680	-0.169	0.049
RAPCOL	0.018	-0.041	0.797
RAPDOC	0.219	-0.073	0.811
RAPNDOC	-0.066	0.233	0.583
RAPSTUD	0.057	-0.018	0.377
STRAULE	-0.085	0.923	-0.071
STRBLB	0.055	0.479	0.096
STRLAB	0.016	0.796	0.003

Tabella 4: Exploratory factor analysis

	DID	HDW	HUM
DID	1		
HDW	0.344	1	
HUM	0.510	0.466	1

Tabella 5: Promax factor correlation.

Tenendo conto dei risultati dell'EFA, si procede alla implementazione del modello strutturale. Non abbiamo ritenuto necessario svolgere una analisi fattoriale confermativa, giacché i risultati del SEM ne comprendono e

approfondiscono i contenuti. Per motivi di identificazione del modello, si rende necessario fissare al valore 1 un loading per ogni fattore (si è scelto quindi l'item maggiormente correlato con il relativo costrutto): in questo modo le stime degli altri coefficienti sono interpretabili in quella unità di scala. Col modello di misura inizialmente teorizzato si perviene ad un insieme di equazioni simultanee in cui, pur con un adattamento globale molto buono, la relazione tra la componente di hardware e il giudizio non risulta significativa. Guidati dai Modification Indices, abbiamo quindi apportato numerose modifiche prima di giungere al modello finale per il quale non sono apprezzabili ulteriori miglioramenti. Esso prevede l'inserimento di tre ulteriori relazioni nella parte di misura:

- $\text{HDW} \rightarrow \text{RAPNDOC}$
- $\text{HDW} \rightarrow \text{R106}$
- $\text{HDW} \rightarrow \text{R107}$

È difatti plausibile che il giudizio sul personale non docente sia influenzato anche dalla qualità globale delle strutture (si pensi al funzionamento delle segreterie etc.); anche negli item R106 e R107, riguardanti la adeguatezza del materiale didattico e la organizzazione complessiva degli esami (appelli, orari, informazioni, prenotazioni), è riscontrabile una componente “logistica” direttamente correlata con il costrutto hardware. In Figura 5 si riporta il modello definitivo.

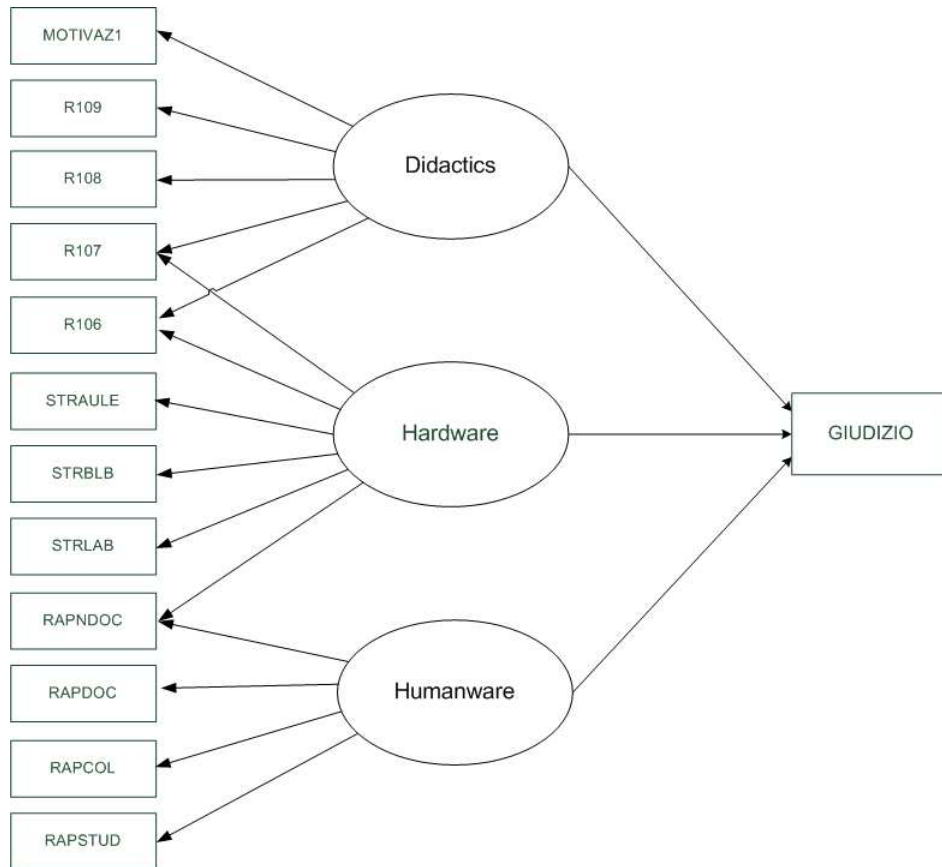


Figura 5: Modello definitivo.

6 Conclusioni

Come era lecito attendersi, tutti e tre i coefficienti stimati evidenziano una associazione positiva tra i costrutti latenti e il giudizio: in media, al crescere della soddisfazione su ciascuno dei tre aspetti presi in esame, aumenta il giudizio complessivo circa l'esperienza universitaria (Figura 6).

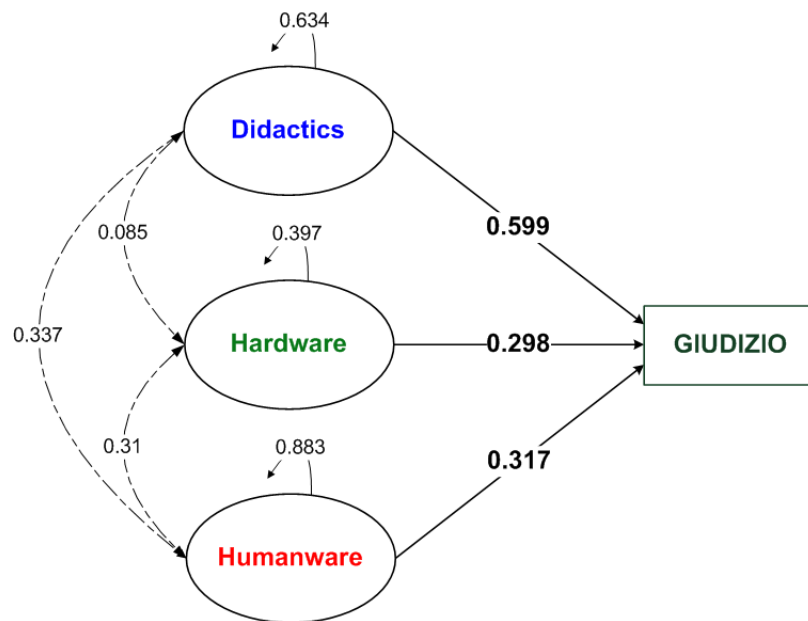


Figura 6: Modello Strutturale con relativi coefficienti.

Oltre ai coefficienti di regressione, sono riportate le stime delle varianze e covarianze per i fattori. In Tabella 6 sono riportati i risultati del modello stimato.

		Stime	S.E.	Test
HDW by	STRAULE	1.000	0.000	0.000
	STRBLB	0.754	0.028	26.937
	STRLAB	1.071	0.031	34.578
	R107	0.603	0.028	21.376
	R106	0.431	0.030	14.292
	RAPNDOC	0.309	0.027	11.541
HUM by	RAPDOC	1.000	0.000	0.000
	RAPCOL	0.806	0.020	40.795
	RAPNDOC	0.552	0.021	25.983
	RAPSTUD	0.438	0.027	16.428
DID by	R109	1.000	0.000	0.000
	MOTIVAZ1	0.684	0.055	12.346
	R106	0.815	0.044	18.509
	R107	0.800	0.042	19.123
	R108	0.945	0.049	19.396
GIUDIZIO on	HDW	0.298	0.029	10.120
	HUM	0.317	0.031	10.343
	DID	0.599	0.050	11.883

Tabella 6: Stime del modello.

Si osserva che gli item più importanti per il costrutto HUMANWARE sono quelli relativi ai rapporti coi docenti e coi loro collaboratori (RAPDOC e RAPCOL); per DID le variabili più rappresentative sono legate al carico di studio (R108) e alla adeguatezza dei risultati conseguiti in relazione alla preparazione effettiva (R109); mentre per quanto concerne HARDWARE i coefficienti più elevati riguardano la qualità dei laboratori (STRLAB) e delle aule (STRAULE). Queste conclusi sono consistenti con i risultati dell'analisi fattoriale. L'adattamento globale del modello è più che buono come si evince dal prospetto riportato in Tabella 7.

Misura	Valore
Test χ^2	9884.420
Degrees of Freedom	28
p-value	0.0000
CFI	0.974
TLI	0.983
RMSEA	0.049
SRMR	0.039

Tabella 7: Model fitting.

Si osservi che la statistica test χ^2 non costituisce un test affidabile, giacché dipende dal numero di osservazioni che nel nostro caso è molto elevato. TLI e CFI evidenziano entrambi un ottimo fit così come RMSEA e SRMR, inferiori a 0.06.

In conclusione, le analisi da noi effettuate fanno riflettere sull'importanza assunta dal processo di calibrazione del modello: inizialmente, infatti, la non significatività del parametro di regressione tra HDW e GIUDIZIO andava a costituire una confutazione di una ipotesi che appare più che ragionevole. Migliorando passo per passo il modello, siamo riusciti ad ottenere un risultato in accordo con la teoria formulata.

Riferimenti bibliografici

- [1] Bollen, K. (1989) - *Structural Equations with Latent Variables*. Wiley.
- [2] Gefen, D. & Straub, D. & Boudreau, M. (2000) - *Structural Equation Modeling and Regression: Guidelines for Research Practice*. Communications of the Associations for Information System, vol.4.
- [3] Martensen, A. & Gronholdt, L. & Eskildsen, J. K. & Kristensen K. (2000) – *Measuring Student Oriented Quality in Higher Education: Application of the ECSI Methodology*. The Aarhus school of business, Aarhus, Denmark.
- [4] Corbetta, P. (2002) - *Metodi di Analisi Multivariata per le Scienze Sociali: i Modelli di Equazioni Strutturali*. Il Mulino.
- [5] O’Loughlin, C. & Coenders, G. (2002) - *Application of the European Customer Satisfaction Index to Postal Services. Structural Equation Models versus Partial Least Squares*. Departament d’Economia, Universitat de Girona.
- [6] Bertaccini, B. & Bini, M. & Chiandotto, L. (2003) - *Valutazione della qualità della formazione universitaria percepita dai laureati e diplomati dell’Ateneo fiorentino: un’applicazione del modello ECSI*. Università degli Studi di Firenze, Firenze.
- [7] Chiandotto, B. & Bacci, S. & Bertaccini, B. (2004) - *I laureati e diplomati dell’Ateneo Fiorentino dell’anno 2000: profilo e sbocchi professionali*. Università degli Studi di Firenze, Firenze.
- [8] Tomarken, A. & Waller, N. (2005) - *Structural Equation Modeling: Strengths, Limitations, and Misconceptions*. Annual Review of Clinical Psychology, vol. 1.
- [9] Fox, J. (2006) – *Structural Equation Modeling With the SEM Package in R*. McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada.

- [10] Chiandotto, B. & Bertaccini, B. & Varriale, R. (2007) - *The effectiveness of university education: a structural equation model*. UnivLa Tabella rappresenta.ersità degli Studi di Firenze, Firenze
- [11] Balzano, S. & Trinchera, L. (2008) - *Modelli ad Equazioni strutturali e Valutazione della Didattica da parte degli studenti: un approccio PLS*. Convegno “La Statistica, la Valutazione e l’Università”. Palermo.
- [12] Chiandotto, B. (2008) – *Statistica e Decisioni: alcune riflessioni*. Università degli Studi di Firenze, Firenze.