

- (c) Verificare la minimalità, documentare le ridondanze ed eventualmente ristrutturare lo schema.
- (d) Verificare la leggibilità dello schema ed eventualmente ristrutturare lo schema.

Si osservi che se il passo 3 e il passo 5 non vengono effettuati e nel passo 4 si procede solo mediante raffinamenti (azione (a)), abbiamo una strategia top-down pura. Viceversa, se il passo base non viene effettuato e nel passo 5 vengono solo aggiunti nuovi concetti, ci stiamo muovendo secondo la strategia bottom-up pura. Infine, nelle trasformazioni bottom-up, si può procedere a “macchia d’olio”, cioè secondo la strategia inside-out.

Nella metodologia presentata, viene solo brevemente citata un’importante attività che dovrebbe in realtà accompagnare tutte le fasi di progetto: quella della documentazione degli schemi. Secondo quanto detto nel Paragrafo 6.3, anche questa attività può essere disciplinata facendo uso di strumenti opportuni. In particolare, è molto utile costruire, parallelamente allo sviluppo di uno schema, anche un dizionario dei dati che favorisca l’interpretazione dei vari concetti. Inoltre, possiamo far uso di regole aziendali per descrivere la presenza di ridondanze o requisiti dell’applicazione che non riusciamo a tradurre in costrutti del modello E-R.

Concludiamo questa presentazione con una breve riflessione sulla fase finale della metodologia presentata, quella dell’analisi della qualità del progetto. Innanzitutto va precisato che questa attività non va relegata al termine della progettazione, ma va effettuata, con regolarità, durante tutto lo sviluppo dello schema concettuale. Va infatti sottolineato che l’analisi di qualità costituisce un importante momento di verifica dello stato corrente del progetto nel quale è spesso necessario dover effettuare delle ristrutturazioni per rimediare a “errori” fatti nelle fasi precedenti. Bisogna porre, in questa fase, particolare attenzione a concetti dello schema aventi proprietà particolari: per esempio, entità senza attributi, insiemi di concetti che formano cicli, gerarchie di generalizzazioni troppo complesse o porzioni dello schema particolarmente contorte. Come accennato nel Paragrafo 7.4, non è detto che questa analisi porti necessariamente a delle ristrutturazioni, ma solo a una riorganizzazione dello schema che ne aumenti la leggibilità.

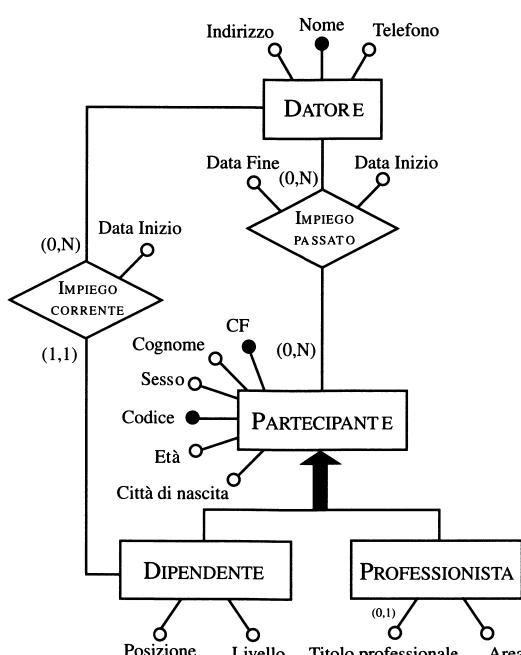
## 7.6 Un esempio di progettazione concettuale

Vediamo ora un esempio concreto e completo di progettazione concettuale che fa riferimento alla solita società di formazione. Abbiamo già eseguito per questo caso i compiti della prima fase della metodologia e abbiamo mostrato un possibile schema scheletro per questa applicazione in Figura 7.25. Con riferimento a questo schema, possiamo a questo punto decidere di analizzare separatamente le specifiche riguardanti i partecipanti, quelle riguardanti i corsi e quelle riguardanti i docenti e procedere a macchia d’olio per includere i concetti non presi in considerazione nello schema scheletro. Vedremo che, nella costruzione dei vari schemi, incontreremo in molti casi i pattern progettuali discussi nel Paragrafo 7.2.2.

Eseguiamo quindi il passo iterativo della metodologia generale, considerando prima i partecipanti. Tra questi si individuano facilmente due tipologie: i *professionisti* e i *dipendenti*. Questi concetti sono rappresentabili come entità figlie dell’entità

**PARTECIPANTE** iniziale: la generalizzazione che ne risulta è totale. A questo punto vanno rappresentati gli impieghi dei partecipanti. Questo può essere fatto introducendo innanzitutto un'entità **DATORE** visto che vanno rappresentate, per questo concetto, diverse proprietà. Analizzando poi le specifiche relative agli impieghi dei partecipanti, ci accorgiamo che vanno rappresentati due concetti distinti: i rapporti passati e quelli presenti. Possiamo allora introdurre due relazioni **IMPIEGO PASSATO** e **IMPIEGO CORRENTE**: la prima ha come attributi una data di inizio e una di fine rapporto e lega l'entità **DATORE** con l'entità **PARTECIPANTE** (perché anche i professionisti possono aver avuto, nel passato, un lavoro dipendente); la seconda ha solo una data di inizio rapporto e lega l'entità **DATORE** con l'entità **DIPENDENTE**. Aggiungendo gli attributi a entità e relazioni, le cardinalità alle relazioni e gli identificatori alle entità, si ottiene lo schema in Figura 7.26. Si osservi che l'entità **PARTECIPANTE** ha due identificatori: il codice interno dell'azienda e il codice fiscale. Si osservi inoltre che l'attributo **Titolo professionale** è opzionale, in quanto dalle specifiche si evince che questo dato può mancare.

Per quanto riguarda i docenti vanno distinti i dipendenti interni della società di formazione dai collaboratori esterni. Questo si può fare in maniera naturale con una generalizzazione totale di cui **DOCENTE** è l'entità genitore. Si possono quindi aggiungere gli attributi **Cognome**, **Età**, **Città di nascita** e **Numero di telefono** all'entità **DOCENTE**. Quest'ultimo è multivaleore perché dalle specifiche risulta che i

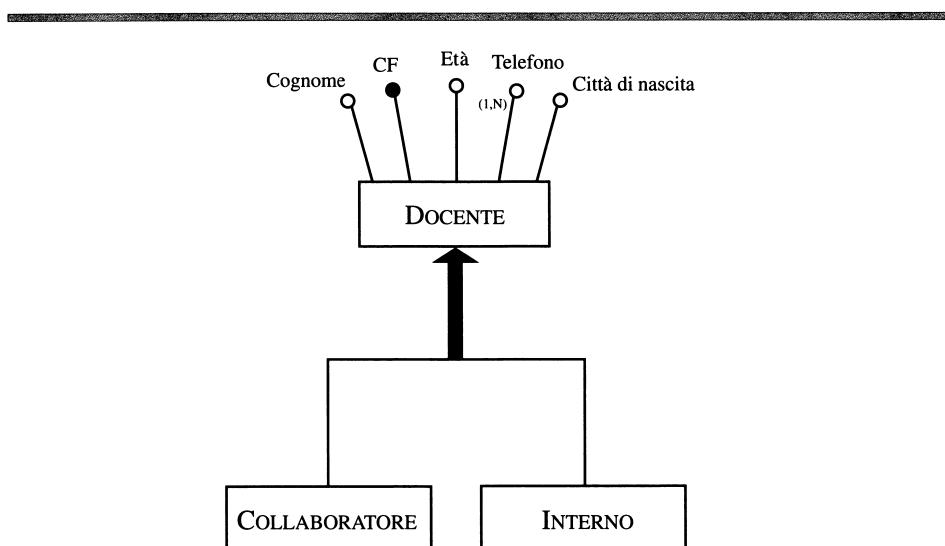


**Figura 7.26** Il raffinamento di una porzione dello schema scheletro.

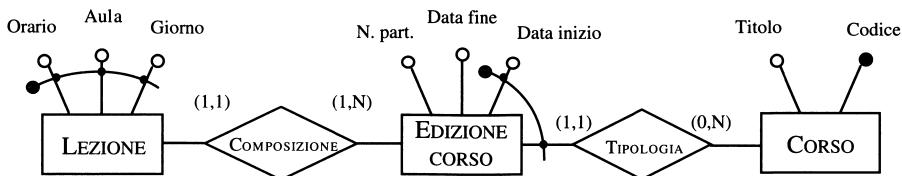
docenti possono avere più numeri di telefono e noi li vogliamo rappresentare tutti. A questo punto si può osservare che i vari attributi non forniscono un identificatore naturale per l'entità DOCENTE. In casi come questo si cerca di individuare un concetto che possa identificare l'entità anche se questo non rappresenta una specifica. Nel nostro caso, si può introdurre a questo scopo il codice fiscale del docente anche se questo dato non faceva parte delle specifiche iniziali. Alternativamente, si sarebbe potuto introdurre un codice da usare appositamente per questo scopo. Il sotto-schema risultante è riportato in Figura 7.27.

Passiamo ora all'analisi dell'entità CORSO. Vanno innanzitutto distinti due concetti legati tra loro, ma chiaramente distinti: il concetto astratto di corso (che ha un nome e un codice) dall'edizione di un corso che ha una data di inizio, una data di fine e un numero di partecipanti. Rappresentiamo questi due concetti con due entità distinte legate dalla relazione TIPOLOGIA. Vanno poi rappresentate le *lezioni* dei corsi, che possiamo descrivere con una entità legata alle edizioni dei corsi da una relazione COMPOSIZIONE. Aggiungiamo poi gli attributi, le cardinalità e gli identificatori. Per quel che riguarda gli identificatori assumiamo che una lezione sia identificata dall'aula, l'ora e il giorno (non è infatti possibile avere nello stesso giorno, nello stesso orario e nella stessa aula due lezioni diverse). Per le edizioni di corso assumiamo invece che non possono partire nello stesso giorno edizioni diverse dello stesso corso e quindi un identificatore per l'entità EDIZIONE DI CORSO è costituito dall'attributo Data inizio e dall'entità CORSO. Il sotto-schema risultante è riportato in Figura 7.28.

Lo schema finale si ottiene per integrazione degli schemi ottenuti fino a questo punto. Iniziamo con gli schemi relativi ai docenti e ai corsi rappresentati in Figura 7.27 e in Figura 7.28 rispettivamente: dallo schema scheletro si intuisce che il



**Figura 7.27** Il raffinamento di un'altra porzione dello schema scheletro.



**Figura 7.28** Il raffinamento di un'altra porzione dello schema scheletrico.

collegamento avviene attraverso una relazione di docenza che va però raffinata. Dall'analisi delle specifiche non è difficile individuare tre tipi di correlazioni diverse tra i docenti e i corsi: le *docenze correnti*, quelle *passate* e l'*abilitazione* a insegnare un corso. Rappresentiamo questi legami con tre relazioni: le prime due collegano le entità **DOCENTE** ed **EDIZIONE DI CORSO** (perché un docente insegna o ha insegnato una specifica edizione di corso) mentre la terza collega l'entità **DOCENTE** e l'entità **CORSO** (perché un docente viene abilitato a insegnare un generico corso). Va ora integrato lo schema ottenuto con la porzione relativa ai partecipanti, riportata in Figura 7.26. Dallo schema scheletro si intuisce che, per fare questo, va stabilito il tipo di relazione che intercorre tra i corsi e i partecipanti. Se ne possono individuare due: le partecipazioni *correnti* e quelle *passate* che rappresentiamo con relazioni tra l'entità **PARTECIPANTE** e l'entità **EDIZIONE DI CORSO**. Di quelle passate è d'interesse la votazione che rappresentiamo con un attributo. Aggiungendo le varie cardinalità si ottiene lo schema finale riportato in Figura 7.29.

Va notato che abbiamo proceduto, in questo caso, decomponendo e poi integrando, ma, trattandosi di uno schema non molto complesso, avremmo potuto anche lavorare direttamente sullo schema scheletro procedendo per raffinamenti e integrazioni successive senza veri e propri passi di integrazione.

A questo punto, restano da verificare le proprietà dello schema così ottenuto. In particolare, la completezza si verifica ripercorrendo tutti i requisiti sui dati e sulle operazioni controllando che tutti i dati siano stati rappresentati e che tutte le operazioni possano essere eseguite mediante una navigazione sullo schema. Per citare un esempio, consideriamo l'operazione 7 che richiedeva l'elenco di tutti i partecipanti ai corsi insegnati da un docente. Questa operazione è in effetti eseguibile con riferimento allo schema in Figura 7.26 come segue: partiamo dall'entità **DOCENTE**, attraversiamo le relazioni **DOCENZA PASSATA** e **DOCENZA CORRENTE**, raggiungiamo l'entità **EDIZIONE CORSO** e da questa, tramite le relazioni **PARTECIPAZIONE PASSATA** e **PARTECIPAZIONE CORRENTE**, arriviamo infine all'entità **PARTECIPANTE**. Possiamo così ottenere, dato un docente, i partecipanti a tutti i corsi da lui/lei insegnati. Per quanto riguarda invece la minimalità, si può osservare che esiste nello schema una ridondanza: l'attributo **Numero di partecipanti** dell'entità **EDIZIONE DI CORSO** può essere infatti derivato, per una certa edizione, contando il numero di istanze dell'entità **PARTECIPANTE** che sono legate a questa edizione. Rimandiamo alla fase successiva, la progettazione logica, la decisione sul fatto di mantenere o eliminare tale ridondanza.

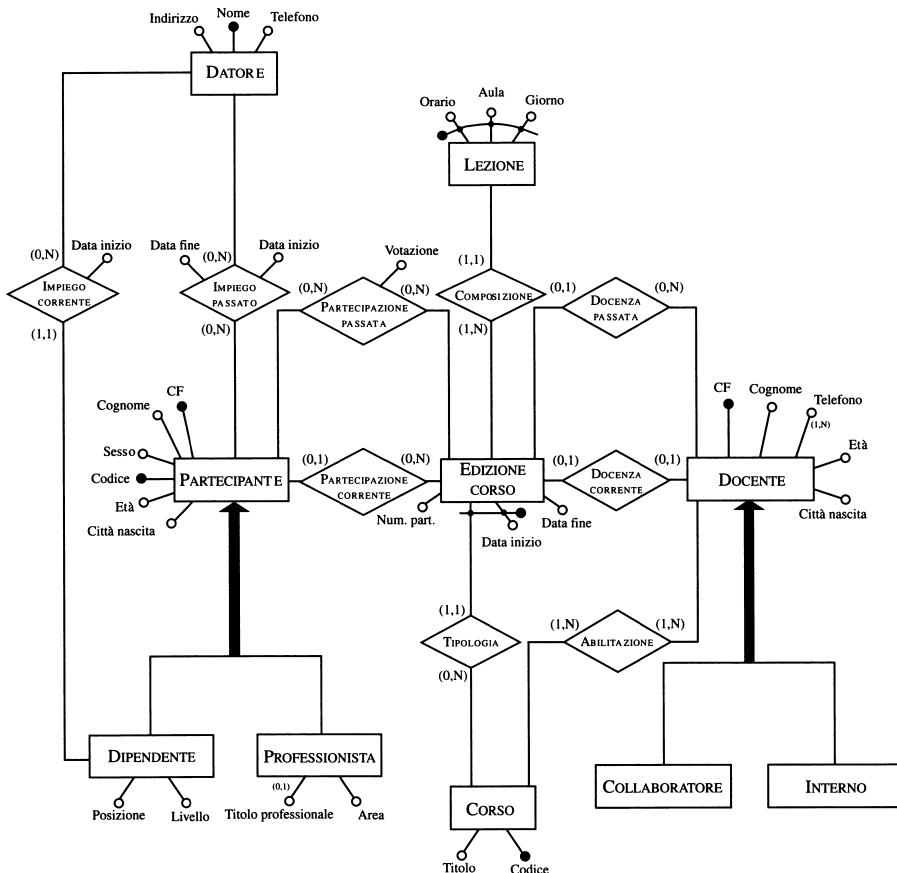


Figura 7.29 Lo schema E-R finale per la società di formazione.

Va infine ricordato che lo schema va corredata con un'opportuna documentazione che va prodotta parallelamente alla costruzione dello schema. In particolare, è importante descrivere, per esempio sotto forma di regole aziendali, eventuali vincoli non espressi direttamente dallo schema. Per esempio, il fatto che un docente può insegnare (o aver insegnato) un corso solo se è abilitato a farlo.

## 7.7 Strumenti CASE per la progettazione di basi di dati

La progettazione di basi di dati è un'attività complessa che è spesso difficile o addirittura impossibile svolgere manualmente. Questa attività può essere resa più produttiva facendo uso di programmi di editing dotati di interfacce grafiche per