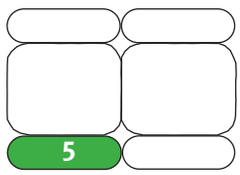
ECDL FOR PROBLEM SOLVING
UN PASSO AVANTI VERSO LA SCUOLA DIGITALE

Nello Scarabottolo

L'articolo presenta il progetto ***ECDL for Problem Solving*** di AICA: una certificazione delle competenze di uso dello strumento informatico "foglio elettronico" nella risoluzione di problemi tipici delle materie del triennio conclusivo delle scuole superiori. L'articolo discute in primo luogo l'approccio problem oriented che sta alla base di *ECDL for Problem Solving*, ovvero l'uso dello strumento informatico contestualizzato nelle materie di studio. Vengono poi definite le caratteristiche della certificazione, le competenze necessarie per ottenerla, le metodologie utili per acquisire tali competenze.



1. INTRODUZIONE

Il programma ***ECDL*** continua a svolgere un ruolo fondamentale nell'alfabetizzazione informatica del nostro Paese, diffondendo la conoscenza strumentale di base del computer. Ciò è avvenuto anche nella scuola, dove l'ECDL ha supplito per molto tempo alla totale assenza dell'informatica – sia come disciplina sia come supporto strumentale – nei piani di studio dell'istruzione secondaria, dai licei a gran parte degli istituti tecnici.

Solo ora, nel quadro della riforma della scuola secondaria di 2° grado che entrerà in vigore con l'anno scolastico 2010-11, l'informatica ha trovato esplicito e formale riconoscimento. Essa è, infatti, presente nei programmi del biennio di tutti gli indirizzi di studio, come parte integrante dell'insegnamento di matematica.

Nel nuovo contesto, risulta quanto mai tempestivo e opportuno il progetto denominato *ECDL for Problem Solving* avviato da AICA. Questo progetto costituisce, in sostanza, un completamento della formazione informatica di base per gli studenti della scuola secondaria, introducendo un'ulteriore prospettiva culturale e didattica. Infatti, si passa dalla *conoscenza strumentale del computer* (acquisita con l'***ECDL Core***) all'*uso del computer per risolvere problemi attinenti le varie materie curricolari*.

Più specificamente, il progetto è rivolto agli allievi del triennio conclusivo della scuola secondaria e introduce un ulteriore livello di certificazione denominato ***ECDL for Problem Solving*** (in acronimo ***ECDL4PS***): tale livello si concentra sullo strumento informatico che, fra quelli di larga diffusione, mostra la maggiore versatilità – il **foglio elettronico** – e ne affronta l'utilizzo per la risoluzione di tipici problemi curricolari del suddetto triennio.

In quest'ottica, *ECDL4PS* costituisce il logico completamento del programma *ECDL* nella scuola secondaria. La gradualità ottimale suggerita è dunque la seguente:

- ***ECDL Start*** (4 moduli) nella scuola secondaria di primo grado;

❑ ***ECDL Full*** (Start + 3 moduli) nel biennio delle scuole secondarie di secondo grado;
❑ ***ECDL4PS*** nel triennio conclusivo delle scuole superiori.

Il presente articolo vuole portare all'attenzione del pubblico l'esistenza e lo stato di avanzamento del progetto *ECDL for Problem Solving*. A tal fine, dopo una discussione sulle origini del progetto e sul motivo per cui tale progetto si qualifica come orientato al *problem solving*, l'articolo presenta l'organizzazione funzionale e temporale del progetto stesso e ne descrive i risultati attesi.

Diversi riquadri fuori testo approfondiscono ed esemplificano il contenuto dell'articolo.

2. LE ORIGINI DI *ECDL FOR PROBLEM SOLVING*

Una formazione all'uso approfondito degli strumenti informatici "contestualizzata", cioè orientata alla soluzione di problemi tipici delle diverse discipline di studio e dei diversi contesti professionali, è da tempo obiettivo di sforzi da parte di AICA e di altri soggetti operanti nel contesto italiano.

Proprio in quest'ottica si è sviluppato il progetto denominato ***IT4PS*** (*Information Technology for Problem Solving*): un progetto condotto da Fondazione CRUI (la Conferenza dei Rettori delle Università Italiane) e AICA tra la fine del 2003 e la fine del 2005, in collaborazione con varie università italiane.

Come ampiamente descritto in [1], il progetto *IT4PS* nasceva a valle della diffusione della certificazione *ECDL Core* negli atenei italiani, fortemente voluta e supportata dalla CRUI nell'ambito dell'iniziativa di dimensione nazionale ***CampusOne*** di supporto, sia strategico che economico, all'introduzione delle lauree triennali negli ordinamenti universitari italiani. Da tale esperienza – molto significativa sia per le dimensioni (300 corsi di laurea di 70 atenei) sia per le ricadute formative (più di 100.000 studenti coinvolti nel solo anno 2003) – è comunque emerso il principale limite della formazione al conseguimento della certificazione *ECDL Core*: si tratta di una formazione essenzialmente *package oriented*, che presenta le potenzialità dei vari strumenti informatici in modo avulso da uno specifico contesto applicativo. La certificazione *ECDL Core* attesta, infatti, la familiarità dello studente con lo strumento informatico, ma non dice nulla circa l'effettiva capacità dello studente di utilizzare in modo proficuo lo strumento stesso per risolvere i propri problemi curricolari e – in futuro – professionali.

Per questo motivo, CRUI e AICA hanno dato vita al progetto *IT4PS*, le cui assunzioni di base erano le seguenti:

❑ si impara a conoscere bene gli strumenti informatici se li si utilizza quotidianamente per risolvere problemi concreti;
❑ la formazione all'operatività informatica (ovvero la preparazione alla certificazione *ECDL Core*) è di livello non universitario e troppo avulsa dall'effettivo uso quotidiano degli strumenti (troppo *package oriented*);
❑ gli strumenti informatici più diffusi (foglio elettronico e gestore di basi di dati) possono essere utilizzati in modo avanzato per risolvere problemi specifici del contesto curricolare degli studenti universitari;
❑ una certificazione di livello avanzato è un valore aggiunto, soprattutto per studenti di corsi di laurea non specificamente tecnici.

Dalle suddette assunzioni, sono derivati i tre obiettivi principali di *IT4PS*:

1. insegnare agli studenti universitari a usare gli strumenti informatici di contenuto concettuale significativo (fogli elettronici e gestori di basi di dati) in un'ottica *problem oriented*;
2. fornire agli studenti universitari una conoscenza approfondita degli strumenti, tale da permettere di accedere alla certificazione ***A-ECDL*** (*European Computer Driving License, Advanced level*): una certificazione destinata come l'*ECDL Core* all'utente finale dello strumento informatico, ma rivolta a testimoniare una competenza e una comprensione profonda delle possibilità dello strumento;
3. permettere un auto-apprendimento e una auto-valutazione delle capacità di *problem solving* raggiunte da parte degli studenti.

L'approccio *problem oriented* è stato sviluppato prendendo a riferimento tre aree disciplinari nelle quali utilizzare in modo approfondito il foglio elettronico e il gestore di basi di dati: Economia, Medicina e Farmacia, Statistica per le Scienze Sociali. Per ciascuna di queste tre aree è stato costituito un gruppo interdisciplinare di docenti dell'area e di esperti informatici, incaricato di sviluppare un meto-

do di insegnamento e di verifica della capacità dello studente di elaborare soluzioni creative a problemi non elementari specifici del singolo contesto curricolare, per ciascuno dei due strumenti informatici – foglio elettronico e basi di dati. L'attività dei suddetti gruppi ha portato alla pubblicazione di sei testi didattici editi da McGraw-Hill Italia, cui si è aggiunto il testo predisposto da un gruppo di lavoro che ha sviluppato due supporti prototipali all'auto-valutazione delle capacità di *problem solving* raggiunte dagli studenti.
Sebbene non abbia portato alla definizione di un particolare tipo o livello di certificazione – soprattutto a causa dell'eterogeneità delle discipline universitarie e della conseguente difficoltà di formulare domande di esame trasversali – il progetto IT4PS ha incontrato notevole interesse da parte dei docenti e degli studenti universitari coinvolti nella sperimentazione.
Dall'esperienza di *IT4PS* nasce *ECDL4PS*, che come già detto si indirizza a un'utenza più giovane – quella degli studenti del triennio conclusivo delle scuole medie superiori – sia perché con il passare degli anni il livello di alfabetizzazione informatica dei giovani continua crescere, sia soprattutto perché, in un contesto di discipline più omogeneo come quello delle scuole medie superiori, è possibile individuare argomenti comuni sui quali definire uno schema di certificazione.

3. ECDL4PS E PROBLEM SOLVING

Il nome stesso del progetto che ha portato alla definizione della certificazione *ECDL4PS* e i frequenti riferimenti al *problem solving* meritano alcune considerazioni per sgomberare il campo dalla sensazione di uso improprio o, peggio, di uso "propagandistico" delle parole chiave *problem solving*.
In effetti, il termine *problem solving*, oggi così diffuso, fa riferimento ad attività di ricerca internazionali di natura neuro-psicologica focalizzate sui meccanismi mentali che consentono a esseri dotati di intelligenza (naturale o artificiale) di affrontare e risolvere problemi, di qualsiasi natura essi siano.
Se si parte dalla suddetta considerazione – e si prendono in esame i lavori di ricerca degli anni '60 (ben discussi in [6]) centrati sulla soluzione di problemi relativamente semplici e non contestualizzati nelle normali attività delle persone chiamate a risolverli, come il problema della "torre di Hanoi", l'accostamento del *problem solving* alla certificazione *ECDL4PS* risulta senz'altro inappropriato: ciò che la certificazione si propone come obiettivo principale è infatti la capacità di utilizzare le potenzialità dello strumento foglio elettronico per risolvere problemi che presentino caratteristiche di calcolo numerico e/o di analisi di dati per le quali tale strumento si rivela particolarmente adatto.
Tuttavia, le attività di ricerca sul *problem solving* hanno messo in evidenza le differenze sostanziali fra la soluzione di semplici problemi "di laboratorio" e la soluzione di problemi più complessi e soprattutto più vicini alla vita quotidiana. Da queste attività, emerge come il *problem solving* consista di due processi strettamente correlati:

- ❑ l'orientamento al problema, ovvero l'approccio motivazionale, attitudinale e affettivo del singolo individuo alla soluzione di problemi, e
- ❑ le abilità di *problem solving*, ovvero le componenti cognitive e le capacità comportamentali necessarie per giungere effettivamente alla soluzione del problema.

Per questo motivo, diversi ricercatori americani ed europei hanno abbandonato il tentativo di individuare una teoria globale del *problem solving*, e si sono piuttosto focalizzati sullo studio di tecniche di *problem solving* in domini cognitivi specifici, nei quali sviluppare specifiche capacità di risoluzione [3, 4, 5, 8].
Con questa accezione del *problem solving,* la certificazione *ECDL4PS* risulta decisamente più "in sintonia". Essa si propone, infatti, di fornire le componenti cognitive necessarie per affrontare in modo efficace l'applicazione del foglio elettronico alla soluzione di problemi presenti nelle discipline curriculari, ovvero di dare all'allievo le necessarie competenze per un utilizzo evoluto dello strumento foglio elettronico, ma soprattutto la conoscenza:

- ❑ delle principali metodologie per l'applicazione del foglio elettronico a:
  - problemi di calcolo numerico, spesso basati su algoritmi iterativi;
  - problemi di analisi di dati, che richiedono la comprensione dei principali concetti statistici;

- problemi di simulazione, per valutare quali comportamenti conducano a raggiungere un certo obiettivo;

❑ delle principali tipologie di problemi curricolari per i quali l'uso del foglio elettronico si rivela opportuno, e dei limiti che tale uso comunque presenta rispetto ad altri strumenti tecnologici (esempio, un gestore di basi di dati) o metodologici (esempio, la soluzione analitica di un problema matematico).

4. *ECDL4PS* SCELTE DI PROGETTO

Come già detto, la popolazione ideale cui si rivolge la certificazione *ECDL4PS* è costituita dagli studenti del triennio conclusivo delle scuole superiori, che affrontano un panorama di argomenti curricolari sufficientemente ampio e approfondito per meglio apprezzare il supporto offerto da un utilizzo avanzato di uno strumento informatico estremamente flessibile e potente come il **foglio elettronico**.
A tali studenti si chiede pertanto di seguire una preparazione specifica all'uso del foglio elettronico in ottica *problem solving*, propedeutica al conseguimento della certificazione *ECDL4PS* che si ottiene superando un esame da sostenere indicativamente al termine del quarto anno o all'inizio del quinto anno della scuola secondaria.
Dal momento che la filosofia di fondo della certificazione *ECDL4PS* è la risoluzione di problemi specifici dei diversi contesti curricolari, è naturale impostare anche il suddetto esame in modo contestualizzato, prevedendo cioè test d'esame che richiedano l'applicazione del foglio elettronico a problemi specifici dei curricola seguiti dai candidati alla certificazione.
In questa fase di lancio della certificazione *ECDL4PS*, e in considerazione della varietà di indirizzi scolastici previsti per le scuole superiori (con conseguente varietà dei contesti curricolari possibili) si è ritenuto opportuno iniziare da un ambito specifico che avesse però un'ampia valenza trasversale. Si è dunque deciso di partire dai **licei scientifici** e di considerare, in prima istanza, due discipline fondamentali, ossia la **matematica** e la **fisica**, in quanto discipline di base comuni a tutti tipi di scuole superiori, a prescindere dall'indirizzo specifico.

La scelta dei licei scientifici è perfettamente in linea con il ruolo che il documento ministeriale sulla riforma della scuola assegna all'informatica in tali tipi di scuola superiore. Come sintetizzati in tale documento, infatti, a conclusione dei percorsi di apprendimento di ogni tipo di liceo, gli studenti devono:

"*avere familiarità con gli strumenti informatici per utilizzarli nelle attività di studio e di approfondimento delle altre discipline; comprendere la valenza metodologica dell'informatica nella formalizzazione e scomposizione dei processi complessi, nell'individuazione di procedimenti risolutivi*".

Inoltre, la scelta della matematica presenta un'ulteriore valenza molto significativa: a prescindere dal suo valore euristico e pratico, va infatti sottolineato che nel nuovo regolamento della scuola secondaria l'informatica rientra tra i compiti didattici dell'insegnante di matematica e questo connubio non può che facilitare la definizione dei percorsi formativi necessari al conseguimento della certificazione *ECDL4PS*.
Da un punto di vista operativo, il progetto *ECDL for Problem Solving* è stato condotto in collaborazione tra AICA e Webscience srl, da tempo collaboratore di AICA nel contesto delle certificazioni. La prima fase del progetto – denominata Fase Pilota – ha visto il coinvolgimento di un certo numero di docenti di vari licei scientifici, con i quali si sono discusse le linee di base della nuova certificazione, si sono identificati e analizzati gli argomenti oggetto di esame, si sono predisposti alcuni *test-tipo* da utilizzare sia come strumenti di auto-valutazione per i candidati alla certificazione *ECDL4PS*, sia come traccia per la stesura degli effettivi test di certificazione.

5. LA CERTIFICAZIONE *ECDL4PS*

Come discusso ampiamente in [2], una delle caratteristiche fondamentali di un processo certificativo di competenze (informatiche e non) prevede che la valutazione *ex post* del fatto che il candidato abbia effettivamente acquisito tali competenze sia affidata a un **ente terzo indipendente**, non coinvolto direttamente nel processo formativo del can-

didato, i cui compiti fondamentali sono due:
1. definire *ex ante* conoscenze e competenze in un ***syllabus*** reso noto a tutti gli erogatori di formazione interessati;
2. definire la struttura e garantire la qualità (imparzialità, indipendenza, stabilità nel tempo) delle modalità di verifica *ex post* del raggiungimento degli obiettivi formativi, ovvero certificare che il soggetto fruitore possieda in misura adeguata le conoscenze e le competenze previste dal *syllabus*.
Nel caso della certificazione *ECDL4PS*, a differenza di quanto avviene per tutte le altre certificazioni informatiche offerte da AICA, il primo punto – ovvero la definizione del *syllabus* – è un'operazione che richiede di considerare due aspetti completamente differenti, che trovano integrazione proprio nell'approccio *problem oriented* di questa certificazione. Per poter proficuamente usare lo strumento foglio elettronico nelle proprie attività curricolari, lo studente candidato alla certificazione *ECDL4PS* deve infatti possedere sia adeguate competenze di uso strumentale del foglio elettronico, sia sufficienti competenze disciplinari negli ambiti di riferimento (matematica e fisica) che gli consentano di comprendere il problema proposto in sede di certificazione e di affrontarne la soluzione.
Quanto al secondo punto – ovvero alla definizione della procedura di certificazione vera e propria – l'aspetto più critico nel caso della certificazione *ECDL4PS* è la tipologia di test da sottoporre ai candidati. Si deve infatti trovare il giusto compromesso fra libertà del candidato di affrontare la soluzione del problema nel modo ritenuto più opportuno e standardizzazione del metodo di correzione per ridurre al minimo la discrezionalità del correttore e per avvicinarsi quanto più possibile ad una correzione automatica, per sua natura stabile nel tempo e priva di influenze soggettive.

5.1. I *syllabi* di *ECDL4PS*

Per quanto riguarda le competenze strumentali, *ECDL4PS* si prefigge come già detto di richiedere una capacità di uso approfondito dello strumento foglio elettronico, quindi si colloca in posizione intermedia fra la certificazione *ECDL Core* (orientata all'utente generico) e la certificazione *ECDL Advanced* (che prevede una conoscenza completa delle possibilità dello strumento informatico). Inoltre, la certificazione *ECDL4PS* deve privilegiare – come ovvio – alcuni degli aspetti strumentali, più funzionali alla risoluzione di problemi nelle aree disciplinari considerate.
Da queste considerazioni, emerge la proposta di ***syllabus strumentale*** riportata nella tabella 1, nella quale sono riportate in nero le competenze di base (già previste nel modulo 4 della certificazione *ECDL Core*) mentre sono evidenziate in rosso le competenze di livello più avanzato (presenti nel *syllabus* del modulo AM4 della certificazione *ECDL Advanced*).
Riguardo invece alle competenze disciplinari, la proposta *ECDL4PS* – come detto – si rivolge in questo stadio di evoluzione del progetto alla matematica e alla fisica presenti nel triennio conclusivo dei licei scientifici. Dall'analisi dei programmi ministeriali e dagli incontri con i docenti che hanno partecipato alla Fase Pilota prima menzionata, sono emersi i due ***syllabi disciplinari*** riportati nelle tabelle 2 e 3, rispettivamente per matematica e fisica.
A questo proposito, vale la pena sottolineare come i due suddetti *syllabi* disciplinari ***non esauriscano assolutamente i contenuti curricolari delle due materie considerate***: il loro scopo non è infatti quello di definire quali competenze delle due materie siano da considerare il bagaglio culturale dei candidati, bensì soltanto quello di individuare alcune parti significative degli argomenti trattati nelle due materie che si prestino alla formulazione di problemi affrontabili con il foglio elettronico, e possano quindi essere utilizzati per la predisposizione delle domande cui rispondere in sede di esame di certificazione.
Il *syllabus* strumentale e i due *syllabi* disciplinari non sono però sufficienti a definire completamente le competenze necessarie per ottenere una certificazione come *ECDL4PS*, che vuole valutare la *capacità di risolvere problemi matematici e fisici con il foglio elettronico*: serve un terzo tipo di *syllabus* – che possiamo definire ***syllabus* di problem solving** – che specifichi quali tecniche di impostazione di un progetto su foglio elettronico devono essere note per poter affrontare adeguatamente la soluzione dei problemi proposti.
Una prima bozza di tale *syllabus* è riportata in tabella 4.

Sezione	Tema	Rif.	Argomento
1. Celle	*1.1 Formato celle*	1.1.1	Formattare le celle in modo da visualizzare i numeri con una quantità specifica di decimali.
		1.1.2	Formattare le celle in modo da visualizzare i numeri come percentuali.
		1.1.3	Applicare formati differenti ai contenuti delle celle.
		1.1.4	Copiare il formato in un intervallo di celle.
	1.2 Riferimenti celle	1.2.1	Distinguere tra riferimento assoluto e riferimento relativo.
		1.2.2	Copiare una formula in un intervallo di celle.
2. Formule	*2.1 Formule e funzioni*	2.1.1	Usare le funzioni per le operazioni matematiche di base: addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione.
		2.1.2	Usare le funzioni: =MEDIA() =MAX() =MIN() =ARROTONDA().
		2.1.3	Usare le funzioni matematiche e trigonometriche: =LOG(), =POTENZA() =SEN() =COSEN() =TAN() ecc.
		2.1.4	Usare le funzioni logiche: =SE() =E() =O().
		2.1.5	Usare le funzioni: =CONTA() =CONTA.SE() =SOMMA.SE() ecc.
		2.1.6	Usare le funzioni di data e ora: =OGGI() =GIORNO() =MESE() =ANNO() ecc.
		2.1.7	Usare le funzioni di ricerca e riferimento: =CERCA() =CERCA.ORIZZ() =CERCA.VERT() ecc.
		2.1.8	Creare funzioni a più livelli nidificati.
3. Grafici	*3.1 Creazione di grafici*	3.1.1	Creare un grafico a partire da una tabella di dati.
		3.1.2	Aggiungere, eliminare una serie di dati in un grafico.
		3.1.3	Collegare dati/grafici all'interno di un foglio di lavoro o tra fogli di calcolo diversi.
	3.2 Formattare grafici	3.2.1	Modificare la posizione di titolo, legenda, etichette dati di un grafico.
		3.2.2	Cambiare la scala sull'asse dei valori: numero massimo e minimo per la visualizzazione, l'intervallo di rilievo.
4. Analisi dei dati	*4.1 Tabelle Pivot*	4.1.1	Creare una tabella pivot o una tabella a campi incrociati utilizzando dei nomi di campi definiti.
		4.1.2	Modificare la sorgente dati e ricalcolare la tabella pivot o la tabella a campi incrociati.
		4.1.3	Filtrare, ordinare i dati in una tabella pivot.
		4.1.4	Raggruppare / presentare i dati in una tabella pivot o in una tabella a campi incrociati mediante un criterio predefinito.
		4.1.5	Usare tabelle di dati a una o due variabili / tabelle what-if.
	4.2 Ordinamento e copia	4.2.1	Ordinare i dati su una o più colonne contemporaneamente.
		4.2.2	Creare un elenco personalizzato ed eseguire un ordinamento personalizzato.
		4.2.3	Usare lo strumento di riempimento automatico per copiare o incrementare i dati.
	4.3 Filtri	4.3.1	Creare un filtro automatico. Usare le opzioni di ricerca / filtri avanzate.
	4.4 Simulazione	4.4.1	Usare lo strumento di analisi di simulazione per individuare quali dati producono il risultato desiderato.

TABELLA 1

Il syllabus strumentale ECDL4PS (competenze di uso dello strumento foglio elettronico)

Sezione	Rif.	Argomento
1. Geometria	1.1	Triangoli e loro proprietà
	1.2	Poligoni e loro proprietà
	1.3	Circonferenza e cerchio
	1.4	Proporzioni tra grandezze. Similitudine di triangoli e di poligoni
	1.5	Area di poligoni
	1.6	Geometria nello spazio: misure di aree e di volumi di solidi notevoli. Concetto di equivalenza nello spazio.
2. Algebra	2.1	Polinomi e loro operazioni
	2.2	Equazioni e disequazioni di primo grado
	2.3	Equazioni e disequazioni di secondo grado
	2.4	Equazioni e disequazioni grado superiore al secondo
	2.5	Equazioni e disequazioni con valore assoluto
	2.6	Equazioni e disequazioni irrazionali
	2.7	Sistemi di equazioni e di disequazioni
	2.8	Progressioni aritmetiche
	2.9	Progressioni geometriche
3. Geometria analitica	3.1	Il piano cartesiano: distanza di due punti, punto medio di un segmento, baricentro di un triangolo
	3.2	La retta e i fasci di rette
	3.3	Le coniche: parabola, circonferenza, ellisse e iperbole. Fasci di parabole e di circonferenze
	3.4	Luoghi geometrici. Equazioni parametriche di una curva
	3.5	Le trasformazioni geometriche nel piano cartesiano: simmetrie, traslazioni, rotazioni
4. Goniometria	4.1	Funzioni goniometriche: seno, coseno, tangente, cotangente
	4.2	Formule goniometriche: formule di addizione, sottrazione, duplicazione e bisezione
	4.3	Equazioni e disequazioni goniometriche
	4.4	Trigonometria: risoluzione dei triangoli
5. Funzioni reali di variabile reale	5.1	Concetto di funzione reale di variabile reale
	5.2	Dominio e codominio di una funzione
	5.3	Grafico di una funzione
	5.4	Funzioni algebriche: razionali, irrazionali, intere e fratte
	5.5	Funzione esponenziale. Equazioni e disequazioni esponenziali
	5.6	Funzione logaritmica. Equazioni e disequazioni logaritmiche
	5.7	Funzioni trascendenti: funzioni esponenziali e logaritmiche
	5.8	Risoluzione grafica di equazioni e disequazioni
	5.9	Trasformazioni elementari del grafico di funzioni
	5.10	Estremi di una funzione
6. Logica	6.1	Usare propriamente locuzioni della lingua italiana con valenza logica
7. Statistica	7.1	Concetto di media aritmetica, moda, mediana

TABELLA 2

Il syllabus disciplinare ECDL4PS di Matematica (conoscenze matematiche richieste)

Sezione	Rif.	Argomento
1. Grandezze fisiche	1.1	Teoria della misura
	1.2	Teoria degli errori e loro propagazione
	1.3	Proporzionalità diretta, inversa, quadratica
2. Meccanica	2.1	Cinematica monodimensionale: moto rettilineo uniforme, moto rettilineo uniformemente accelerato
	2.2	Caduta dei gravi: libera e su piano inclinato
	2.3	Moti bidimensionali: proiettili e moto circolare uniforme
	2.4	Misura statica di una forza
	2.5	Equilibrio di due o più forze applicate ad un punto
	2.6	Macchine semplici: leve
	2.7	Equilibrio di forze applicate ad un corpo rigido
	2.8	Principi della dinamica
	2.9	Misura dinamica delle forze
	2.10	Il moto dei pianeti. Leggi di Keplero e legge di gravitazione universale
	2.11	Quantità di moto
	2.12	Lavoro e potenza
	2.13	Energia potenziale, energia cinetica
	2.14	Principi di conservazione
	2.15	Statica dei fluidi: principio di Pascal, principio di Archimede
3. Onde	3.1	Moti armonici: pendolo e sistema massa-molla
	3.2	Onde meccaniche
	3.3	La riflessione
	3.4	La rifrazione
	3.5	L'interferenza
	3.6	Il suono
	3.7	Effetto Doppler
	3.8	Ottica: lenti e specchi sferici
4. Termodinamica	4.1	Temperatura: scale termometriche
	4.2	Le leggi dei gas
	4.3	La legge dei gas perfetti
	4.4	Il trasporto del calore: conduzione, irraggiamento
	4.5	Trasformazioni termodinamiche
	4.6	Cicli termodinamici
	4.7	Principi della termodinamica

TABELLA 3
Il syllabus disciplinare ECDL4PS di Fisica (conoscenze fisiche richieste)

5.2. I test di esame ECDL4PS

La Fase Pilota del progetto *ECDL4PS* ha dedicato particolare attenzione alla definizione del momento certificativo vero e proprio, ovvero alla tipologia di test da sottoporre ai candidati e alle linee guida da seguire da parte di chi – tipicamente docenti delle scuole interessate – dovrà sviluppare tali test.
Il risultato di questa fase del progetto ha portato alle seguenti assunzioni relativamente al momento della certificazione:

1. le domande che costituiranno il test di certificazione saranno inserite in un sistema informatizzato in grado di valutare automaticamente le risposte fornite dai candidati;

2. il test sarà composto da alcune domande (4 o 5) da svolgere nell'arco di 60 min; le domande avranno tutte lo stesso peso ai fini della valutazione finale e il candidato sarà libero di utilizzare il foglio elettronico su applicativi reali (Microsoft Excel™, OpenOffice Calc™ ecc.) per portare a termine ogni esercizio;

3. il test dovrà verificare le capacità dei candidati di applicare le proprie conoscenze per la risoluzione di problemi reali, riguardanti le materie di matematica e fisica, attraverso l'utilizzo del foglio elettronico; è indispensabile, dunque, che le domande non siano risolvibili in tempi brevi senza l'ausilio del foglio elettronico.

Sezione	Rif.	Argomento
1. Calcoli iterativi	1.1	Organizzazione spaziale di calcoli iterativi su foglio elettronico.
	1.2	Gestione di numeri variabili di iterazioni.
	1.3	Gestione di due livelli di iterazione nidificati.
2. Basi di dati	2.1	Utilizzo del foglio elettronico per memorizzare archivi di dati.
	2.2	Modalità di collegamento fra tabelle diverse.
	2.3	Uso delle funzioni di supporto alla gestione di basi di dati.
3. Riferimenti variabili	3.1	Tecniche di indirizzamento a celle di posizione variabile.
	3.2	Funzioni di supporto all'indirizzamento variabile.
4. Informazioni temporali	4.1	Modalità di gestione delle informazioni temporali nel foglio elettronico e relative conseguenze.
	4.2	Significato delle operazioni su informazioni temporali.
5. Analisi di simulazione	5.1	Uso dell'analisi di simulazione per il calcolo di funzioni inverse.
6. Gestione delle eccezioni	6.1	Impostazione della gestione di eccezioni (dati mancanti, inattesi, errati ecc.).
	6.2	Uso delle funzioni =VAL() per intercettare e gestire eccezioni.

TABELLA 4
Il syllabus di problem solving ECDL4PS (tecniche di progettazione di soluzioni su foglio elettronico)

Da queste assunzioni, deriva la necessità di linee guida particolarmente stringenti per la realizzazione delle domande di certificazione.
In primo luogo, per consentire al candidato libertà di impostazione della propria soluzione ma al tempo stesso permettere una correzione automatica, ogni domanda deve prevedere un foglio elettronico composto da alcuni fogli di lavoro, che devono comprendere almeno:
- un ***Foglio Risoluzione*** (a impostazione il più possibile libera) dove il candidato trova uno spazio a disposizione per la risoluzione del problema. Inoltre in questa sezione, è possibile inserire preventivamente alcune costanti e/o formule che il candidato dovrà utilizzare, qualora si ritenga necessario questo tipo di aiuto ai fini della risoluzione del problema;
- un ***Foglio Dati e Risultati*** (a struttura rigida) dove il candidato ha uno spazio a disposizione per inserire i dati di ingresso e per derivare i corrispondenti risultati.

Per consentire la correzione automatica della soluzione proposta dal candidato – senza peraltro dover affrontare le complessità realizzative implicite in un'alimentazione automatica della soluzione stessa con diversi insiemi di dati di ingresso – si prevede di fornire al candidato alcuni di tali insiemi di dati di ingresso (scelti in modo casuale da un "serbatoio" predefinito) e di richiedere al candidato stesso di fornire i risultati relativi a ciascun insieme.
In secondo luogo, la struttura stessa di ogni domanda deve seguire precise regole di realizzazione, onde portare a domande di difficoltà equivalente, sia in termini di comprensione sia in termini di risoluzione. A questo scopo, sono state definite le linee guida per la realizzazione di una domanda di esame riportate nella tabella 5.
La Fase Pilota del progetto ha anche prodotto un certo numero di domande campione, disponibili ai docenti interessati a svilupparne altre. Nei riquadri 1 e 2 a p. 38-41 sono riportati due esempi di tali domande, rispettivamente per la matematica e per la fisica, e si presentano alcune possibili soluzioni, che fanno un uso anche molto diverso delle potenzialità offerte dal foglio elettronico.
Nella Fase Pilota, è prevista la somministrazione di alcune di queste domande a un campione costituito da un centinaio di studenti di licei scientifici disponibili a partecipare alla sperimentazione per la messa a punto definitiva del processo di certificazione *ECDL4PS*.

6. LA FORMAZIONE ALLA CERTIFICAZIONE ECDL4PS

Come già sottolineato, la certificazione *ECDL4PS* prevede tre tipi diversi di competenze, corrispondenti ad altrettanti *syllabi*:

- ❑ una competenza approfondita di uso dello strumento foglio elettronico;
- ❑ una adeguata competenza disciplinare di matematica e/o fisica;
- ❑ la capacità di affrontare la soluzione di problemi di natura matematica e fisica con il foglio elettronico.

Se i primi due tipi di competenza possono essere acquisiti facendo riferimento a numerose fonti di informazioni didattiche – sia di tipo bibliografico, sia legato alle attività in aula – poco o nulla esiste relativamente alle metodologie per un proficuo utilizzo in ottica *problem solving* del foglio elettronico.

A tale scopo, un primo contributo sarà la pubblicazione da parte di AICA del testo didattico [7] specifico per la preparazione dei candidati alla certificazione *ECDL4PS*, impostato sulla base del *syllabus* di *problem solving* riportato nella tabella 5. In tale testo, saranno discussi i metodi più validi per impostare in modo efficiente e funzionale la soluzione di un problema mediante l'utilizzo del foglio elettronico. Nel riquadro 3 a p. 44 è riportato un esempio di discussione delle metodologie progettuali cui farà riferimento il testo suddetto.

Tuttavia, la necessità – imposta dai requisiti di imparzialità e di qualità costante nel tempo, tipici di una certificazione informatica – di effettuare una correzione automatica della soluzione mediante foglio elettronico a un problema, comporta inevitabilmente una notevole riduzione della libertà di impostazione

Testo della domanda	
Struttura	Le domande della certificazione devono tutte avere la medesima struttura, articolata in 3 sezioni. • **Contesto**: in questa sezione deve essere esposto il tema principale del problema ed il contesto in cui saranno calate le richieste. È importante progettare le domande in modo che siano contestualizzate in situazioni "reali", in modo da rendere più *appealing* l'esame per il candidato. • **Richieste**: in questa sezione devono essere inseriti i singoli quesiti e la guida alla loro risoluzione. • **Esempio di funzionamento**: in questa sezione occorre indicare un insieme di dati di ingresso e i risultati che ci aspetta vengano generati dalla soluzione proposta dal candidato.
Lunghezza	Il testo di ogni domanda deve avere una lunghezza media di circa 6-8 righe.
Forma	Le domande devono essere poste con tempi verbali all'infinito e tono impersonale, in linea con quello utilizzato nei problemi che si trovano a risolvere gli studenti durante i compiti in classe o le esercitazioni a casa.
Dati/parametri	Tutti i dati (Variabili, Costanti, Funzioni, ...) necessari per risolvere ogni domanda devono essere ben specificati, utilizzando le notazioni corrette, e inseriti all'interno del contesto o delle richieste, in modo che lo studente li riconosca facilmente e possa utilizzarli per risolvere i quesiti richiesti.
Difficoltà	Le domande devono avere una complessità media simile. Ogni domanda deve essere pensata per essere risolvibile in 15 min da uno studente preparato, considerando i tempi di lettura, comprensione, risoluzione e inserimento dei risultati.
Risposte	
Domande a risposta aperta	Per le domande a risposta aperta, in cui occorre rispondere ai quesiti proposti inserendo a sistema i risultati dei calcoli effettuati utilizzando il foglio elettronico, il ***numero di risposte*** deve essere compreso ***tra un minimo di 1 e un massimo di 6***.
Domande a risposta chiusa	Per le domande a risposta chiusa, in cui occorre rispondere ai quesiti selezionando la risposta corretta tra quelle proposte, sempre dopo aver utilizzato il foglio elettronico per effettuare i calcoli, il ***numero di risposte*** deve essere compreso ***tra un minimo di 3 e un massimo di 6***.

TABELLA 5

Le linee guida per la realizzazione delle domande da inserire nel test di certificazione ECDL4PS

della soluzione stessa da parte del candidato. In particolare, si rende necessaria una progettazione a priori dell'utilizzo degli spazi del foglio elettronico stesso, per consentire appunto questa correzione automatica, che è invece uno degli aspetti qualificanti di una buona progettazione di applicazioni del foglio elettronico.
Per questo motivo, la pubblicazione [7] non sarà finalizzata unicamente alla discussione delle metodologie utili per affrontare la certificazione *ECDL4PS* vera e propria, ma dedicherà adeguato spazio anche alle tecniche più generali di uso approfondito ed efficace dello strumento foglio elettronico.
Proprio per ampliare le capacità degli studenti di affrontare e risolvere problemi anche complessi mediante il foglio elettronico, impostando una soluzione che non sia necessariamente finalizzata alla certificazione, è stato inoltre predisposto da AICA un ulteriore supporto alla formazione, espressamente pensato per i docenti interessati a partecipare all'iniziativa affrontando in aula con i propri studenti problemi curricolari che permettono di essere affrontati con un uso approfondito del foglio elettronico.
Tale supporto alla formazione è costituito da una raccolta di problemi di varia complessità, relativi a diverse discipline presenti – in varia misura – nei programmi delle scuole secondarie di 2° grado. Per ciascuno di questi problemi, vengono dapprima richiamati gli aspetti concettuali e teorici, relativi alla disciplina, quindi viene discusso il modo di affrontarne la soluzione con il foglio elettronico (sia Microsoft Excel™ sia OpenOffice Calc™) infine viene proposta una possibile soluzione, eventualmente integrata da indicazioni ulteriori migliorie. Un esempio di tali problemi è illustrato nel riquadro 4 a p. 45.
L'accesso ai suddetti problemi (il cui elenco è riportato nella Tabella 6) avviene previa registrazione da parte dei docenti al sito: http://aicanet.net/certificazioni/ecdl/ecdl4ps. Si sottolinea a questo riguardo la possibilità per tutti i docenti interessati di partecipare – con un approccio Wiki – alla crescita del materiale formativo disponibile, sottoponendo all'indirizzo ecdl4ps@aicanet.it soluzioni complete come pure soltanto proposte di ulteriori problemi.

7. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il progetto per la definizione della certificazione *ECDL4PS* – mirato a valutare la capacità degli studenti del triennio dei licei scientifici di affrontare e risolvere problemi curricolari anche complessi con un utilizzo approfondito dello strumento foglio elettronico – ha raggiunto uno stadio ormai sufficientemente avanzato da suggerire ai docenti interessati di iniziare una sperimentazione di formazione in aula già dal presente anno scolastico, con la garanzia che al termine di tale formazione i propri studenti potranno accedere alla certificazione, e che entro l'inizio del prossimo anno scolastico sarà reso loro disponibile anche un testo di supporto alla preparazione all'esame di certificazione vero e proprio.

Materia	Problema
Biologia	Riproduzione cellulare.
	Evoluzione delle specie.
Chimica	Orbitali atomici.
Economia	Piani di ammortamento.
	I più grandi economisti della storia.
Fisica	Lancio di un grave.
	Ciclo di Carnot.
Matematica	Scomposizione in fattori.
	Identificazione dei numeri primi.
	Verifica di un teorema sui numeri primi.
	Zero di una funzione.
	Limiti di una funzione.
	Retta tangente in un punto a una funzione.
	Integrale di una funzione.
	Volume dei solidi.
Probabilità e statistica	Simulazione di fenomeni aleatori.
	Analisi delle carriere universitarie.
	Esami DOCG (correlazione fra voti e fasi lunari ecc.).

TABELLA 6

I problemi disponibili ai docenti sul sito: http://aicanet.net/certificazioni/ecdl/ecdl4ps

Il principale sviluppo futuro cui si intende dare avvio immediatamente dopo il rilascio della certificazione *ECDL4PS* è l'estensione della stessa ad altre tipologie di scuole superiori, con particolare riferimento agli istituti tecnici industriali e commerciali.

Ringraziamenti

Lo sviluppo della certificazione *ECDL4PS* non sarebbe stato possibile senza:

- l'entusiasmo e il continuo supporto di Franco Filippazzi e Giulio Occhini di AICA;
- il coordinamento di PierPaolo Maggi di AICA;
- la gestione del progetto e la conduzione della Fase Pilota da parte di Luca Cavalli, Luigi Terzi e Marianna Paparazzo di Webscience;
- la partecipazione dei docenti Piercarla Gazzaniga Agradi (Istituto Zaccaria – Milano), Monica Merri (Liceo Scientifico Einstein – Milano), Christopher Kent Mineman (Liceo Scientifico Casiraghi – Cinisello Balsamo), Giovanni Pasi (Liceo Scientifico T.Taramelli – Pavia) che hanno attivamente collaborato alla definizione di tutto l'impianto di *ECDL4PS* e alla validazione delle domande della Fase Pilota;
- la collaborazione dei docenti Ezio Losa (Istituto Zaccaria – Milano), Maria Donata Luraschi e Daniela Tagliani (Liceo Scientifico Leonardo da Vinci – Milano), Emilia Madonna e Ornella Rossi (Liceo Scientifico A. Volta – Milano) che hanno fornito preziosi suggerimenti per la messa a punto del progetto.

A tutte/i un grazie di cuore!

Riquadro 1 - Esempio di una domanda di esame *ECDL4PS* di Matematica

PROBLEMA DI MATEMATICA

COMPETENZE TECNICHE	COMPETENZE IT	TIPOLOGIA
Statistica, geometria analitica	• Funzioni matematiche (RADQ, PI.GRECO,ASS, ARROTONDA) • Funzioni logiche (CONTA.SE) • Funzioni di gestione database e elenchi (DB.CONTA) • Funzioni di ricerca e riferimento (CERCA.VERT) • Tabelle pivot	Domanda a risposta aperta

TESTO DEL PROBLEMA

Contesto

Si consideri un quadrato di lato 1 m ed un quadrante di cerchio inscritto nel quadrato come in figura.

Come è noto, è possibile stimare l'area del quadrante calcolando la percentuale di punti scelti casualmente e appartenenti alla figura rispetto a quelli appartenenti al quadrato che ha area 1 m^2.

10 studenti hanno scelto, a caso, le coordinate di 50 punti ciascuno che sono riportate nella tabella "Punti scelti dagli studenti" nel foglio elettronico allegato.

Richieste

- Il foglio elettronico da progettare riceve come dato di ingresso il nome di uno dei 10 studenti.
- Il foglio elettronico deve calcolare la distanza dall'origine dei soli punti scelti dallo studente inserito e quindi determinare il rapporto ***R*** tra il numero dei punti appartenenti al quadrante di cerchio e il numero di tutti i punti considerati.
- Il foglio elettronico deve inoltre determinare l'errore ε commesso selezionando i punti dello studente nel calcolo dell'area del settore circolare, dove ε è il valore assoluto della differenza fra il rapporto ***R*** appena calcolato e l'effettiva area del quadrante di cerchio. L'errore deve essere arrotondato alla quarta cifra decimale.

Si ricorda, al termine del proprio lavoro, di salvare il file utilizzato per risolvere l'esercizio.

Esempio di funzionamento

Dati di ingresso	Nome dello studente	Roberto
Risultati	Rapporto ***R***	0,82
	Errore ε	0,0346

Il problema di matematica proposto può essere affrontato in vari modi, che utilizzano in maniera più o meno sofisticata le potenzialità del foglio elettronico.

segue

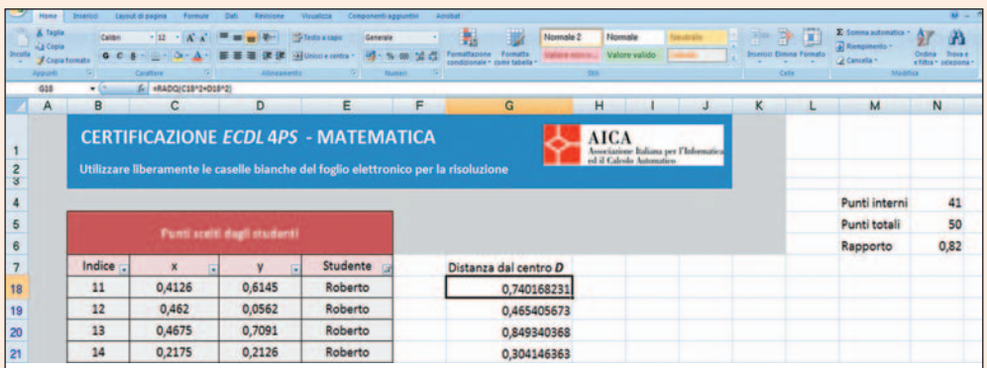
Uso del filtraggio automatico

Dal momento che il problema richiede di utilizzare i punti scelti a caso da uno dei 10 studenti, un primo modo di risolvere il problema è quello di utilizzare il comando **Dati/Filtro** dopo aver selezionato l'area del foglio elettronico (database) contenente i **Punti scelti dagli studenti**. Il comando fa comparire accanto al nome di ciascuna colonna del database un pulsante che permette di selezionare i valori delle righe del database che si vogliono visualizzare. Si può quindi usare il pulsante associato alla colonna **Studente** per scegliere un particolare studente (per esempio, **Roberto**).
Una volta selezionati i punti di un particolare studente, è possibile calcolarne la distanza dal centro del cerchio con la formula:

$$D = \sqrt{x^2 + y^2} \qquad (1)$$

quindi contare il numero di punti che hanno distanza minore o uguale a 1 (ovvero quelli interni al cerchio) e valutarne la percentuale (ovvero il rapporto) rispetto al numero totale di punti.
La soluzione su foglio elettronico ha l'aspetto riportato nella figura **A**, che fa uso delle seguenti formule:

cella **N4: = CONTA.SE(G18:G427; "<= 1")**
cella **N5: = CONTA.VALORI(G18:G427)**
cella **N6: = N4/N5**



A - *La soluzione basata sul filtraggio automatico*

Il principale problema di questa soluzione è dato dal fatto che le formule per il calcolo della distanza dei punti dal centro del cerchio sono state inserite *dopo* aver scelto i punti di un particolare studente, quindi se si vuole cambiare il nome dello studente è necessario cancellare le formule inserite, selezionare il nuovo studente e reinserire le formule in corrispondenza dei punti del nuovo studente.

Uso delle funzioni di database

Un modo decisamente migliore di risolvere il problema è quello di utilizzare le funzioni di database, in modo tale da effettuare automaticamente il conteggio dei punti interni e totali relativi a un particolare studente al variare del nome dello studente stesso.
Per ottenere questo risultato, si può associare a *tutti* i punti presenti nel database la distanza dal centro secondo la formula (1), quindi impostare nel foglio elettronico un'area (**J7:K8** nella Figura **B**) riservata ai criteri di selezione dal database che consenta di considerare soltanto i punti associati a un particolare studente e con distanza dal centro ≤ 1 (il nome dello studente da considerare non viene infatti inserito manualmente, ma fa riferimento all'opportuna cella del foglio **Dati_e_Risultati**).
In questo modo, il conteggio dei punti interni può essere fatto utilizzando la formula:

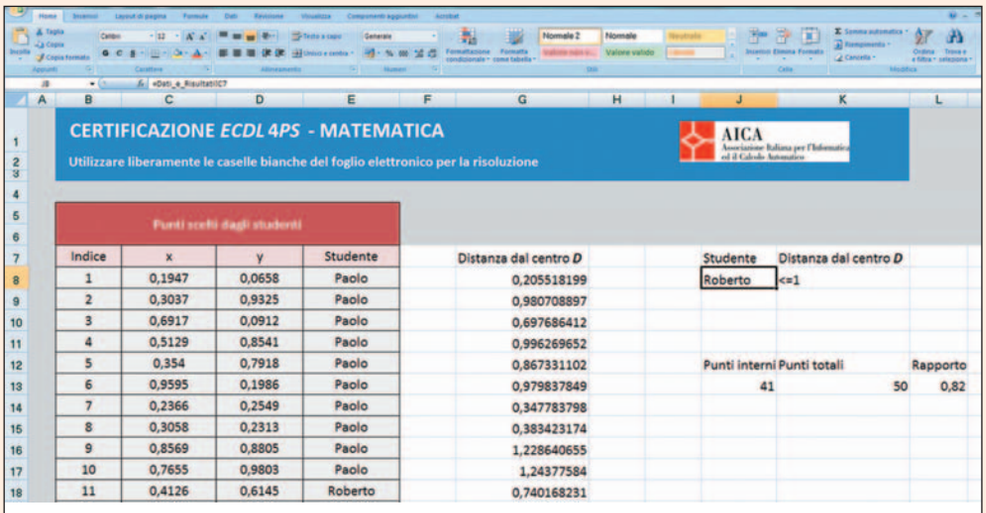
cella **J13: = DB.CONTA.NUMERI(B7:G507;3;J7:K8)**

che conta i soli valori numerici contenuti nella sesta colonna del database (ovvero la colonna delle distanze dal centro del cerchio) corrispondenti allo studente selezionato e con distanza dal centro ≤ 1.
Se nel foglio **Dati_e_Risultati** si modifica il nome dello studente, il ricalcolo è immediato.

Uso delle tabelle pivot

Lo stesso automatismo consentito dall'uso delle funzioni di database può essere ottenuto anche grazie alle tabelle pivot.

segue



CERTIFICAZIONE *ECDL 4PS* - MATEMATICA

Utilizzare liberamente le caselle bianche del foglio elettronico per la risoluzione

AICA

Punti scelti dagli studenti

Indice	x	y	Studente	Distanza dal centro *D*
1	0,1947	0,0658	Paolo	0,205518199
2	0,3037	0,9325	Paolo	0,980708897
3	0,6917	0,0912	Paolo	0,697686412
4	0,5129	0,8541	Paolo	0,996269652
5	0,354	0,7918	Paolo	0,867331102
6	0,9595	0,1986	Paolo	0,979837849
7	0,2366	0,2549	Paolo	0,347783798
8	0,3058	0,2313	Paolo	0,383423174
9	0,8569	0,8805	Paolo	1,228640655
10	0,7655	0,9803	Paolo	1,24377584
11	0,4126	0,6145	Roberto	0,740168231

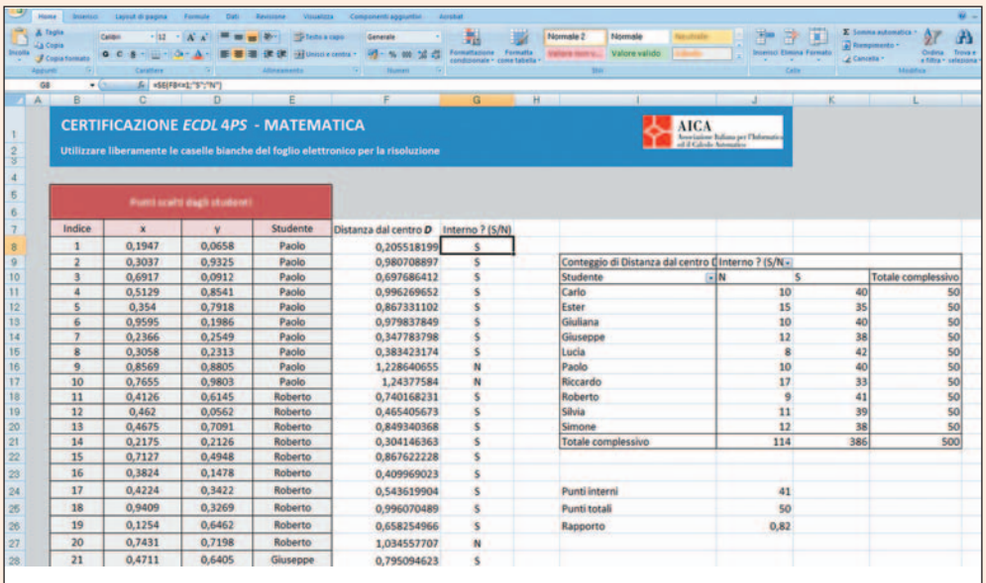
Studente	Distanza dal centro *D*
Roberto	<=1

Punti interni	Punti totali	Rapporto
41	50	0,82

B - *La soluzione basata sulle funzioni di database*

Si può infatti associare ad ogni punto scelto dagli studenti non solo la distanza dal centro del cerchio, ma anche un'indicazione che dice se il punto è interno al cerchio oppure no (tipicamente utilizzando la funzione **=SE()** che inserisce un'indicazione di tipo **S/N** a seconda che il punto sia o meno interno al cerchio).
È ora possibile costruire una tabella pivot come quella indicata nella figura **C,** che ai nomi di ogni studente (usati come **Etichette di riga**) e a ogni tipo di punto (interno o no, usato come **Etichette di colonna**) associa il conteggio delle distanze presenti nel database.
Per ricavare automaticamente il numero di punti interni e il numero di punti totali associati a un particolare studente (il cui nome viene inserito nel foglio **Dati_e_Risultati**) si possono utilizzare le seguenti formule:

cella **J24: = CERCA.VERT(Dati_e_Risultati!C7;I11:L20;3)**
cella **J25: = CERCA.VERT(Dati_e_Risultati!C7;I11:L20;4)**



CERTIFICAZIONE *ECDL 4PS* - MATEMATICA

Utilizzare liberamente le caselle bianche del foglio elettronico per la risoluzione

AICA

Punti scelti dagli studenti

Indice	x	y	Studente	Distanza dal centro *D*	Interno ? (S/N)
1	0,1947	0,0658	Paolo	0,205518199	S
2	0,3037	0,9325	Paolo	0,980708897	S
3	0,6917	0,0912	Paolo	0,697686412	S
4	0,5129	0,8541	Paolo	0,996269652	S
5	0,354	0,7918	Paolo	0,867331102	S
6	0,9595	0,1986	Paolo	0,979837849	S
7	0,2366	0,2549	Paolo	0,347783798	S
8	0,3058	0,2313	Paolo	0,383423174	S
9	0,8569	0,8805	Paolo	1,228640655	N
10	0,7655	0,9803	Paolo	1,24377584	N
11	0,4126	0,6145	Roberto	0,740168231	S
12	0,462	0,0562	Roberto	0,465405673	S
13	0,4675	0,7091	Roberto	0,849340368	S
14	0,2175	0,2126	Roberto	0,304146363	S
15	0,7127	0,4948	Roberto	0,867622228	S
16	0,3824	0,1478	Roberto	0,409969023	S
17	0,4224	0,3422	Roberto	0,543619904	S
18	0,9409	0,3269	Roberto	0,996070489	S
19	0,1254	0,6462	Roberto	0,658254966	S
20	0,7431	0,7198	Roberto	1,034557707	N
21	0,4711	0,6405	Giuseppe	0,795094623	S

Conteggio di Distanza dal centro *D*	Interno ? (S/N		
Studente	N	S	Totale complessivo
Carlo	10	40	50
Ester	15	35	50
Giuliana	10	40	50
Giuseppe	12	38	50
Lucia	8	42	50
Paolo	10	40	50
Riccardo	17	33	50
Roberto	9	41	50
Silvia	11	39	50
Simone	12	38	50
Totale complessivo	114	386	500

Punti interni	41
Punti totali	50
Rapporto	0,82

C - *La soluzione basata sulle tabelle pivot*

Riquadro 2 - Esempio di uma domanda di esame ECDL4PS di Fisica

PROBLEMA DI FISICA

COMPETENZE TECNICHE	COMPETENZE IT	TIPOLOGIA
Moto rettilineo	• Trascinamento; • Funzioni matematiche (RADQ) • Ricerca obiettivo • Funzioni di ricerca e riferimento (CERCA.VERT, CONFRONTA, INDIRETTO)	Domanda a risposta aperta

TESTO DEL PROBLEMA

Contesto

Uno speleologo sta esplorando una grotta carsica, e si trova di fronte a un pozzo naturale di cui non riesce a vedere il fondo. Prima di decidere se avventurarsi nella discesa, cerca di scoprire se la corda che ha con sé sarà sufficiente a raggiungere in sicurezza il fondo del pozzo.
Per far questo, lascia cadere un sasso nel pozzo, e misura con il suo preciso cronometro da polso il tempo trascorso tra l'inizio della caduta e l'istante in cui si sente il tonfo del sasso sul fondo del pozzo[1].

Richieste

- Il foglio elettronico da progettare riceve come dato di ingresso il tempo ***T*** [s] misurato dallo speleologo fra l'inizio della caduta del sasso e l'istante in cui si sente il tonfo sul fondo del pozzo.
- Il foglio elettronico deve restituire la profondità ***P*** [m] del pozzo, con un errore inferiore a 1 dm.

Esempio di funzionamento

Dati di ingresso Tempo ***T*** [s] da inizio caduta sasso a percezione tonfo | 3,5 |

Risultati Profondità stimata ***P*** [m] del pozzo | 54,6 |

1 Si ricorda che:

- la formula che descrive lo spazio percorso ***s*** in un moto uniformemente accelerato in funzione del tempo ***t*** è:
  - $s(t) = \frac{1}{2}a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$

  dove v_0 e s_0 sono la velocità iniziale e lo spazio iniziale del corpo e a corrisponde all'accelerazione di gravità $g = 9{,}8$ [m/s^2];
- la formula che descrive lo spazio percorso ***s*** in un moto rettilineo uniforme in funzione del tempo ***t*** è:
  - $s(t) = v \cdot t + s_0$

  dove s_0 è lo spazio iniziale del corpo;
- la velocità del suono in aria è $v_s = 340$ [m/s].

Il problema di fisica proposto si presta a diverse possibili soluzioni, che si basano in misura molto diversa sulle abilità matematiche del candidato da un lato, e sulle sue capacità di sfruttare le potenzialità del foglio elettronico dall'altro.

Approccio matematico

Per uno studente preparato in fisica e matematica, il modo probabilmente più naturale di affrontare la soluzione del problema proposto si basa sulle seguenti considerazioni di natura matematica:

❑ la profondità ***P*** del pozzo – ovvero lo spazio percorso dal sasso cadendo – è data da:

$$P = \frac{1}{2} g T_c^2 \qquad (1)$$

dove T_c è il tempo che impiega il sasso a cadere in fondo del pozzo;

❑ il tonfo del sasso sul fondo del pozzo deve percorrere di moto rettilineo uniforme lo stesso spazio ***P***, per cui vale la relazione;

$$P = v_s T_s = \frac{1}{2} g T_c^2 \qquad (2)$$

dove T_s è il tempo che impiega il suono del tonfo del sasso a raggiungere lo speleologo;

❑ valgono naturalmente le relazioni:

$$T = T_c + T_s \qquad (3)$$

$$0 < T_c < T \qquad (4)$$

$$0 < T_s < T \qquad (5)$$

segue

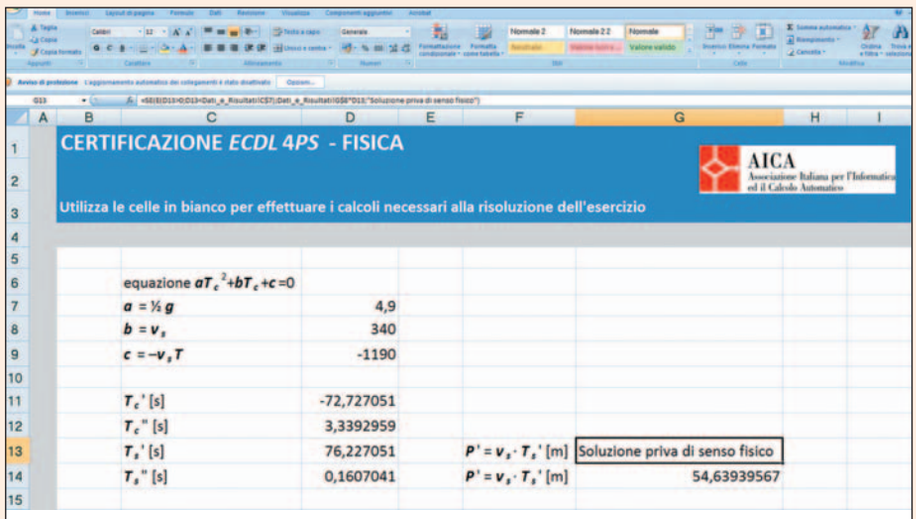
Dalle suddette considerazioni, sostituendo nella (2) $T_s = T - T_c$, si ottiene l'equazione di 2° grado nell'incognita T_c:

$$P = \frac{1}{2} g T_c^2 + v_s T_c - v_s T = 0 \qquad (6)$$

che risolta tenendo conto dei vincoli dati dalle relazioni (4) e (5) porta alla soluzione del problema.
A livello di foglio elettronico, tale soluzione assume l'aspetto riportato nella figura **A**, dove il calcolo della profondità del pozzo fa uso delle seguenti formule (i dati di ingresso sono contenuti nel foglio **Dati_e_Risultati**):

cella **G13:** **=SE(E(D13>0;D13>Dati_e_Risultati!C$7);**
Dati_e_Risultati!G$8*D13;
"Soluzione priva di senso fisico")

cella **G14:** **=SE(E(D14>0;D14>Dati_e_Risultati!C$7);**
Dati_e_Risultati!G$8*D14;
"Soluzione priva di senso fisico")



A - *La soluzione secondo l'approccio matematico*

Approccio con calcolo iterativo

Come è facile vedere, l'approccio matematico appena descritto fa un uso veramente molto modesto delle potenzialità del foglio elettronico, in quanto si basa essenzialmente sulla manipolazione delle relazioni matematiche che descrivono il moto rettilineo uniforme e il moto uniformemente accelerato.
Si possono utilizzare in modo molto più esteso le potenzialità del foglio elettronico se si fanno le seguenti considerazioni:

- dal momento che il problema richiede la valutazione della profondità P con un'approssimazione di 1 dm, la soluzione al problema sarà naturalmente costituita da un valore di tale profondità **multiplo intero** di un "passo" $\Delta P = 0{,}1$ m;
- si può dunque realizzare nel foglio elettronico un calcolo iterativo che valuti, per un numero ragionevole di multipli del passo, T_c e T_s, nonché il tempo totale T dal lancio del sasso al ritorno del rumore del tonfo;
- per ogni valore di tale tempo totale, si può poi calcolare l'***Errore*** (cioè il valore assoluto della differenza fra tale tempo e il tempo T effettivamente misurato dallo speleologo);
- a questo punto, la valutazione della profondità del pozzo si riduce all'identificazione di quale multiplo del passo presenta il minimo ***Errore*** nella valutazione del tempo totale.

Per fare questo, possiamo impostare un foglio elettronico come quello mostrato nella figura **B**, dove per tutti i multipli del passo compresi fra 0,1 m e 100 m (quindi per 1000 iterazioni) sono stati calcolati i valori sopra riportati.
L'identificazione della migliore approssimazione della profondità è stata ottenuta calcolando nella cella **J6** il minimo valore dell'errore, e utilizzando la formula:

= INDIRETTO("C"&CONFRONTA(J6;G7:G1006;0)+6)

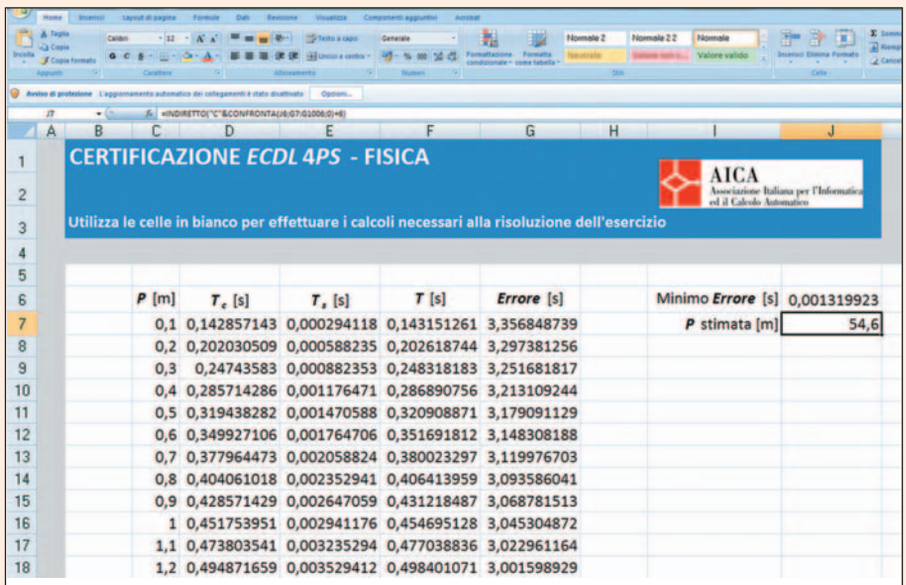
nella cella **J7** per trovare la posizione del minimo nella colonna **G** e usare tale posizione per accedere al corrispondente multiplo del passo nella colonna **C**.
Naturalmente, dal momento che le iterazioni del calcolo cominciano alla riga 7 invece che alla riga 1, è necessario incrementare di 6 il valore restituito dalla funzione **=CONFRONTA()** per raggiungere la cella del multiplo corretto con la funzione **=INDIRETTO()**.

Approccio con ricerca obiettivo

Un modo ulteriore per risolvere il problema proposto consiste nel considerare che:

- le formule che descrivono il moto rettilineo uniforme e il moto uniformemente accelerato consentono di calcolare molto facilmen-

segue



CERTIFICAZIONE *ECDL 4PS* - FISICA

AICA Associazione Italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico

Utilizza le celle in bianco per effettuare i calcoli necessari alla risoluzione dell'esercizio

	P [m]	T_c [s]	T_s [s]	*T* [s]	*Errore* [s]		
						Minimo *Errore* [s]	0,001319923
	0,1	0,142857143	0,000294118	0,143151261	3,356848739	*P* stimata [m]	54,6
	0,2	0,202030509	0,000588235	0,202618744	3,297381256		
	0,3	0,24743583	0,000882353	0,248318183	3,251681817		
	0,4	0,285714286	0,001176471	0,286890756	3,213109244		
	0,5	0,319438282	0,001470588	0,320908871	3,179091129		
	0,6	0,349927106	0,001764706	0,351691812	3,148308188		
	0,7	0,377964473	0,002058824	0,380023297	3,119976703		
	0,8	0,404061018	0,002352941	0,406413959	3,093586041		
	0,9	0,428571429	0,002647059	0,431218487	3,068781513		
	1	0,451753951	0,002941176	0,454695128	3,045304872		
	1,1	0,473803541	0,003235294	0,477038836	3,022961164		
	1,2	0,494871659	0,003529412	0,498401071	3,001598929		

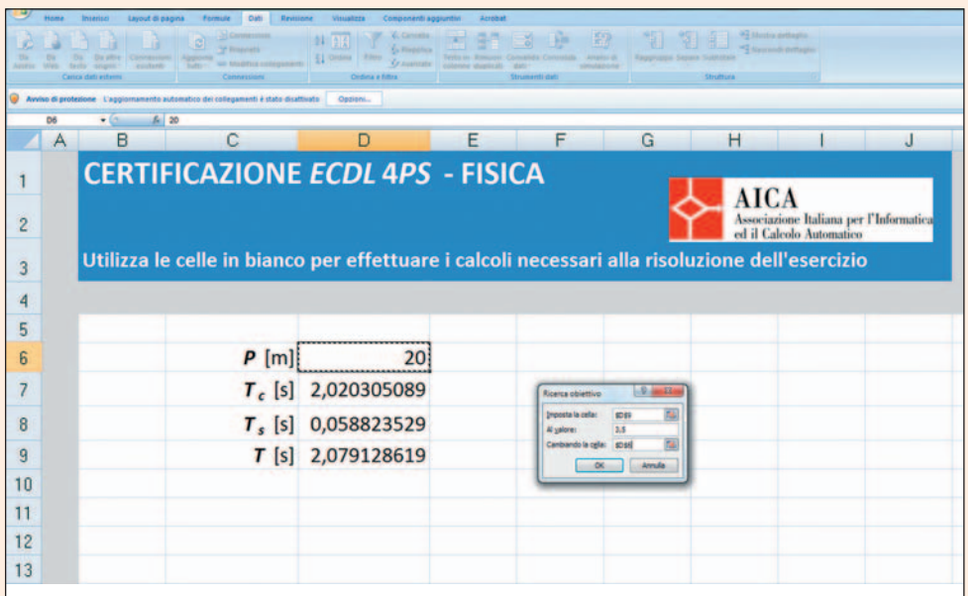
B - *La soluzione che utilizza un calcolo iterativo*

te (in modo **diretto**) il tempo totale **T** in funzione della profondità del pozzo **P** come:

$$T = \sqrt{\frac{2P}{g} + \frac{P}{v_s}} \qquad (7)$$

❑ dal momento che il problema da affrontare richiede il calcolo **inverso** dello spazio percorso in funzione del tempo di percorrenza, si può ricorrere alle potenzialità di ricerca obiettivo del foglio elettronico per valutare quale valore della variabile indipendente ***P*** consente di ottenere un certo valore della variabile dipendente ***T***.

È dunque possibile impostare un foglio elettronico come quelle mostrato nella figura **C**. La relazione diretta (7) viene calcolata sulla base di una profondità ***P*** del pozzo scelta a caso (nell'esempio 20 m) e successivamente – mediante il comando **Dati/Analisi di simulazione/Ricerca obiettivo...** – si chiede al foglio elettronico di variare la profondità ***P*** (cella **D6**) in modo da ottenere un tempo totale di ritorno del rumore del tonfo pari a ***T***.
L'unico problema di questa soluzione è l'impossibilità di automatizzare l'esecuzione della Ricerca obiettivo al variare dei dati di ingresso (ovvero del tempo T di ritorno del rumore del tonfo) perché il valore da ricercare (secondo parametro del comando **Dati/Analisi di simulazione/Ricerca obiettivo...**) non può essere inserito facendo riferimento al contenuto di una cella ma deve essere specificato come costante numerica.



CERTIFICAZIONE *ECDL 4PS* - FISICA

AICA Associazione Italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico

Utilizza le celle in bianco per effettuare i calcoli necessari alla risoluzione dell'esercizio

P [m]	20
T_c [s]	2,020305089
T_s [s]	0,058823529
T [s]	2,079128619

C - *La soluzione che utilizza la Ricerca obiettivo*

Riquadro 3 - Algoritmi iterativi con il foglio elettronico

Il foglio elettronico – come noto – è uno strumento particolarmente adatto a eseguire calcoli numerici (anche se esistono numerose funzioni per il trattamento di testo, per la gestione di tabelle di dati non numerici ecc.). Per questo motivo, ci si trova molto spesso ad affrontare problemi che presentano per loro natura una **soluzione iterativa**, ovvero una soluzione che prevede di ripetere **nel tempo** le stesse operazioni su dati che – da una ripetizione (iterazione) alla successiva – si modificano in base a un certo criterio.
Un esempio – banale ma utile per la sua semplicità – potrebbe essere il tracciamento per punti nel piano cartesiano della funzione $y = f(x)$ data dalla seguente espressione:

$$y = \frac{1}{x+1} \qquad (1)$$

al variare della variabile indipendente x da 0 a 10 per incrementi di 0.5: in questo caso, la soluzione iterativa (o **algoritmo iterativo** come dicono gli informatici, ovvero sequenza di passi da ripetere un certo numero di volte) è la seguente:

1. assegnare a x il valore iniziale 0;
2. calcolare il corrispondente valore di y;
3. incrementare x di 0.5;
4. verificare se si è superato il valore finale 10;
   - 4.1. in caso negativo, passare all'iterazione successiva ricominciando dal punto 2
   - 4.2. in caso affermativo, ritenere risolto il problema

Il modo più naturale per far svolgere a un calcolatore tale algoritmo è certamente quello di ricorrere a un opportuno linguaggio di programmazione (come **C** o **Pascal**) nel quale codificare l'algoritmo stesso per poi farlo eseguire al calcolatore.
Meno naturale risulta senz'altro la realizzazione di tale algoritmo su un foglio elettronico, a meno che non si voglia ricorrere alle macroistruzioni e alla programmazione in **VBA** (*Visual Basic for Applications*) per "annegare" un algoritmo all'interno del foglio elettronico.
Il foglio elettronico ha infatti un'impostazione intrinsecamente diversa: le formule di un foglio elettronico sono legami che collegano **nello spazio** il contenuto delle diverse celle del foglio stesso, e vengono concettualmente eseguite tutte insieme, nel rispetto naturalmente dei vincoli di precedenza (se cioè una formula usa come dato il risultato di un'altra formula, la prima viene eseguita **dopo** la seconda).
Dal momento che lo scopo di questo testo è quello di insegnare a usare lo strumento "foglio elettronico" nella sua struttura normale, si pone dunque il problema di "tradurre" per il foglio elettronico un algoritmo iterativo. Si tratta in altre parole di riportare **nello spazio** (ovvero in celle diverse) ciò che l'algoritmo iterativo fa **nel tempo** ad ogni iterazione: in pratica, serve dedicare un certo insieme di righe o di colonne (in quantità uguale al numero di iterazioni previste dall'algoritmo) alla parte iterativa del calcolo, ripetendo in ogni riga/colonna le stesse formule (ovvero gli stessi passi computazionali previsti dall'algoritmo) e facendo variare in modo opportuno i dati sui quali operano le formule di ciascuna riga/colonna.
Nell'esempio fatto sopra, possiamo prevedere 21 righe (per le iterazioni con x che varia da 0 a 10 per incrementi di 0,5) e due colonne: una per il valore di x relativo a ciascuna iterazione, una per il calcolo dell'espressione y. Ecco riportata nella figura **A** la versione **spaziale** dell'algoritmo iterativo usato come esempio.

B2 | fx | =1/(A2+1)

	A	B	C	D	E
1	*x*	*y*			
2	0	1,0000			
3	0,5	0,6667			
4	1	0,5000			
5	1,5	0,4000			
6	2	0,3333			
7	2,5	0,2857			
8	3	0,2500			
9	3,5	0,2222			
10	4	0,2000			
11	4,5	0,1818			
12	5	0,1667			
13	5,5	0,1538			
14	6	0,1429			
15	6,5	0,1333			
16	7	0,1250			
17	7,5	0,1176			
18	8	0,1111			
19	8,5	0,1053			
20	9	0,1000			
21	9,5	0,0952			
22	10	0,0909			
23					

A - *Versione spaziale di un algoritmo iterativo in un foglio elettronico*

Riquadro 4 - Liniti di una funzione

Definizione del problema

Consideriamo nel piano cartesiano una funzione $y = f(x)$.
Vogliamo utilizzare il foglio elettronico come strumento di verifica numerica della teoria dei limiti. In particolare, vogliamo poter calcolare le seguenti espressioni:

$$\lim_{x \to x_0^-} f(x) \qquad (1)$$

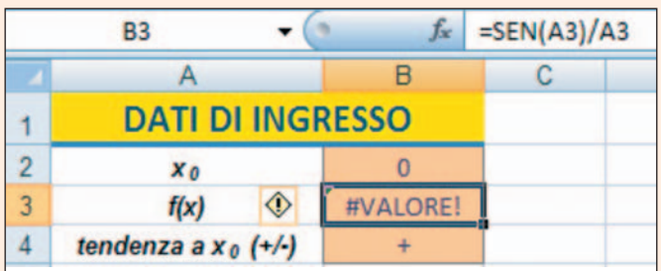
$$\lim_{x \to x_0^+} f(x) \qquad (2)$$

Impostazione della soluzione con il foglio elettronico

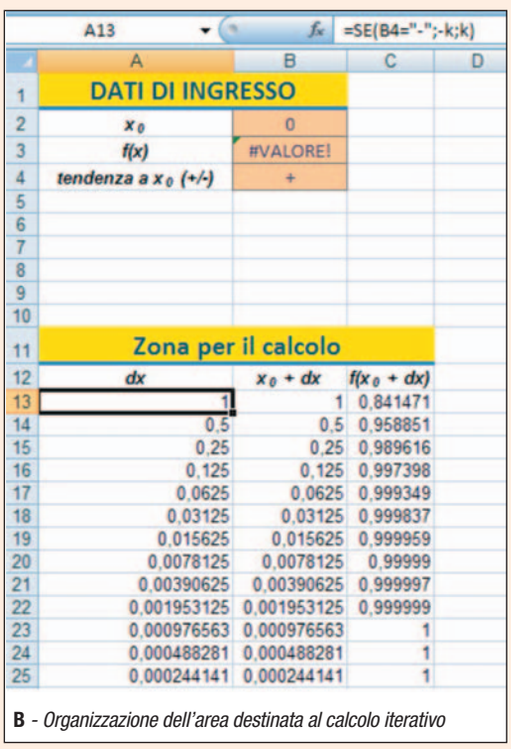
Dobbiamo affrontare con il foglio elettronico il calcolo dei limiti (1) e (2), cioè dei valori cui tende la funzione quando la variabile x tende a un valore finito x_0 avvicinandosi per valori minori (quindi tende a x_0^- ovvero "da sinistra") oppure per valori maggiori (quindi tende a x_0^+ ovvero "da destra").
Le informazioni da inserire per impostare il problema sono 3:

1. il valore x_0 in cui calcolare il limite;
2. l'espressione della funzione $f(x)$;
3. la direzione di "tendenza" (cioè di avvicinamento) a x_0: "–" se "da sinistra" oppure "+" se "da destra".

Si possono dedicare a questi tre dati altrettante celle del foglio elettronico, come mostrato nella figura **A**. A questo scopo, come già fatto per il calcolo dell'integrale di una funzione, si è deciso di usare come riferimento a x la cella **A3** immediatamente a sinistra di quella (**B3**) destinata all'inserimento della funzione (il motivo di questa scelta sarà chiaro tra poco...). Naturalmente, poiché la cella **A3** contiene testo, in **B3** appare un messaggio di errore in quanto la formula inserita si aspetta di operare su valori numerici.



A - *Foglio elettronico con le caselle per l'inserimento dei dati di ingresso*



B - *Organizzazione dell'area destinata al calcolo iterativo*

Per il calcolo del limite, si tratta ora di applicare un algoritmo iterativo, che partendo da una certa costante positiva k (per esempio $k = 1$) definisca un incremento $dx = -k$ oppure $dx = k$ a seconda che si voglia calcolare il limite per $x \to x_0^-$ oppure per $x \to x_0^+$, valuti $f(x_0 + dx)$, quindi dimezzi il valore dx e ripeta l'operazione per un certo numero di volte.
Si può a tale scopo dedicare al calcolo iterativo alcune celle sottostanti i dati di ingresso, come indicato nella figura **B**, dove viene evidenziata la formula per il calcolo dell'incremento iniziale $dx = \pm k$.
Si noti che le celle della colonna **C** – contenenti la formula per il calcolo della funzione del punto di ascissa $x_0 + dx$ – possono essere facilmente riempite selezionando la cella **B3** in cui è stata inserita la formula corrispondente alla funzione e dando il comando **Copia/Incolla/Formule**: avendo utilizzato come detto prima la cella **A3** come variabile indipendente nella definizione dell'espressione della funzione in **B3**, l'operazione di copiatura sistema automaticamente i riferimenti contenuti nella formula copiata ai valori di ascissa da utilizzare in ciascuna cella.

Segue

Possibili evoluzioni della soluzione

A parte considerazioni estetiche (come formattazioni con corpi di stampa e colori delle celle importanti, inserimento di commenti per guidare l'utente ecc.) un'evoluzione significativa della soluzione proposta deriva dalla considerazione che – cambiando l'espressione della funzione ***f(x)*** – diventa necessario intervenire su tutto il foglio, poiché la formula scritta nella cella di definizione della funzione (**B3**) va ricopiata nella zona del calcolo iterativo.

Non esiste però un modo per far sì che una formula modificata in una cella venga automaticamente ricopiata in diverse alte celle di un foglio: l'unica possibilità è quella di ricorrere a un meccanismo semiautomatico, basato sulle macroistruzioni.

Si tratta in pratica di attivare il registratore di macro (con il comando **Visualizza/Macro/Registra macro**) quindi portare il cursore sulla cella **B3**, dare il comando di **Copia** e successivamente di **Incolla/Formule** in tutte le celle destinazione della colonna **C**, quindi interrompere la registrazione della macro. A questo punto, dopo ogni modifica della formula che definisce la funzione, sarà sufficiente attivare la macro precedentemente registrata per aggiornare automaticamente tutta l'area di calcolo.

Bibliografia

[1] Alfonsi C.R., Pedreschi D., Scarabottolo N., Simi M.: Progetto IT4PS: il computer per la soluzione di problemi. *Mondo Digitale*, anno V, n. 3, settembre 2006, p. 3-15.

[2] Alfonsi C. R., Calzarossa M.C., Ciancarini P., Maresca P., Mich L., Sala F., Scarabottolo N.: Certificazione delle conoscenze informatiche nell'Università italiana. *Mondo Digitale*, anno V, n. 4, dicembre 2006, p. 47-59.

[3] Anzai K., Simon H.A.: *The theory of learning by doing*. *Psychological Review*, Vol, 86, 1979, p. 124-140.

[4] Bhaskar R., Simon H.A.: Problem solving in semantically rich domains: An example from engineering thermodynamics. *Cognitive Science*, Vol. 1, 1977, p. 193-215.

[5] Frensch P.A., Funke J.: *Complex problem solving: The European Perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

[6] Mayer R.E.: *Thinking, problem solving, cognition*. Second edition. New York: W. H. Freeman and Company, 1992.

[7] Scarabottolo N.: *Problem solving con il foglio elettronico – guida alla certificazione ECDL4PS*. (di prossima pubblicazione).

[8] Sternberg R.J., Frensch P.A.: *Complex problem solving: Principles and mechanisms*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1991.

Nello Scarabottolo, professore ordinario di Informatica presso il Dipartimento di Tecnologie dell'Informazione dell'Università di Milano, collabora da tempo con la Fondazione CRUI e con AICA su progetti di definizione, diffusione e monitoraggio delle certificazioni ICT nelle università italiane.

Fa parte del Gruppo di Lavoro che ha realizzato l'Osservatorio Permanente delle Certificazioni Informatiche negli Atenei Italiani.

È *Honorary Treasurer* del CEPIS (il Council of European Professional Informatics Societies) l'ente che riunisce le Associazioni europee di informatica, di cui AICA è la rappresentante per l'Italia.

e-mail: nello.scarabottolo@unimi.it