ECDL PER IL PROBLEM SOLVING
uso innovativo del foglio elettronico nella scuola secondaria di 2° grado

Nello Scarabottolo
Università di Milano – Dipartimento di tecnologie dell'informazione
via Bramante 65, 26013 Crema (CR)
nello.scarabottolo@unimi.it

L'articolo presenta un progetto di diffusione dell'uso dello strumento foglio elettronico, contestualizzato alla risoluzione di problemi tipi delle materie curricolari presenti negli ultimi anni delle scuole secondarie di 2° grado. L'approccio orientato al "problem solving" viene proposto attraverso l'analisi di un certo numero di esempi che costituiranno un materiale didattico di prossima realizzazione da parte di AICA.

1. Introduzione

Un'adeguata competenza di utilizzo degli strumenti informatici più diffusi è un'esigenza ormai imprescindibile in qualunque lavoro. Non a caso, la recente legge sull'obbligo di istruzione (D.M. 22.8.2007) include tra gli obiettivi formativi la conoscenza dei basilari principi teorici dell'informatica e delle sue applicazioni. La legge fa riferimento ai contenuti dell'*European Qualification Framework*, cui l'Italia si è impegnata ad adeguare il proprio sistema formativo entro il 2010.

In questa prospettiva si inquadra la proposta formativa qui presentata, decisamente innovativa sia nei suoi contenuti sia nella sua modalità di realizzazione.

In estrema sintesi, la proposta mira a formare gli studenti della scuola secondaria di 2° grado – con particolare riferimento a coloro che frequentano gli ultimi due anni – alla capacità di affrontare e risolvere problemi tipici delle varie materie curricolari presenti nei diversi tipi di scuola (come biologia, economia, fisica, matematica, statistica, ecc.) facendo a tal fine un uso evoluto dei principali strumenti informatici di larga diffusione, primo fra tutti il foglio elettronico.

Si vuole in altre parole rendere gli studenti capaci di utilizzare proficuamente le ampie capacità di elaborazione di informazioni, di calcolo e di rappresentazione grafica che il foglio elettronico rende disponibili come strumento per l'effettiva risoluzione di una gamma quanto più possibile ampia di problemi, con l'obiettivo finale di una concreta consapevolezza da parte degli studenti stessi delle possibilità offerte dall'informatica come supporto concettuale ed operativo in qualsiasi attività professionale.

A. Andronico, L. Colazzo (Eds.): DIDAMATICA 2009 – ISBN 978-88-8443-277-3

2. Il progetto “ECDL per il problem solving”

La proposta formativa qui illustrata trae origine dai risultati del progetto IT4PS, condotto a partire dal giugno 2003 da CRUI, la Conferenza dei Rettori delle Università Italiane, insieme con AICA, l’Associazione Italiana per l’informatica e il Calcolo Automatico [Alfonsi et al. 2004] [Alfonsi et al. 2005].

Il progetto aveva come obiettivo quello di creare esperienze di apprendimento all’uso contestualizzato dei più diffusi strumenti di gestione di fogli elettronici e di basi di dati e di sperimentarle nelle università italiane, nell’ottica di superare il principale limite di una formazione all’uso dello strumento informatico come quella su cui si basa la ben nota certificazione ECDL. Si voleva in altre parole sostituire una formazione puramente *strumentale* – mirata a conoscere le sole potenzialità dello strumento informatico – con una formazione orientata al *problem solving* – nella quale lo strumento informatico venisse utilizzato al fine di risolvere problemi specifici dei diversi contesti curricolari nei quali gli studenti universitari operavano.

La definizione da parte di AICA di una *certificazione delle competenze di problem solving* e la pubblicazione da parte di McGraw-Hill Italia di una serie di libri di testo costituiscono il risultato complessivo di questo progetto, e racchiudono il tesoro di esperienza, di materiali e di strumenti per l’apprendimento di competenze avanzate nell’uso del foglio elettronico e della base di dati in tre ambiti disciplinari affrontati a livello universitario: Economia, Medicina, Statistica per le scienze sociali [Atzeni et al. 2005] [Atzeni et al. 2006] [Bagnati et al. 2005] [Bagnati et al. 2006] [Brogi et al 2005] [Fabrizio et al. 2006] [Manghi et al. 2006].

Un approccio orientato al *problem solving* con l’uso di strumenti informatici può però trovare applicazione non solo presso gli studenti universitari, ma anche in altre fasce di utenza interessate a sfruttare le potenzialità degli strumenti stessi come supporto all’apprendimento e alla risoluzione di problemi. Fra queste fasce, riveste particolare interesse quella degli studenti degli ultimi anni delle scuole secondarie di 2° grado, ormai in possesso di un bagaglio curricolare significativo e quindi in grado di affrontare problemi che possono trarre indubbio vantaggio dall’uso di uno strumento versatile come il foglio elettronico. Da qui l’idea di adottare l’approccio seguito nel progetto IT4PS per estendere l’efficacia della formazione all’uso dello strumento foglio elettronico – caratteristica come già ricordato della certificazione ECDL – calandone le potenzialità in problemi e contesti applicativi tipici delle varie discipline affrontate dagli studenti della scuola secondaria di 2° grado. Il progetto si articola nelle seguenti fasi.

1. Predisposizione di un opportuno materiale didattico, che mostri come affrontare e risolvere problemi tipici delle varie discipline presenti nelle

scuole secondarie di 2° grado ricorrendo a un utilizzo anche sofisticato del foglio elettronico.
2. Sperimentazione della formazione mirata al *problem solving*, con il supporto di docenti e scuole disponibili a investire per portare alcuni studenti al necessario grado di competenza di uso contestualizzato del foglio elettronico.
3. Organizzazione di una competizione al *problem solving* che serva da stimolo ai ragazzi e da metodo di valutazione delle competenze raggiunte.
4. Diffusione nella scuola secondaria di 2° grado dei risultati raggiunti nella sperimentazione e della certificazione IT4PS di competenze del *problem solving*.

La prima fase ha già raggiunto un buon livello di avanzamento, con la predisposizione di un testo di prossima pubblicazione da parte di AICA.

La seconda e la terza fase si terranno nella primavera/estate del corrente anno 2009, per arrivare nel prossimo anno scolastico alla progressiva diffusione dell'approccio al *problem solving* previsto dalla quarta fase.

3. Alcuni esempi di applicazione del foglio elettronico

Riportiamo in questa sezione alcuni esempi di problemi tipici delle diverse discipline scolastiche, affrontati utilizzando le potenzialità del foglio elettronico per dare evidenza numerica di alcuni risultati concettuali, per consentire di simulare eventi, per trovare relazioni e collegamenti fra dati.

3.1 Biologia – evoluzione della specie

Uno dei campi di utilizzo del calcolatore più interessanti in biologia è quello della simulazione dell'evoluzione di più specie animali – caratterizzate da diversa capacità di adattamento all'ambiente e di maggiore o minore tendenza alla sopravvivenza e alla sopraffazione di altre specie – quando si trovano a convivere nello stesso territorio.

Giusto per dare un semplice esempio di queste simulazioni, vogliamo analizzare il problema sopra citato, facendo le seguenti assunzioni:

- le specie considerate sono due: gli animali "+" e gli animali "–"; entrambe le specie evolvono di generazione in generazione, entrambe con generazioni di uguale durata temporale;
- l'ambiente in cui gli animali si trovano è rappresentabile come una scacchiera bidimensionale di caselle quadrate;
- nella stessa casella si possono trovare solo animali della stessa specie;
- il numero intero relativo presente in una casella indica il numero di

animali “+” (se positivo) o di animali “–“ (se negativo) presenti;
- ad ogni generazione, il numero di individui presenti in una casella viene aggiornato nel modo seguente:
  - se alla generazione attuale la somma di individui presenti nell’intorno 3×3 della casella mostra una predominanza della specie presente nella casella il numero di individui nella generazione successiva è dato dalla somma del prodotto del numero di individui presenti nella casella alla generazione attuale (5) per il fattore *forza di accrescimento* e del prodotto del numero di individui presenti nelle 8 caselle circostanti alla generazione attuale (1) per il fattore *capacità di conquista*;
  - se alla generazione attuale la somma di individui presenti nell’intorno 3×3 della casella mostra una predominanza della specie opposta a quella presente nella casella, il numero di individui nella generazione successiva è dato dal prodotto del numero di individui presenti nella casella alla generazione attuale per il fattore *resistenza all’invasione*;
  - entrambe le specie sono dunque caratterizzate dai tre fattori sopra indicati.

Il problema enunciato prevede di analizzare il territorio e ricalcolare il numero di individui presenti in ciascuna cella ad ogni generazione. Tale calcolo richiede naturalmente di conoscere:
- i tre parametri che descrivono il comportamento di ciascuna specie;
- la situazione iniziale del territorio.

La soluzione mediante foglio elettronico richiede che in ciascuna casella della matrice destinata a rappresentare il territorio (ad es. una matrice 6×6) venga inserita una formula che faccia sì che:
- se nell’intorno 6×6 non ci sono individui, la cella rimanga vuota;
- se c’è predominanza di individui “+”
  - se la predominanza rimane anche escludendo la cella in questione, il numero di individui “+” della cella cresca usando i due fattori *forza di accrescimento* e *capacità di conquista* degli animali “+”;
  - se la predominanza viene a cadere escludendo la cella in questione, il numero di individui “+” della cella diminuisca usando il fattore *resistenza all’invasione* degli animali “+”;
- la stessa cosa avvenga se c’è predominanza di individui “-“, usando gli opportuni fattori.

È poi possibile ricopiare le righe della generazione 1 un certo numero di volte, e vedere come evolvono le specie nelle generazioni successive al variare dei fattori e della disposizione iniziale.

3.2 Matematica – volume dei solidi

Che il volume di un solido la cui area rimanga costante in tutte le possibili sezioni fatte con piani paralleli alla sua base sia dato dal prodotto dell'area della base stessa per l'altezza del solido è un fatto abbastanza intuitivo.

Se per esempio consideriamo un parallelepipedo rettangolo con base quadrata di area **1 m²** e di altezza **3 m**, il fatto che il suo volume sia di **3 m³** non stupisce nessuno. La stessa cosa si può senz'altro dire per un cilindro circolare retto, la cui circonferenza di base abbia area **1 m²** e la cui altezza sia **3 m**.

Molto meno intuitivo è il fatto che il volume di un cono circolare retto sia dato dalla formula:

$$V_{cono} = \frac{1}{3}\, Area_{base} \times Altezza \qquad (1)$$

Perché proprio un terzo? E peggio ancora con il volume della sfera:

$$V_{sfera} = \frac{4}{3}\pi \times Raggio^{3} \qquad (2)$$

Da dove diavolo spuntano i quattro terzi?

Se andiamo a cercare le dimostrazioni geometriche, i nostri dubbi vengono ovviamente fugati, ma possiamo anche ricorrere a una dimostrazione numerica.

Consideriamo il cono. Se "affettiamo" il cono con tanti piani paralleli alla sua base, possiamo in ogni "fetta" individuare due cilindri:

- un cilindro il cui raggio di base ri è il raggio della sezione circolare inferiore della fetta, ovvero quella di dimensioni maggiori;
- un cilindro il cui raggio di base rs è il raggio della sezione circolare superiore della fetta, ovvero quella di dimensioni minori.

Se approssimiamo il volume del cono con la somma dei volumi dei cilindri inferiori di ciascuna fetta, otteniamo naturalmente un valore approssimato *per eccesso*, perché in ogni fetta consideriamo anche il volume esterno al cono ma interno al cilindro. Se approssimiamo il volume del cono con la somma dei volumi dei cilindri superiori di ciascuna fetta, otteniamo naturalmente un valore approssimato *per difetto*, perché in ogni fetta non consideriamo il volume esterno al cilindro ma interno al cono. Possiamo aspettarci che – al crescere del numero di fette – le due approssimazioni migliorino, e progressivamente convergano al valore di volume dato dalla formula "magica" (1).

Per calcolare i volumi dei vari cilindri, ci servono naturalmente i valori dei raggi r_i e r_s in ogni fetta; tali valori sono però facilmente calcolabili: tutti i raggi in questione sono cateti di triangoli rettangoli simili (poiché hanno angoli uguali). Se – come sembra più che ragionevole – prendiamo fette tutte di uguale spessore, il cateto verticale di ciascun triangolo risulta un multiplo intero del rapporto fra altezza h del cono e numero di fette, e così pure il suo cateto orizzontale risulta un multiplo intero del rapporto fra raggio di base r del cono e numero di fette.

Il problema appena discusso richiede come soluzione l'applicazione di un algoritmo _iterativo_ (si tratta di calcolare i volumi di un certo numero di cilindri, ottenuti come sopra illustrato) quindi l'impostazione della soluzione mediante un foglio elettronico deve mirare a tradurre *nello spazio* (cioè in un certo numero di colonne e/o righe consecutive del folio elettronico) ciò che l'algoritmo vorrebbe eseguito *nel tempo*, ad ogni iterazione successiva.

Nel caso del cono, le informazioni di ingresso – necessarie all'algoritmo per essere eseguito – sono i due parametri geometrici del cono (raggio di base ***r*** e altezza ***h***) e il numero ***n*** di "fette" in cui scomporre il cono stesso. Tali informazioni possono essere inserite in opportune celle iniziali del foglio elettronico, magari associando a ciascuna di esse un nome che le renda di facile citazione nelle formule.

Per realizzare l'algoritmo iterativo, dobbiamo individuare quali valori devono essere utilizzati ad ogni iterazione, disporre tali valori in altrettante colonne e dedicare una riga ad ogni iterazione dell'algoritmo stesso, una volta tradotto nella sua versione *spaziale* sul foglio elettronico. I valori da utilizzare sono naturalmente i due raggi r_i e r_s individuati in ciascuna fetta e il volume dei due cilindri individuati da ogni fetta. Possiamo quindi riempire la zona del calcolo iterativo.

- Il raggio inferiore di ciascuna fetta (numerando le fette da 1 a partire dal vertice del cono) è pari a tanti incrementi di raggio da una fetta alla successiva (ovvero di rapporti r/n) quante sono le fette soprastanti, cioè quanto vale l'indice di fetta.
- Il raggio superiore è naturalmente più corto di quello inferiore di un incremento di raggio.

A questo punto, i volumi totali non sono altro che la sommatoria dei valori presenti nella zona del calcolo iterativo.

I due volumi approssimati così ottenuti – sensibilmente diversi per il basso numero di fette – sono comunque due valori al cui interno si trova il valore calcolato con la formula (1), quindi sono effettivamente approssimazioni una per eccesso l'altra per difetto.

Per vedere come evolvono tali approssimazioni in funzione del numero ***n*** di fette, possiamo predisporre in un'area del foglio alcune righe nelle quali inserire diversi valori di ***n*** e in corrispondenza di ciascun valore ricopiare i risultati dei volumi generati da quanto sinora fatto.

3.3 Statistica – esami DOCG

Fra le tante applicazioni della statistica, c'è un settore che più degli altri stimola la fantasia: la ricerca di _correlazioni_ fra fenomeni apparentemente privi di qualsiasi legame. In questo settore, ciò che si vuole valutare grazie all'analisi dei dati relativi a un numero sufficiente di situazioni è dunque l'esistenza di un legame che renda più probabile ottenere certi comportamenti da parte di uno dei due fenomeni statistici in presenza di particolari condizioni dell'altro fenomeno. Naturalmente, la verifica statistica dell'esistenza di un legame non conduce necessariamente alla spiegazione del motivo del legame stesso: in alcuni casi, sapere che tale legame esiste conduce a indagare fino a determinarne la causa; in altri casi, rimane semplicemente l'evidenza statistica di tale legame senza che si riesca ad arrivare a una sua effettiva motivazione.

Un esempio tipico è il legame fra fasi lunari e imbottigliamento del vino: la tradizione popolare attribuisce particolare importanza alla fase lunare per la scelta del giorno in cui imbottigliare vino (naturalmente se naturale, cioè non sottoposto a trattamenti come la pastorizzazione) tanto da affermare che il primo quarto (luna crescente) è particolarmente adatto per imbottigliare vini frizzanti e vivaci, la luna piena per qualsiasi tipo di vino e l'ultimo quarto (luna calante) per vini dolci e vini da invecchiamento, mentre la luna nuova è assolutamente sconsigliata. Non esistono prove scientifiche dell'effettiva esistenza di questo legame, ma la sua (presunta) esistenza è talmente radicata da far sì che ogni anno venga pubblicato un calendario per l'imbottigliamento, che riporta mese per mese i giorni indicati per l'imbottigliamento dei vari tipi di vino, e che aggiunge a volte particolari curiosi come il divieto di imbottigliare di venerdì…

In questo esempio, vogliamo provare a verificare se si può definire un calendario equivalente per sostenere gli esami universitari: vogliamo cioè vedere se un'analisi statistica ci porta a individuare un diverso comportamento degli studenti che sostengono esami a seconda della fase lunare in cui gli esami si svolgono, per scoprire se – anche per gli esami universitari – la scelta del giorno può portare a un risultato a Denominazione di Origine Controllata e Garantita (DOCG)…

L'analisi proposta richiede di associare ad ogni esame sostenuto dagli studenti dell'Ateneo considerato la fase lunare relativa al giorno in cui l'esame stesso è stato sostenuto. Si tratta dunque di aggiungere ai dati presenti un *campo calcolato* che riporti appunto tale fase, per poter poi – mediante l'uso delle tabelle pivot – verificare l'esistenza o meno della correlazione statistica cercata. Per poter fare questo, è naturalmente necessario avere a disposizione un calendario lunare, ovvero sapere – nell'arco di tempo in cui sono stati registrati gli esami – in quali date la luna era nuova, oppure aveva raggiunto il primo quarto, oppure era piena, oppure aveva raggiunto l'ultimo quarto.

Possiamo costruire il calendario lunare a partire dalle seguenti informazioni (reperibili su varie fonti bibliografiche astronomiche, inclusa la ben nota enciclopedia online *Wikipedia*):

- la durata del mese lunare (ovvero la distanza fra due fasi omologhe: ad esempio fra due lune nuove) è di 29 giorni, 12 ore, 44 minuti e 3 secondi;
- il 6 gennaio 2000, esattamente alle ore 19:14, la luna era appena diventata nuova.

Per dedurre dalle informazioni appena riportare l'andamento delle varie fasi lunari, è dunque necessario "sommare" all'istante di riferimento iniziale (le 19:14 del 6 gennaio 2000) un quarto della durata del mese lunare per determinare giorno e ora del primo quarto, poi di nuovo un quarto della durata del mese lunare per determinare giorno e ora della luna piena, e così via fino a raggiungere una data sicuramente posteriore a qualsiasi esame registrato nel foglio.

A tale scopo, possiamo fare uso delle formule che il foglio elettronico mette a disposizione per la gestione di informazioni temporali, ovvero per l'esecuzione di calcoli sulle date: possiamo in particolare impostare un foglio che contenga – opportunamente formattate – la durata in giorni, ore, minuti e secondi del mese lunare, e la prima data e ora di cui si conosca esattamente la fase lunare, desunta da documentazione disponibile anche su web.

Possiamo poi procedere a calcolare le fasi lunari per tutto l'arco di tempo necessario, ovvero – ai fini della risoluzione del nostro problema – per il periodo di tempo cui si riferiscono gli esami verbalizzati dall'Ateneo considerato.

A questo punto, per mettere in correlazione le date degli esami degli studenti con le fasi lunari, è necessario associare ad ogni riga del foglio contenente i risultati degli esami la corrispondente fase lunare. Il risultato finale permette di costruire facilmente una tabella pivot che calcoli la media dei voti riportati dagli studenti nelle diverse fasi lunari. Il risultato mostra come esista una (sia pur modesta) correlazione fra voti e fasi: in particolare, gli esami sostenuti in periodi di luna nuova portano a risultati mediamente migliori di circa due decimi di voto. Verrebbe quindi da concludere che convenga fare esami proprio quando NON si deve imbottigliare il vino…

3.4 Calcolo delle probabilità – simulazione di fenomeni aleatori

Come noto, esiste una stretta parentela fra la statistica (la cosiddetta "scienza dei grandi numeri") e l'analisi di fenomeni caratterizzati da un'intrinseca casualità, ovvero i fenomeni detti aleatori. È infatti vero che ogni singolo fenomeno aleatorio ha un comportamento impredicibile, ma è altrettanto vero che i diversi possibili comportamenti del fenomeno sono caratterizzati da altrettante <u>probabilità di accadimento</u>, che possono essere calcolate mediante il calcolo delle probabilità ma che di fatto sono misurabili ripetendo il fenomeno un numero sufficientemente grande di volte da renderlo trattabile con tecniche statistiche.

Per esempio, non siamo in grado di predire il comportamento del singolo lancio di una moneta per vedere su quale faccia (testa o croce) essa ricade; tuttavia, ripetendo il lancio tante volte, noteremo che il numero di risultati ”testa” e quello dei risultati “croce” tendono a essere molto simili, quindi circa uguali ciascuno al 50% del numero totale di lanci effettuati; potremo quindi concludere che abbiamo la stessa probabilità (del 50%) di ottenere “testa” e di ottenere “croce” ad ogni lancio.

Alla stessa conclusione possiamo arrivare anche con un ragionamento, senza dover fare tanti lanci: poiché la moneta ha due facce, quindi i possibili risultati di un lancio sono solo due (se escludiamo il caso – davvero poco probabile – della moneta che rimane in equilibrio sul proprio bordo…) e non c’è nessun motivo per cui sia più facile ottenere “testa” oppure “croce” (se il lanciatore non si è allenato a far fare alla moneta sempre lo stesso numero di rotazioni in aria…) ogni faccia della moneta ha la stessa probabilità di costituire il risultato del singolo lancio. Definita per ipotesi pari a 1 (cioè nel 100% dei lanci) la probabilità che la moneta lanciata ricada, ciascuna delle due facce ha dunque una probabilità pari al 50%.

Tuttavia, in casi meno banali, questo approccio può essere molto più complesso, e la disponibilità di uno strumento come il foglio elettronico – per sua natura in grado di effettuare numerose elaborazioni analoghe su dati diversi (quindi adatto a trattare numerosi accadimenti di uno stesso fenomeno aleatorio) – può costituire una valida alternativa “empirica” alla valutazione delle probabilità mediante simulazione del fenomeno aleatorio considerato.

Naturalmente, la cosa è possibile solo introducendo il concetto di **casualità** nel comportamento del foglio elettronico (per consentire di trattare in modo appunto **casuale** il singolo accadimento del fenomeno considerato) e questo è in aperta contraddizione con la struttura stessa del foglio elettronico, basato sulla valutazione assolutamente NON casuale dei risultati di formule matematiche.

A questo scopo, nei fogli elettronici sono state introdotte funzioni per la <u>generazione pseudo-casuale</u> di valori numerici; tali funzioni si basano su algoritmi (quindi comportamenti deterministici) che producono sequenze di valori numerici presi in un certo intervallo aventi le stesse proprietà statistiche di una sequenza di valori numerici estratti casualmente, ovvero:

- equidistribuzione: ogni valore numerico appare lo stesso numero di volte nella sequenza;
- indipendenza fra elementi successivi: non deve esistere alcun legame fra gli elementi consecutivi della sequenza; in altre parole, osservando una parte della sequenza non si deve essere in grado di predire il resto della sequenza stessa.

4. Conclusioni

L’articolo ha presentato le motivazioni che stanno alla base del progetto “ECDL per il problem solving”, mirato a diffondere un uso consapevole dello strumento foglio elettronico per la risoluzione di problemi disciplinari tipici degli ultimi anni delle scuole secondarie di 2° grado.

Alcuni esempi di tali problemi e del modo di affrontarne la soluzione con il foglio elettronico – presi da un testo didattico di prossima pubblicazione – sono riportati nel capitolo precedente, e costituiscono la base sulla quale si sta avviando una sperimentazione presso alcune scuole pilota della provincia di Pesaro, sperimentazione che ha il duplice obiettivo di verificare l’applicabilità e l’interesse dell’approccio proposto e di validare e integrare il materiale didattico attualmente disponibile con altre classi di problemi.

Bibliografia

[Alfonsi 2004] Alfonsi C., Scarabottolo N., Pedreschi D., Simi M., IT4PS: Information Technology for Problem Solving, in Boyle R., Clark M. e Kumar A. (eds.) Proc. of the 9th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Leeds, UK, 2004, p. 241.

[Alfonsi 2005] Alfonsi C., Scarabottolo N., Pedreschi D., Simi M., Tecnologie dell’informazione per la risoluzione di problemi: il progetto IT4PS, in A. Andronico A., Cavallo N., De Michele A. e Fasano M. (eds) Atti di Didamatica 2005, Potenza, Italia, 2005.

[Atzeni 2005] Atzeni P., De Checchi A., Sindoni G., Tirelli M., Fabrizio A., Pacini G.: Il foglio elettronico per Economia, McGraw-Hill Italia, 2005.

[Atzeni 2006] Atzeni P., De Checchi A., Sindoni G., Tirelli M., Fiorentino G., Pala A.P.: Le basi di dati per Economia, McGraw-Hill Italia, 2006.

[Bagnati 2005] Bagnati D., Nicolini G., Viscusi N., Salini S., Fabrizio A., Pacini G.: Il foglio elettronico per la Statistica nelle Scienze sociali, McGraw-Hill Italia, 2005.

[Bagnati 2006] Bagnati D., Nicolini G., Salini S., Viscusi N., Fiorentino G., Pala A.P.: Le basi di dati per la Statistica nelle Scienze sociali, McGraw-Hill Italia, 2006.

[Brogi 2005] Brogi A., Martinelli A., Gervasi V., Manghi P., Fabrizio A., Pacini G.: Il foglio elettronico per Medicina e Farmacia, McGraw-Hill Italia, 2005.

[Fabrizio 2006] Fabrizio A., Fiorentino G., Pacini G.: I sistemi autore PSWelcome e Access Test Manager, Mc-Graw-Hill Italia, 2006.

[Manghi 2006] Manghi P., Brogi A., Gervasi V., Martinelli A., Fiorentino G., Pala A.P.: Le basi di dati per Medicina e Farmacia, McGraw-Hill Italia, 2006.