

# Evoluzione delle competenze IT degli studenti frequentanti il primo anno di un corso universitario nell'anno 2002 e nel 2007

Sergio Scippacercola  
Università degli studi di Napoli "Federico II"  
Dipartimento di Informatica e Sistemistica  
Via Claudio 21, 80125 Napoli (Na)  
[Sergio.Scippacercola@UNINA.IT](mailto:Sergio.Scippacercola@UNINA.IT)

*Il lavoro riporta molti interessanti risultati di una indagine effettuata somministrando uno stesso questionario a due distinti campioni di studenti universitari frequentanti il primo anno di un corso universitario di una Facoltà di Economia nell'anno 2002 e nel 2007. Il presente studio descrive, misura ed effettua opportuni confronti statistici al fine di ricercare l'eventuale evoluzione delle competenze IT pre-universitarie possedute dagli studenti.*

## 1. Introduzione

Oggi è necessario sviluppare la qualità della valutazione attraverso una migliore padronanza metodologica (Ingegneria della formazione) ed è doveroso garantirne al mercato del lavoro la qualità. Sono indispensabili delle norme di riferimento, un'adeguata misurazione e un'attenta analisi delle cause degli scarti dal riferimento [Le Boterf, 2003]. La valutazione della qualità della formazione [Elias, 2006; Chiandotto, 2002] è ormai largamente riconosciuta, ma i relativi strumenti sono ancora poco utilizzati nell'ambito universitario. L'attenzione verso queste problematiche è notevolmente aumentata negli ultimi anni soprattutto per la forte richiesta del sistema produttivo di tecniche per la valutazione dell'efficacia, dell'efficienza e della qualità, con eventuale riferimento alla *customer satisfaction*.

Parallelamente, nella letteratura manageriale e organizzativa si sono affermate in questi ultimi anni ricerche e pubblicazioni relative al *Business Process Rengineering (BPR)* [Champy et al., 1993]. BPR significa, anzitutto, identificare quali sono le attività critiche per l'organizzazione al fine di progettare opportuni indicatori di *performance* che diano la possibilità di orientare decisioni e comportamenti futuri di tutte le risorse per l'ottimizzazione del processo. Per questi obiettivi sono stati proposti i *Critical Success Factors (CSF)* [Rockart, 1979; Bracchi et al., 2001; Scippacercola e Sansone, 2006] che sono usati per selezionare le aree critiche del processo e definire indicatori di valore strategico.

In tale ambito metodologico si inserisce il nostro progetto e la realizzazione di un apposito questionario di auto-valutazione per controllare le competenze IT pre-universitarie possedute dagli studenti all'atto dell'immatricolazione per costituire gruppi omogenei da avviare alle esercitazioni di Informatica. Il questionario e la successiva valutazione ed analisi costituisce un CSF posizionato all'accesso della vita universitaria.

Dall'anno duemila in poi il questionario è stato somministrato a tutti gli studenti frequentanti la prima lezione del corso di Informatica che è comune a vari corsi di laurea della Facoltà di Economia dell'Università degli studi di Napoli "Federico II". Lo stesso questionario, riproposto ogni anno successivo, è stato considerato utile per effettuare un'analisi retrospettiva sulle competenze IT acquisite dagli studenti nei loro percorsi pre-universitari.

Lo studio si divide in tre parti. Nella prima parte (§2.) viene presentato il disegno dell'indagine. La seconda parte (§3.) è interamente dedicata all'analisi statistica descrittiva e comparativa dei risultati. In particolare, si evidenziano le risorse IT possedute (§3.1), gli strumenti di produttività personale utilizzati (§3.2) e le interazioni rilevabili (§3.3). Lo studio si rivolge poi alla valutazione, mediante due distinti metodi opportunamente adattati (§4.), delle differenze di competenza tra i due campioni esaminati. Seguono le conclusioni (§5.) e, in Appendice, il modulo usato per le due indagini.

## 2. Il disegno dell'indagine

Il sondaggio è stato progettato per indagare sul possesso e il livello di conoscenza di fondamentali strumenti di IT. Il nostro presupposto è che ogni studente che intraprende un corso universitario dovrebbe:

- essere in possesso o poter disporre di un personal computer;
- essere in possesso di un collegamento in rete e di saperlo usare correttamente e giornalmente per un'eventuale interazione di teledidattica sostitutiva o integrativa;
- essere in possesso della patente europea ECDL o aver frequentato un corso di Informatica di base curriculare o presso Istituti privati.

Inoltre, dovrebbe essere in grado di saper usare discretamente e con autonomia:

- un *word processor* (es. *Winword* o *similari*);
- un *spreadsheet* (es. *Excel* o *similari*);
- un *presentation program* (es. *Powerpoint* o *similari*);
- un *database management system* (es. *Access* o *similari*);
- conoscere anche se in forma limitata, un linguaggio o pseudo-linguaggio di programmazione (*Visual basic, Pascal, C/C++, Java*, etc.).

E' stato, pertanto, progettato un questionario (riportato in Appendice in versione sintetica) che tenga conto anche del grado di conoscenza secondo una scala metrica. Il questionario è stato somministrato ogni anno a partire dall'anno duemiladue a tutti gli studenti frequentanti la prima lezione del primo anno. Per effettuare il confronto retrospettivo sono stati estratti senza ripetizione due distinti campioni di questionari rispettivamente centosedici questionari del

2002 (frequentanti 167) e ottantaquattro nel 2007 (frequentanti 108) (livello di confidenza al 95%, intervallo di confidenza 5%). Il piano di campionamento adottato per effettuare il confronto retrospettivo è del tipo stratificato dove ogni strato è formato con il carattere "titolo di studio posseduto dagli studenti frequentanti la prima lezione". I titoli di studio degli studenti nei due campioni hanno una distribuzione quasi identica nei due anni in esame (Tab. 1). Inoltre, la tab. 1 evidenzia la stabilità delle proporzioni della popolazione degli studenti rispetto allo strato esaminato nei due distinti campioni [D'Ambra, 2007].

| Scuola secondaria frequentata | Anno 2002 (%) | Anno 2007 (%) |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| Istituto tecnico commerciale  | 41,4          | 40,0          |
| Liceo scientifico             | 37,1          | 38,0          |
| Liceo classico                | 15,5          | 16,0          |
| Istituto tecnico industriale  | 3,4           | 4,0           |
| Istituto professionale        | 0,9           | 0,5           |
| Istituto sociopsicopedagogico | 1,7           | 1,5           |
| <b>Totale</b>                 | <b>100,0</b>  | <b>100,0</b>  |

Tabella 1. – Distribuzione del Titolo di studio posseduto dagli studenti dei due campioni (2002 e 2007).

### 3. Analisi dei risultati

#### 3.1 Risorse IT possedute ed utilizzate

La prima parte dell'indagine è rivolta sia al titolo di studio (Tab.1) posseduto all'atto dell'immatricolazione sia al riscontro delle risorse disponibili da parte dello studente.

Il primo risultato, abbastanza positivo, è relativo al **possesso e/o disponibilità di un Personal computer (pc)**: nel 2002 il 93,1% ha dichiarato di possedere un *pc*, nel 2007 quasi tutti gli studenti (99,0%) ne posseggono uno con un evidente incremento nel quinquennio del 6%.

Per le abilità informatiche conseguite mediante ***l'ECDL (European Computer Driving Licence)*** pochi (5,2%, nel 2002) dichiaravano di aver conseguito l'ECDL, mentre cinque anni dopo il numero si incrementa più di tre volte (16,7 %).

Alla domanda se hanno seguito, durante la scuola secondaria, anche **corsi di Informatica** curriculari o no: nel 2002 gli studenti che hanno dichiarato di aver seguito un corso sono stati il 12%, nel 2007 la percentuale è quasi identica (13%).

Per quanto riguarda il possesso di **collegamenti ad Internet** e al suo uso giornaliero, molti (89,7%) possedevano il collegamento nel 2002 e molti di più (98,8% nel 2007) con un incremento quasi del 10%.

Interessante, come era prevedibile, è la distribuzione delle **"ore passate in Internet"** (Tab. 2). Infatti nel 2002 il 10,3% degli studenti non possedeva collegamento e non "navigava in Internet (0 ore)" questo gruppo si riduce nel 2007 (1,2%) e, inoltre, osservando la distribuzione cumulata (Tab. 2) ben più

della metà degli studenti (54,4%) nel 2007 dichiara di usare il collegamento mediamente per più di tre ore al giorno ( $p < 0,05$ ).

Il maggiore utilizzo e dimestichezza con Internet giustifica anche la propensione a desiderare che le **esercitazioni** invece che in Laboratorio si facciano in modalità telematica: si passa, infatti, da un esiguo numero di studenti propenso a tale modalità (11,2% nel 2002) a quasi la metà (49%) nel 2007.

| Collegamento ad INTERNET | 2002          |            | 2007          |            |
|--------------------------|---------------|------------|---------------|------------|
|                          | % di studenti | % cumulata | % di studenti | % cumulata |
| 0                        | 10,3          | 10,3       | 1,2           | 1,2        |
| 1                        | 39,7          | 50,0       | 9,5           | 10,7       |
| 2                        | 32,8          | 82,8       | 19,0          | 29,8       |
| 3                        | 8,6           | 91,4       | 15,5          | 45,2       |
| Più di 3 ore             | 8,6           | 100,0      | 54,8          | 100,0      |
| Totale                   | 100,0         |            | 100,0         |            |

Tabella 2. – Distribuzione percentuale e cumulata media delle ore al giorno che gli studenti dedicano al collegamento del pc ad Internet.

## 1.2 Strumenti di produttività personale

La seconda parte è dedicata alla valutazione degli strumenti di produttività personale. Sono quattro gli strumenti analizzati con il relativo grado di uso (cfr. Appendice) e nel, seguito, poiché sono conosciuti prevalentemente come *winword*, *excel*, *powerpoint*, *access* saranno così citati. Oltre alle domande relative ai quattro strumenti è stata aggiunta la richiesta esplicita per conoscere se lo studente ha conoscenza di un linguaggio di programmazione ed a quale livello.

Un primo esame è relativo alla conoscenza di questi quattro principali strumenti. Come è facilmente desumibile dalla Tabella 3 che presenta in modo comparativo i risultati, nel 2007 tutti hanno dichiarato di conoscere **Winword** (nel 2002, però, il 5% non lo aveva mai usato). Tenendo presente che la scala di misurazione (cfr. Appendice) per tutti questi strumenti di produttività personale prevede dieci valori con media posizionata tra cinque e sei, si nota che, nel 2002, il 50% degli studenti conosce bene *Winword* mentre l'altra metà lo conosce a livello basso. La situazione migliora nel 2007 con media superiore a sette ( $p < 0,05$ ) (Tab. 4). Il che denota un sensibile miglioramento della platea degli iscritti (Fig. 1).

Nel 2007 il 6% non ha mai usato *Excel* e *Powerpoint* e circa il 40% non ha mai usato *Access*. Dalle statistiche riportate in Tabella 4 relativa al 2002, inoltre, si rivela il basso **grado di conoscenza di Powerpoint ed Access**.

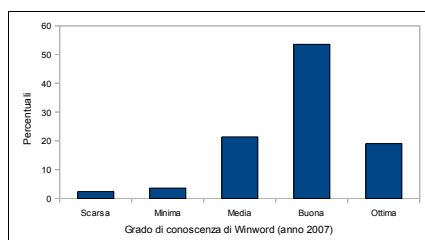
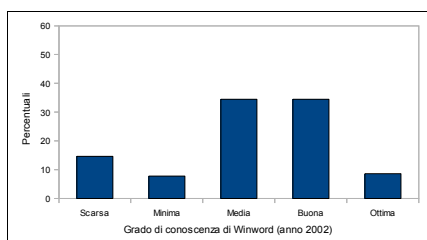
|                   | 2002 |    |        | 2007 |    |        |
|-------------------|------|----|--------|------|----|--------|
|                   | SI   | NO | TOTALE | SI   | NO | TOTALE |
| <b>Winword</b>    | 95   | 5  | 100    | 100  | 0  | 100    |
| <b>Excel</b>      | 90   | 10 | 100    | 94   | 6  | 100    |
| <b>Powerpoint</b> | 81   | 19 | 100    | 94   | 6  | 100    |
| <b>Access</b>     | 65   | 35 | 100    | 61   | 39 | 100    |

**Tabella 3. – Uso di alcuni strumenti di produttività personale (in % di risposte).**

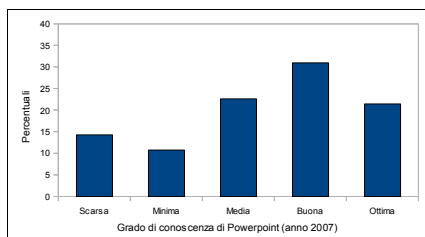
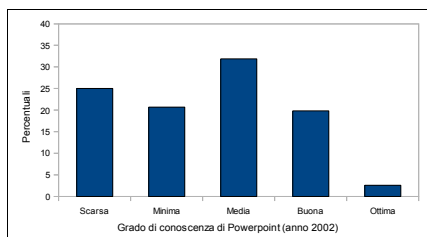
Per quanto riguarda l'uso di **Excel** il **grado medio di conoscenza** nei due anni esaminati non è molto differente anche a distanza di cinque anni ( $p < 0.05$ ). Inoltre, nel 2007 ancora molti studenti (36%) hanno uno scarso grado di conoscenza di EXCEL. Si può notare un sensibile incremento (Media=6,07) del **grado di conoscenza di Powerpoint** (Tab. 4) (Fig. 2) che differisce significativamente rispetto al 2002 ( $p < 0.05$ ) facendo diminuire drasticamente il numero degli studenti (dal 45% al 14%) che hanno scarso grado di conoscenza di Powerpoint. Nessun sensibile miglioramento della media del grado di conoscenza di **Access** nei due anni esaminati. Chi dichiara un livello scarso di conoscenza è il 55% nel 2002 e resta quasi simile (51%) nel 2007 ( $p < 0.05$ ).

|                            | WINWORD |      | EXCEL |      | POWERPOINT |      | ACCESS |      |
|----------------------------|---------|------|-------|------|------------|------|--------|------|
|                            | 2002    | 2007 | 2002  | 2007 | 2002       | 2007 | 2002   | 2007 |
| <b>Media</b>               | 5,77    | 7.25 | 4,43  | 4.88 | 3,45       | 6,07 | 2,56   | 3,13 |
| <b>Mediana</b>             | 6,00    | 7.00 | 5,00  | 5.00 | 3,06       | 2,83 | 2,00   | 1,06 |
| <b>Moda</b>                | 6,00    | 7,00 | 6,00  | 5,00 | 0,00       | 0,00 | 0,00   | 0,00 |
| <b>Deviazione standard</b> | 2,50    | 1,68 | 2,52  | 2,29 | 2,74       | 2,57 | 2,53   | 2,57 |

**Tabella 4. – Statistiche di uso di alcuni strumenti di produttività personale.**



**Fig. 1 – Distribuzione del grado di conoscenza di Winword nel 2002 (a sinistra) e nel 2007 (a destra).**



**Fig. 2 – Distribuzione del grado di conoscenza di Powerpoint nel 2002 (a sinistra) e nel 2007 (a destra).**

Nel 2002 la maggioranza (60,3 %) (Tab. 5) dichiara di non conoscere un **linguaggio di programmazione**, nel 2007 si riduce di poco (54,8%) ed i linguaggi conosciuti sono sempre gli stessi. Tra coloro che dichiarano di conoscere un linguaggio di programmazione, si può notare una diminuzione del Pascal a favore di Html e Php, però lo conoscono sempre con grado di conoscenza basso.

|             | Pascal | C/<br>C++ | Basic/VBasic | Html | Java | Php | Nessun<br>linguaggio | Totale |
|-------------|--------|-----------|--------------|------|------|-----|----------------------|--------|
| <b>2002</b> | 21,6   | 3,4       | 3,4          | 8,6  | 1,7  | 0,0 | 60,3                 | 100,0  |
| <b>2007</b> | 4,8    | 4,8       | 3,6          | 29,8 | 1,2  | 1,2 | 54,8                 | 100,0  |

**Tabella 5. – Conoscenza di un linguaggio di programmazione (nel 2002 e nel 2007).**

### 3.3 Interazioni

Sia per il 2002 che per il 2007 sono state condotte analisi di correlazione tra gli strumenti di produttività personale (Tab. 6). Nella tabella sono riportate solo le correlazioni significative a livello di  $p < 0.05$  (2 code).

Nel 2002 chi conosce Winword conosce anche Excel ( $r=0,52$ ) e Powerpoint ( $r=0,53$ ), invece c'è scarsa correlazione con Access e con il livello di uso di Internet ( $r=0,41$ ). Esiste forte correlazione tra chi conosce sia Excel, Powerpoint ed Access. Nel 2007 la situazione si ripete con lievi flessioni (Tab. 6).

|                   | 2002        | WINWORD | EXCEL | POWERPOINT | ACCESS |
|-------------------|-------------|---------|-------|------------|--------|
| <b>WINWORD</b>    | 1           |         | 0,52  | 0,52       | 0,39   |
| <b>EXCEL</b>      |             |         | 1     | 0,57       | 0,72   |
| <b>POWERPOINT</b> |             |         |       | 1          | 0,73   |
| <b>ACCESS</b>     |             |         |       |            | 1      |
|                   | <b>2007</b> | -----   |       |            |        |
| <b>WINWORD</b>    | 1           |         | 0,44  | 0,60       | 0,25   |
| <b>EXCEL</b>      |             |         | 1     | 0,55       | 0,63   |
| <b>POWERPOINT</b> |             |         |       | 1          | 0,42   |
| <b>ACCESS</b>     |             |         |       |            | 1      |

**Tabella 6. – Correlazioni tra gli strumenti di produttività personale (nel 2002 e nel 2007).**

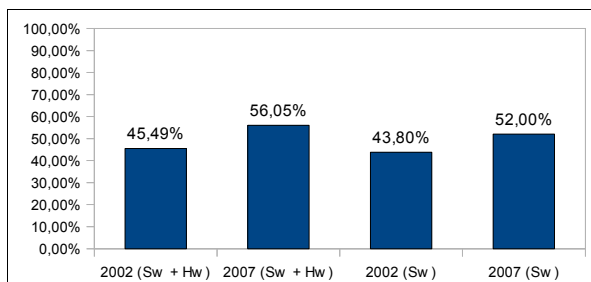
## 4. La misura del livello di competenze IT

Misurare statisticamente concetti e fenomeni complessi come la salute, lo stile di vita, livello di competenze, etc. presenta notevoli difficoltà per la scelta degli indicatori e per il metodo da utilizzare [Horn, 1993]. Se il fenomeno complesso è riconducibile ad una sola dimensione è possibile adottare, tra i vari metodi proposti, il metodo che somma, per ciascuna unità statistica, i dati percentualizzati (o gli scarti centrati o i dati standardizzati) [Rizzi, 1988; Fraire, 1989; Castiello e Scippacercola, 1998]. Quando, invece, il fenomeno è multidimensionale ad ogni unità statistica saranno associati due o più indici sintetici a seconda delle dimensioni. In tal caso è necessario ricorrere a metodi

fattoriali (Analisi in Componenti Principali) [Hotelling, 1933; Fabbris, 1983]. Solo i metodi statistici di tipo fattoriale si possono considerare idonei a sintetizzare fenomeni di natura complessa (multivariata) perché riducono al minimo il “rumore di fondo” ed evidenziano, esaltandola, la parte di informazione significativa presente nei dati.

Nel presente studio, stante la complessità della valutazione delle competenze e il ridotto numero di variabili qualitative e quantitative prese in considerazione, è stata adottata una strategia mista che prevede, per un primo riscontro, una preliminare trasformazione delle variabili oggetto di indagine con il *metodo delle proporzioni* e, poi, sulle variabili trasformate è stata effettuata un’ *Analisi in Componenti Principali* [Hotelling, 1933].

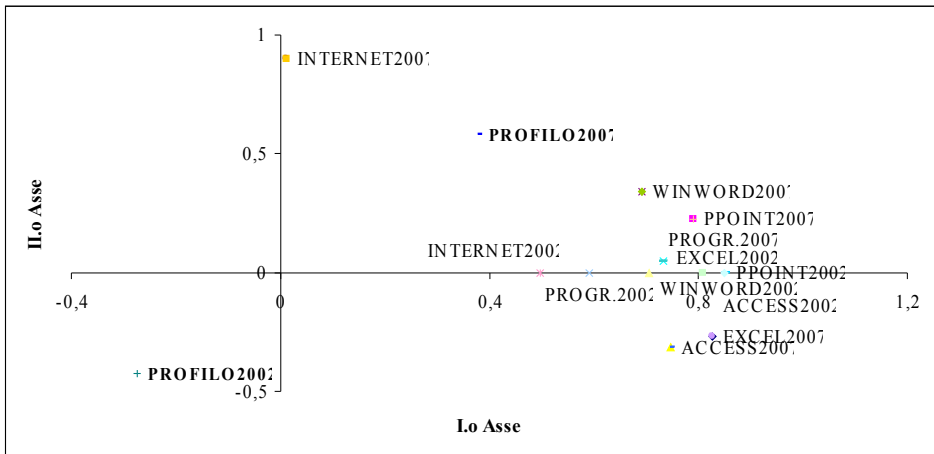
Il metodo delle proporzioni è stato applicato una prima volta usando undici variabili che comprendono le risorse hardware disponibili e gli strumenti di produttività (prime due barre in fig. 3) ed una seconda volta tenendo conto di solo sei variabili (uso degli strumenti di produttività) (terza e quarta barra in Fig. 3). Dall’esame di Fig. 3 si conclude che il livello globale delle competenze IT inteso come insieme di hardware e strumenti di produttività personale tra il 2002 ed il 2007 è cresciuto di circa l’ 11%; per quanto riguarda i soli strumenti di produttività personale l’incremento c’è ma risulta più limitato (8,2%) (Fig. 3).



**Fig. 3 – Livello di competenze IT a confronto nel 2002 e 2007 (hw indica risorse hardware usate; sw indica strumenti di produttività personale)**

L’Analisi in Componenti Principali condotta sulle variabili trasformate e relative solo a strumenti di produttività personale (*winword, excel, powerpoint, access, linguaggio di programmazione, grado di uso della rete internet*) porta ad individuare due componenti principali (varianza spiegata dai primi due assi circa il 70%) (Fig. 4). Sul piano fattoriale sono stati anche proiettati il “profilo di uno studente medio nel 2002” (PROFILO2002) e il “profilo di uno studente medio nel 2007” (PROFILO2007) calcolati come media di tutti i profili desunti dagli studenti esaminati nei due distinti campioni. Il primo asse può essere interpretato, in questo caso, come la dimensione che possiamo denominare di **uso di software (produttività personale)**, il secondo asse può essere interpretato come uso del **collegamento ad Internet**.

Ne deriva che il primo asse rappresenta le **risorse locali** ed il secondo l’uso di **risorse esterne**.



**Fig. 4 – Primo piano fattoriale derivante dall’analisi di sei variabili a confronto, nel 2002 e 2007, relative al grado di conoscenza di strumenti di produttività personale (winword, excel, powerpoint (ppoint), access, linguaggio di programmazione (PROGR.), grado di uso della rete internet) . E’ stato inserito anche il profilo di uno studente medio nel 2002 (PROFILO2002) e nel 2007 (PROFILO2007).**

Dall’analisi delle variabili e dei soggetti dal profilo “medio” sul piano fattoriale (Fig. 4) emerge chiaramente la differenza di competenze tra lo studente del 2002 con quello del 2007 anche se, la distanza tra i due profili è abbastanza limitata. Viene confermato che:

- lo studente medio nel 2007 usa molto di più il collegamento esterno rispetto allo studente del 2002;
- usa molto un *word processor*, dichiara di saper usare un *presentation program* e conosce anche un poco di linguaggi di programmazione;
- in misura minore conosce ed usa un  *foglio elettronico* e un  *data base management system*.

Viceversa lo studente medio del 2002 che si trova nel quarto quadrante del piano fattoriale è in antitesi per quanto riguarda il collegamento ed uso di Internet con lo studente del 2007: scarsa è la programmazione in un linguaggio e scarsa la conoscenza con gli strumenti di produttività personale.

## 5. Conclusioni

Il quinquennio esaminato è in effetti un quinquennio molto particolare perché nell’ Università italiana è stata avviata la riforma con l’avvento delle lauree “triennali” che hanno prodotto una richiesta massiccia di immatricolazioni ed una riorganizzazione delle risorse universitarie. Con i dati disponibili provenienti dalle due indagini, sono stati esplorati solo alcuni aspetti delle competenze che vengono riportati in questo lavoro e, per motivi di spazio, altri interessanti risultati saranno trattati in ulteriori relazioni.



Il risultato fondamentale, evidenziato nel presente lavoro, è che nel quinquennio esaminato c'è stato un sensibile miglioramento delle competenze IT specialmente verso l'uso delle risorse di Internet che, come effetto di rimbalzo, ha fatto migliorare le *performance* degli studenti.

Infine, si possono trarre le seguenti conclusioni.

In un quinquennio l'evoluzione delle competenze è stata di circa l'11%. Nel 2007 ogni studente universitario ha un personal computer; passa varie ore in collegamento con Internet; durante il percorso scolastico non ha ricevuto né seguito volontariamente corsi di Informatica e corsi per conseguire l'ECDL; desidera seguire corsi anche in teledidattica; usa un *word processor* anche se la conoscenza e l'uso è molto diversificato. Limitata è la conoscenza ed uso di un *spreadsheet*, un *presentation program* e di un *data base management system*.

Poiché nel quinquennio esaminato non vi è stata modifica dei percorsi didattici pre-universitari, si può affermare che l'evoluzione delle competenze, anche se limitata, sia dovuta solo al collegamento del computer e dello studente verso il "mondo esterno".

I campioni ed i risultati esposti, pur essendo relativi alla popolazione studentesca universitaria di una specifica Facoltà di Economia possono fornire qualche utile indicazione sulla evoluzione delle competenze IT della popolazione studentesca italiana nel periodo 2002-2007.

## Appendice - Modulo di rilevazione dati

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Titolo di studio (tipologia) presentato per l'immatricolazione _____   |                            |
| Hai la disponibilità di un personal computer?  | SI NO                      |
| Se, sì il personal computer è collegato in rete?   | SI NO                      |
| Se è collegato in rete per quante ore in media lo usi al giorno?   | 1 2 3 +3                   |
| Hai frequentato un corso ECDL?   | SI NO                      |
| In parallelo ai corsi della scuola secondaria hai frequentato corsi di formazione in Informatica?                          | SI per ore totali _____ NO |
| Qual è il tuo grado di conoscenza ed uso di un programma per gestire testi (es. Winword o similari?)                       | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10       |
| Qual è il tuo grado di conoscenza ed uso di un Foglio elettronico (es. Excel o similari?)                                  | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10       |
| Qual è il tuo grado di conoscenza ed uso di un programma per presentazioni (es. Powerpoint o similari?)                    | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10       |
| Qual è il tuo grado di conoscenza ed uso di un programma per gestire Database (es. Access o similari?)                     | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10       |
| Indica il linguaggio di programmazione eventualmente conosciuto (es. Visual Basic, Basic, Pascal, C/C++, html, java, etc.) | _____                      |
| Indica con quale grado conosci il linguaggio   | 1 2 3 4 6 7 8 9 10         |
| Sei interessato a seguire il corso di Informatica anche in <i>e-learning</i> ?   | SI NO                      |

## Bibliografia

[Bracchi e al., 2001] Bracchi G., Francalanci C., Motta G., Sistemi informativi e aziende in rete, McGraw-Hill, 2001.

[Castiello e Scippacercola, 1998] Castiello N., Scippacercola S., Dell'accessibilità, Boll. Società Geografica italiana, n. 3-4, 1998, 443-484.

[Champy et al., 1993] Champy J., Hammer M., Reengineering the Corporation. A manifesto for business revolution. HarperCollins Business, New York, 1993.

[Chiandotto, 2002] Chiandotto B., Valutazione dei processi formativi, Atti della Giornata di Studio Valutazione della Didattica e dei Servizi nel Sistema Università, Fisciano, 2002.

[D'Ambra, 2007] D'Ambra L., Lezioni di inferenza statistica, RCE.

[Elias, 2006] Elias G., La valutazione dell'efficienza e dell'efficacia dei servizi pubblici alla persona: la soddisfazione del cliente, l'efficacia e l'efficienza nei sistemi di qualità, nella certificazione e nell'accreditamento, in Valutare la qualità, a cura di Carpita M et al., ed. A. Guerini, 2006.

[Fabbris, 1993] Fabbris L., Analisi esplorativa di dati multidimensionali, Padova, Cleup, 1983.

[Fraire, 1989] Fraire M., Problemi e metodologie statistiche di misurazione di fenomeni complessi tramite indicatori e indici sintetici, Statistica, n. 2, 1989, pp. 245-263.

[Horn, 1993] Horn R.V., Statistical indicators for the economic and social sciences, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.

[Hotelling, 1933] Hotelling H., Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components, Journal of Educational Psychology, Baltimora, 1933, 417-441, 498-520.

[Le Boterf, 2003] Le Boterf, G., L'ingénierie: concevoir des dispositifs dans des environnements complexes et évolutifs, in Où en est l'ingénierie de la formation?, Education Permanente, n. 157, Arcueil, 2003.

[Rizzi, 1988] Rizzi A., Un metodo di graduazione di più unità statistiche, *Rivista di Statistica applicata*, vol. 21, n. 1, 1988, pp. 49-64.

[Rockart, 1979] Rockart J., Chief executive define there own data needs. Harward Business Review, 57, 2, 1979.

[Scippacercola e Sansone, 2006] Scippacercola S., Sansone F., Progetto e realizzazione di un Sistema di Supporto alla Reingegnerizzazione di corsi di laurea, Atti Metodi, Modelli e Tecnologie dell'Informazione a Supporto delle decisioni, Procida, 2006.

[Scippacercola, 2007] Scippacercola S., Un sistema informativo-statistico (Datawarehouse) per la valutazione di processi informativi universitari, Atti riunione scientifica su Valutazione e Customer satisfaction per la Qualità dei Servizi, Facoltà di Economia, Roma Tor Vergata, 2007, 251-254.