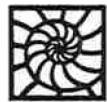


A CURA DI
O. ANDREANI DENTICI
E. GATTICO

LA SCUOLA
DI GINEVRA
DOPO PIAGET

Antologia di testi

1992



Raffaello Cortina Editore

LO SVILUPPO COGNITIVO
ARRICCHIMENTO O IMPOVERIMENTO?

Come conciliare i modelli psicologici
e neurobiologici dello sviluppo*

Pierre Mounoud

LO SVILUPPO COGNITIVO ARRICCHIMENTO O IMPOVERIMENTO?

Come conciliare i modelli psicologici
e neurobiologici dello sviluppo *

Pierre Mounoud

Questo capitolo confronta due concezioni dello sviluppo cognitivo. Il modello psicologico dell'“arricchimento” considera lo sviluppo come un passaggio da comportamenti semplici a comportamenti complessi per mezzo di meccanismi di coordinazione. Il modello neurobiologico dell'“impoverimento” descrive il passaggio opposto, attraverso meccanismi selettivi di adattamento. Viene proposta un'interpretazione basata sulla combinazione di questi due modelli. Dalla teoria neurobiologica di Edelman e da quella psicologica di Harnard lo sviluppo delle capacità di categorizzazione è presentato come “la base delle cognizioni”. Infine viene sostenuto che lo sviluppo delle categorie è accompagnato da cambiamenti qualitativi, normalmente ignorati nella ricerca contemporanea.

Introduzione

L'argomento di questo libro è lo sviluppo cognitivo, ma i capitoli non si riferiscono tanto a diversi “domini”, bensì a differenti approcci o metodi. Comunque, questo punto di vista non sarà

* “Cognitive development: enrichment or impoverishment? How to conciliate psychological and neurobiological models of development”. In: Hauert, C.A. (Ed.), *Developmental psychology: cognitive, perceptuo-motor and neuropsychological perspectives*. “Advances in Psychology”, vol. 64, Amsterdam, 1990.

accettato all'unanimità da tutti gli autori di questo libro né da tutti i lettori.

Forse sarebbe più prudente parlare dello sviluppo delle “funzioni cognitive” piuttosto che dello “sviluppo cognitivo”. Le funzioni cognitive sono spesso descritte in termini di “componenti”, “moduli”, “sottosistemi” e “sottoprocessori” ecc. Questi diversi termini implicano l'esistenza di un sistema cognitivo complesso, con un'organizzazione funzionale gerarchica (si veda O'Leary). Le teorie recenti suggeriscono spesso che le varie componenti funzionano separatamente, ma sembra che le cose non stiano proprio così.

Considerazioni sullo sviluppo cognitivo e sul suo studio. Modelli di riferimento

Da questo punto di partenza generale, ho ricevuto l'impressione che la maggior parte degli autori dei sei capitoli di questa parte del libro hanno lavorato in un certo isolamento concettuale e teorico. Ad eccezione di alcuni accenni ad Atkinson e Shiffrin (1968) e ad Anderson (1983), è difficile capire la mancanza di riferimento al lavoro di Tulving (1972) sulla memoria episodica e semantica, a Baddeley (1976) sulla “working memory”, Craik e Lockhart (1972) e Snodgrass (1980) sui livelli di elaborazione delle informazioni, Fodor (1983) sulla modularità, McClelland e Rumelhart (1986) sull'elaborazione parallela/distribuita. Queste diverse teorie permettono di distinguere tipi di analisi e integrazioni (per esempio aspetti fisici e semantici), livelli di rappresentazione, semplici vs complessi e diversi sistemi di codifica (singola, doppia, tripla), e livelli di elaborazione (immagazzinamento di immagini prototipiche e immagazzinamento proposizionale o semantico). Queste nozioni o altre sembrano necessarie per la comprensione dei complessi e spesso paradossali problemi dello sviluppo.

Lo stesso discorso riguarda la teoria di Piaget, che è spesso presentata in un modo eccessivamente semplificato. Spesso la distinzione tra sistemi figurativi e sistemi operativi non viene fatta e non vengono nemmeno discusse le regole a essi attribuite da

Piaget. Inoltre non viene fatto alcun riferimento alle “funzioni” logiche che definiscono il ragionamento preoperatorio secondo Piaget. Come si può parlare di classificazioni iniziali senza considerare le difficoltà che i bambini di quattro o cinque anni hanno nel dissociare gli aspetti infralogici e logico-matematici, o senza considerare le ipotesi correnti sull’elaborazione delle rappresentazioni?

Riguardo le classificazioni o categorizzazioni, è anche difficile capire la mancanza di riferimenti ai lavori di Kemler (1983) sui problemi che i bambini piccoli incontrano nell’isolare le dimensioni pertinenti a una situazione, Rosch e Mervis (1975) sulla struttura prototipo, Smith, Shoben e Rips (1974) sulla memoria semantica nelle attività di categorizzazione, e Smith e Medin sulle categorie e concetti.

“Domini” e processi cognitivi Un breve riesame del problema dei “domini” può essere utile a questo punto. L’esistenza di campi di conoscenza non può essere messa in dubbio. Seguendo la tradizione di Kant, Piaget ha analizzato i comportamenti in relazione alle “categorie” di conoscenza. Il fatto che la conoscenza di un bambino non si sviluppa con lo stesso ritmo in domini diversi non presenta, secondo la mia opinione, grossi problemi teorici, sebbene altri possano dissentire (si veda, per esempio, Brainerd, 1978; Levin, 1985). Il problema fondamentale è sapere se sono i meccanismi generali a determinare il processo di sviluppo nei diversi domini o se debbano essere postulati dei meccanismi specifici per ogni dominio e sequenza temporale.

Per esempio, in ogni dominio, gli oggetti che lo definiscono richiedono un’identificazione o categorizzazione da parte del soggetto. Dobbiamo immaginare processi di categorizzazione specifici per ciascun dominio — un’ipotesi che è stata a lungo proposta per il linguaggio (l’ipotesi “the speech is special”), o è possibile che processi generali di categorizzazione (perceptiva, concettuale) si applichino a tutti i domini? La mia ipotesi è chiaramente a favore dei processi generali. Un caso particolare illustra bene tutto ciò. Nel suo capitolo sullo sviluppo percettivo-motorio nei bambini, Laszlo dice di avere provato a definire specifiche prove sperimentali che evitassero il più possibile altri domini come le ca-

pacità cognitive. Tuttavia le sue prove sono descritte come richiedenti attività di pianificazione motoria e programmazione motoria temporale e spaziale. È difficile considerare queste attività come qualcosa di diverso dal cognitivo, in quanto la pianificazione viene solitamente considerata come un meccanismo di alto livello cognitivo. Esaminiamo in maggior dettaglio una di queste prove che richiede percezione cinestesica e memoria.

A dei soggetti bendati viene chiesto di seguire con la mano dei pattern curvilinei, senza senso, incisi in un supporto. Essi devono poi riconoscere il pattern dei disegni oppure riprodurlo. Secondo Laszlo, i soggetti devono “strutturare sequenzialmente l’informazione ricevuta in un pattern spazialmente coerente”, devono “estrarre sufficienti informazioni per un’accurata codifica dei pattern”, “costruire un percelto”, “formare un’immagine basata sull’input ricevuto sequenzialmente” e “immagazzinare l’informazione cinestesica”. Senza dubbio questi processi sembrano essere cognitivi. Perché questa situazione, che consiste nell’identificare o categorizzare un pattern, dovrebbe essere diversa da altre situazioni sperimentali di discriminazione o categorizzazione? Sebbene la prova richieda degli specifici recettori ed effettori, io non credo che in psicologia la differenza fra domini possa basarsi sulle modalità percettive. La psicologia sembra riguardare di più gli aspetti funzionali del comportamento, piuttosto che particolari modalità sensomotorie. Inoltre, penso che i capitoli di questo libro differiscano più per i metodi che per i domini.

Identificazione e categorizzazione Il problema fondamentale dello sviluppo cognitivo è capire come e in quali circostanze i bambini sono in grado di identificare, categorizzare e concettualizzare gli oggetti o le situazioni che essi affrontano. Questo suppone, ovviamente, la capacità di scoprire l’invarianza. Tuttavia la maggior parte delle ricerche esamina lo sviluppo cognitivo come se i soggetti non avessero problemi nell’identificare o categorizzare oggetti e situazioni. È come se l’ambiente di un soggetto fosse composto di oggetti definiti che possono essere caratterizzati da un certo numero di variabili. Lo sperimentatore impiega, comunque, parte del suo stesso lavoro nell’organizzare le compo-

nenti della situazione per il soggetto quando seleziona gli “oggetti”, le “dimensioni” e le “variabili” pertinenti.

Tuttavia il punto di vista del soggetto non sempre è quello dello sperimentatore! Se è ormai chiaramente stabilito che i bambini nascono con delle capacità di identificazione e categorizzazione (il risultato della filogenesi ed embriogenesi), dovrebbe essere altrettanto riconosciuto che nel corso dello sviluppo i bambini costruiscono nuove capacità o nuove procedure per identificare e categorizzare le situazioni. In effetti, lo stesso vale per gli adulti.

La prospettiva dell'elaborazione delle informazioni Se le categorie con le quali noi percepiamo il mondo sono costantemente modificate, sembrerebbe impossibile studiare lo sviluppo dalla prospettiva dell'elaborazione delle informazioni. Ma questo è ciò che la maggior parte degli psicologi evolutivi ha fatto negli ultimi vent'anni.

Va specificato ciò che significa porsi in questa prospettiva. Crépault e Nguyen-Xuan, nel loro capitolo, scrivono che nella prospettiva dell'elaborazione delle informazioni il soggetto umano è considerato come “un sistema che manipola simboli”. Però essi non specificano che cosa sono questi simboli, e non ne parlano nel resto del loro articolo. Essi, invece, parlano di “criteri”, “modalità”, “regole di inferenza” logiche ed empiriche, “oggetti”, “variabili”, “relazioni” e “schemi d'inferenza”. Case e Griffin parlano di “componenti” e “variabili”, “concetti” e “relazioni tra concetti”. Laszlo usa i termini “informazione sensoriale”, “percezione”, “immagini” e “codifica”. Koenig si focalizza sulle funzioni cerebrali che chiama “componenti” e parla di “proprietà e relazioni categoriali o metriche”, di “proprietà invarianti” e di “strategie cognitive”. Infine Zanone tratta di “informazioni”, “codifiche” di diversa natura e livelli, di “regole” e loro “astrazione”.

Senza cercare di essere esaustiva o sistematica, questa enumerazione è interessante perché suscita la domanda seguente: è possibile parlare di informazioni, oggetti, componenti variabili o proprietà come se fossero realtà con uno status equivalente per i bambini di diversa età, senza distinguere tra livelli di rappresen-

tazione o astrazione? E ancora, è possibile specificare come i bambini sono in grado di identificare queste “realtà”?

Esaminiamo il problema più da vicino con un esempio: il famoso esperimento della bilancia (la versione “informazionale” della situazione piagetiana), denominato “prova di equilibrio della bilancia” (“balance beam task”). Questa prova è stata in particolare studiata da Case e anche da altri ricercatori. Case e Griffin analizzano la situazione in termini di variabili (peso, lunghezza, numero) e definiscono queste variabili “polari” per i bambini di 5 anni (stadio relazionale) o “quantificabili” per i bambini di 7 anni (stadio dimensionale). Qualunque sia l'età dei bambini (dai 4 ai 10 anni), questi autori considerano sempre la stessa realtà, le stesse dimensioni, la stessa scissione o segmentazione. Tuttavia, in altri studi con Hayward (1987), Case mostrò come un bambino allo stadio sensomotorio diventa progressivamente capace di identificare le differenti dimensioni della situazione-bilancia. Ma sembra che questo problema dell'identificazione dell'oggetto sia specifico dello stadio sensomotorio, e che nessun problema simile sorga più tardi. Questo è simile a ciò che sostiene Spelke (1988), secondo cui dopo l'apparizione di ciò che lei chiama il “concetto di oggetto” nei bambini di 2 o 3 mesi, non c'è un ulteriore sviluppo dei concetti di oggetto a diversi livelli di rappresentazione.

In realtà, queste “variabili” o “oggetti” che essi descrivono non hanno lo stesso status per i bambini di 5 o 7 anni e, sebbene essi producano apparentemente giudizi equivalenti (riguardanti il peso o la lunghezza), queste affermazioni non hanno lo stesso status o lo stesso significato, e non corrispondono al medesimo “concetto” di oggetti (si veda, in particolare, Carey, 1978; Keil, Carroll, 1980; Mounoud, 1986b). La distinzione tra variabili “polari” e “quantificabili”, introdotta da Case e Griffin, solleva dei problemi. Si può dimostrare che prima dei 7 anni un bambino è in grado di analizzare gli oggetti per mezzo di dimensioni o variabili quantificabili.

Un neonato, per esempio, manifesta comportamenti che mostrano la sua capacità di elaborare certe variabili in modo quantitativo, grazie a un'organizzazione che io chiamo “sensoriale”. Per-

tanto la frequenza di suzione dei neonati è modulata secondo le diverse variabili che caratterizzano i liquidi (sapore, viscosità ecc.) (Kobre, Lipsitt, 1972). Inoltre bambini di tre anni e mezzo o quattro anni sono in grado di inserire degli oggetti dentro altri oggetti tenendo conto della dimensione come una variabile quantificabile (Greenfield, Nelson, Saltzman, 1972) e questo è dovuto a un'organizzazione "percettiva" (Mounoud, 1986). Questa quantificazione può essere descritta come intensiva e non estensiva, usando una distinzione introdotta da Inhelder e Piaget (1959). Tra i sette e i nove anni, i bambini riusciranno ancora a quantificare certe variabili grazie a un'organizzazione di tipo "concettuale".

In questa discussione spero di avere mostrato la necessità di studiare come, a diversi stadi di sviluppo, i bambini sono in grado di isolare gli "oggetti" che definiscono una determinata situazione e di astrarre le variabili pertinenti (caratteristiche, dimensioni, proprietà). Un bambino, come un adulto, non opera direttamente sugli oggetti o variabili, ma sulle rappresentazioni. Queste ultime considerazioni ci portano a introdurre un altro problema, quello dei "livelli di maturazione".

Il concetto di maturazione Risulta chiaramente dall'attuale livello di conoscenza sullo sviluppo e, in particolare, dai capitoli di questo libro, che una discussione soddisfacente sul problema della "maturazione" sia delle strutture neurali che dei comportamenti non è ancora possibile. I capitoli precedenti contengono molti esempi di questo problema, sia riguardanti la maturazione delle strutture neurali frontali o callose, dove si osservano variazioni di parecchi anni rispetto all'età in cui si suppone maturino queste strutture (si veda O'Leary e Young), sia relativo alla maturazione di un determinato comportamento quale l'apparizione della capacità di quantificare variabili di cui abbiamo appena parlato.

Un modo per risolvere questo problema è dire che esso nasce da un'incompleta definizione delle strutture coinvolte o delle situazioni o prove affrontate dai soggetti. Spesso tutto ciò è vero. Inoltre quasi tutti i capitoli hanno una particolare attenzione alla

definizione delle situazioni sperimentali. Tuttavia il problema rimane. Lo scopo principale della ricerca sullo sviluppo è stato quello di individuare le età in cui compaiono determinati comportamenti o iniziano a funzionare specifiche strutture. Questo induce a ragionamenti polari o globali del tipo "una struttura o un comportamento o è maturo o non lo è", anziché considerare i livelli di maturazione come un concetto relativo. Esistono solo stati di maturazione relativi (Mounoud, 1971). Un sistema evolutivo raggiunge un equilibrio solo relativo ed è sempre messo di fronte a nuovi cambiamenti o nuovi problemi. Questo risulta sia da nuove capacità dell'organismo, che da cambiamenti del mondo esterno. Perciò, l'organismo (o la specie) deve affrontare cambiamenti che non può compensare interamente attraverso le strutture disponibili e quindi ne deve creare di nuove. Non esiste un'unica soluzione o una comprensione definitiva di un determinato fenomeno e, di conseguenza, ogni teoria ha un valore relativo alla questione suscitata o ai problemi incontrati. Ciò concorda con la formulazione di Harnard (1987): "Tutte le categorie e le caratteristiche su cui esse si basano rimarranno sempre provvisorie e approssimative".

Un esempio della confusione causata da un ragionamento di tipo polare è il problema della "lateralizzazione manuale" nei bambini dalla nascita a dieci anni. Gottfried e Bathurst (1983) concludono che una chiara preferenza manuale è presente a 18 mesi, se non prima. Bates, O'Connell, Vaid, Sledge e Oakes (1986) riportano che una dominanza destra è chiaramente presente entro i 13 mesi. Tuttavia McManus, Sik, Cole, Mellon, Wong e Kloss (1988) concludono che la preferenza manuale è scarsamente definita prima di due anni, e Archer, Campbell e Segalowitz (1988) riportano che a 24 mesi il 41 per cento dei bambini da loro esaminati non mostravano una chiara preferenza di mano. Comunque sarebbe necessario distinguere livelli di lateralizzazione (si veda McManus et al., 1988), o diverse forme o tipi di lateralizzazione manuale. Inoltre queste forme o tipi possono comparire o scomparire durante il corso dello sviluppo per i *relativi* livelli di maturazione di certe strutture neurali e per i tipi di situazioni che i bambini affrontano. Il problema della lateralizzazione ma-

nale potrebbe essere meglio considerato in una cornice più ampia che includa varie forme di cooperazione bimanuale e in cui la lateralizzazione è solo un caso particolare (si veda Corbetta, 1989; Corbetta, Mounoud, in corso di stampa; Fagard, in corso di stampa).

Lo stesso si può dire per la specializzazione emisferica per cui esistono due posizioni divergenti. Koenig, in questo volume, suggerisce che le funzioni cognitive sono localizzate e lateralizzate dalla nascita, con un ulteriore sviluppo risultante dalle strategie cognitive che portano all'organizzazione gerarchica e temporale di queste funzioni. Dall'altra parte Molfese e Betz (Molfese, Betz, 1987; Molfese, Betz, in corso di stampa), sostengono che la specializzazione emisferica è progressiva.

Il concetto di sviluppo Il problema della maturazione è legato alle teorie generali dello sviluppo, in cui coesistono due modelli. Uno sarà chiamato dello *sviluppo-arricchimento* e l'altro dello *sviluppo-impoverimento*.

Il concetto di *impoverimento* è predominante nella neurobiologia dello sviluppo. Diversi autori in questo volume fanno riferimento ad esso (O'Leary e Young in particolare) e, quando trattano lo sviluppo del sistema nervoso, si riferiscono all'eliminazione, riduzione o soppressione di cellule o connessioni. In altre parole fanno riferimento al declino e al regresso, se non addirittura a un decremento.

Il concetto di *arricchimento*, che è predominante in psicologia, descrive lo sviluppo in termini di crescita, aggiunta, addizione e comparsa di nuove capacità e strutture. In altre parole, si parla di progresso e crescita.

Gli psicologi sono riluttanti a definire lo sviluppo in termini di impoverimento. Tuttavia, alcuni parlano di dati evolutivi che rivelano regressioni. Per esempio, il capitolo di Zanone descrive alcuni esempi di declini momentanei nella performance. Le regressioni evolutive vengono discusse anche da Bever (1982) e Strauss (1982).

È interessante notare che la scoperta di fenomeni "regressivi" nello sviluppo fu fatta indipendentemente dagli psicologi e dai

biologi nei primi anni '70. Tuttavia, tra gli psicologi, la coesistenza di questi due concetti dello sviluppo molto divergenti è sorprendente. I modelli biologici dovrebbero indurre gli psicologi a prendere in maggiore considerazione i fenomeni di impoverimento.

Quindi, un'importante parte di questo capitolo riguarderà la presentazione di un modello biologico dello sviluppo che tratta in modo particolare la spiegazione delle procedure di categorizzazione.

Consideriamo ancora brevemente lo sviluppo cognitivo in termini di categorizzazione. L'esistenza di categorie percettive o concettuali implica l'*eliminazione* della variabilità irrilevante nella struttura o configurazione delle rappresentazioni. Allo stesso modo, l'esistenza di una categoria di movimento significherebbe eliminare o separare la variabilità irrilevante in una struttura coordinata. Ciò che è invariante o rilevante, in relazione a un dato problema, è mantenuto per selezionare, filtrare o ridurre la struttura degli input o output. Questo modo di pensare, per cui certe caratteristiche sono scartate in favore di altre, è stato anche chiamato idealizzazione o astrazione (Keil, 1987).

Questa analisi del processo di categorizzazione dovrebbe aiutarci a concettualizzare lo sviluppo in termini di meccanismi selettivi.

Ora sembra possibile riconciliare l'apparente antagonismo tra i termini "arricchimento" e "impoverimento". Entrambi dovrebbero essere concepiti come relativi. Dunque l'impoverimento selettivo, di cui parlano i biologi, è soltanto un impoverimento relativo se esso porta a un migliore adattamento all'ambiente. Lo stesso vale per le "regressioni" individuate dagli psicologi, che dovrebbero essere considerate come regressioni apparenti.

È anche possibile vedere lo sviluppo in un contesto che io chiamo di "perdita e guadagno" (Mounoud, 1988). I guadagni che sono acquisiti con l'abilità nel categorizzare, pianificare e controllare tempo e spazio, ma che sono relativi ad aspetti limitati dell'ambiente, compensano le perdite in altri aspetti quali l'eliminazione, lo scarto, la scelta, e selezionano certe dimensioni dell'ambiente o certe forme di comportamento. Un esempio è la

perdita a un anno delle capacità di discriminare tra fonemi contrastanti che non esistono nel linguaggio nativo del bambino (Werker, Tees, 1983).

Ma sembra esservi un altro modo di riconciliare questi due concetti antagonisti. Non potremmo immaginare lo sviluppo come un'alternanza di stadi o periodi che potrebbero anche sovrapporsi?

Alcuni stadi potrebbero essere maggiormente caratterizzati dalla selezione di comportamenti più adatti a raggiungere il migliore adattamento a situazioni e problemi che il soggetto deve affrontare. Questo corrisponde a ciò che Pallard (1988) chiama "l'idea di una selezione semplice" ed è legato al "dibattito che, al momento, agita ancora la psicologia dello sviluppo". Aggiungo che Paillard sembra ancora riferirsi alle teorie che creano ordine dal disordine.

Altri stadi potrebbero essere caratterizzati dall'apparizione di variazione o ricchezza di comportamento risultante sia da trasformazioni interne che affrontano nuovi problemi-situazioni, sia da una "proliferazione" di nuovi comportamenti.

In questo libro, ci è richiesto di prendere una posizione relativa all'eredità piagetiana. I concetti e le interpretazioni dello sviluppo cognitivo proposti da Piaget si sono focalizzati sulla spiegazione della novità (nuovi schemi, nuove strutture). Il suo concetto di sviluppo è del tipo dell'arricchimento, anche se ispirato alla teoria dell'evoluzione.

Alcune interpretazioni Uno dei temi dominanti nella psicologia evolutiva appartiene all'orientamento dell'"arricchimento" ed è basato sui meccanismi di *coordinazione* e sulla *costituzione* di relazioni, quali le coordinazioni motorie e sensomotorie, la costituzione di relazioni sensoriali o percettive o, più generalmente, la coordinazione o composizione di strutture elementari. Quindi, la costituzione di nuovi comportamenti è stata spesso spiegata esclusivamente attraverso la coordinazione di azioni elementari o percezioni intramodali o unimodali. Case e Griffin (in questo volume) descrivono spesso lo sviluppo in termini di coordinazione. Si suppone che questo ci aiuti a capire in che modo i bambini

stabiliscono e costruiscono corrispondenze intermodali (o cross-modali) da azioni o strutture elementari. Da vent'anni mi oppongo decisamente a questa spiegazione, in particolare nel contesto della teoria di Piaget. Non solo è insufficiente e incompleta, ma trascura un altro meccanismo fondamentale: la *dissociazione* o *decomposizione*. Lo sviluppo non può procedere dal semplice al complesso, dall'elementare al composto. Se non ci fossero delle coordinazioni iniziali motorie, percettive, e intersenso-motorie (Mounoud, Vinter, 1981), l'organismo non realizzerebbe mai queste coordinazioni generali a causa dell'estrema complessità del sistema (Mounoud, 1971, 1976, 1979). Io ho ipotizzato che ci devono essere delle coordinazioni iniziali o un comportamento complesso, e che il primo meccanismo fondamentale di (ri)costruzione successiva (sviluppo) sia la dissociazione o decomposizione di queste strutture coordinate e non la coordinazione di strutture isolate e disgiunte (Mounoud, 1971).

Questa dissociazione o decomposizione in elementi o componenti è una condizione necessaria prima della ri-elaborazione a un altro livello di rappresentazione per astrazione o trasposizione. Questa ipotesi è stata successivamente confermata da risultati sperimentali, tra cui il fenomeno dell'imitazione infantile precoce (Maratos, 1973; Meltzoff, 1976; Fontaine, 1987; Vinter, 1983; per una rassegna, si veda Vinter, 1989).

Un simile cambiamento di interpretazione è avvenuto nelle teorie del controllo motorio. Sotto l'influenza delle teorie dell'elaborazione delle informazioni e di concetti neurofisiologici classici, si è ipotizzato che lo sviluppo del movimento consistesse in unità elementari coordinate o ordinate sequenzialmente come gruppi di muscoli o articolazioni controllati da un sistema o sottosistema sensoriale. In effetti sono passati quindici anni prima che le idee di Bernstein (1967) cambiassero radicalmente questa interpretazione, dimostrando che le unità base dei movimenti sono molto complesse. Queste unità vennero chiamate "sinergie" o "strutture coordinative" da Kugler, Kelso e Turvey (1982). Comunque, l'identificazione di strutture coordinative non spiega il loro sviluppo o l'apprendimento di nuovi comportamenti. Anche in questo contesto, i meccanismi principali sembrano essere

la dissociazione, la decomposizione, l'eliminazione, la separazione e la selezione. Sebbene queste dissociazioni possano essere momentanee e parziali, esse ci aiutano a spiegare lo sviluppo di strutture coordinative più complesse.

Coloro i quali accettano l'esistenza di coordinazioni iniziali complesse sono stati spesso sospettati di pensiero preformista. Tuttavia, anche con un'organizzazione iniziale ricca e complessa, importanti trasformazioni caratterizzano ancora lo sviluppo. L'iniziale coordinazione intersenso-motoria non implica l'assenza di una ricostruzione seguente. In realtà, essa fornisce una base per ricchi scambi con l'ambiente.

L'idea che lo sviluppo sia esclusivamente una coordinazione di unità elementari è in parte dovuta alle concezioni tradizionali del sistema nervoso, caratterizzato da un funzionamento seriale in cui i neuroni agiscono come rivelatori di caratteristiche e trasmettitori di informazioni. Negli ultimi dieci anni, però, è stata fatta un'importante scoperta in neurobiologia: il funzionamento parallelo del sistema nervoso (Edelman, Mountcastle, 1978). Da qui l'unità fondamentale si è trasformata in gruppi o popolazioni neuronali. Perciò, secondo Feldman e Ballard (1982, p. 208, citati da Reeke, Sporns, Edelman, 1988), "i neuroni non trasmettono grandi quantità di informazione simbolica. Piuttosto essi eseguono calcoli perché sono connessi in maniera appropriata".

Per alcuni queste scoperte hanno portato a rigettare le teorie dell'elaborazione delle informazioni (Edelman, 1987). Essendo convinto che queste teorie sono importanti per la psicologia dello sviluppo, presenterò il lavoro di Edelman (1987) in dettaglio. Il suo obiettivo principale fu quello di spiegare lo sviluppo della categorizzazione e generalizzazione percettiva, un argomento importante nella psicologia evolutiva. È anche interessante parlare di una teoria psicologica dello sviluppo categoriale e perciò presenterò il recente modello di Harnard (1987).

Lo sviluppo delle categorie dal punto di vista neurobiologico Edelman e collaboratori (Edelman, 1978, 1981, 1987; Reeke et al., 1988; Edelman, Finkel, 1984; Edelman, Reeke, 1982; Reeke, Edelman, 1984) cercano di spiegare l'ontogenesi della categoriz-

zazione e generalizzazione dal punto di vista neurobiologico. Essi non accettano l'idea che gli oggetti del mondo fisico siano divisi in categorie o classi anteriori allo sviluppo e all'apprendimento. Il loro rifiuto delle teorie dell'elaborazione delle informazioni è stato suggerito dalla natura stessa dell'organizzazione del sistema nervoso. I modelli neuronali non sono più basati sul funzionamento dei computer convenzionali. In particolare i neuroni non sono visti come unità binarie a soglia, le cui interconnessioni realizzano operazioni logico-simboliche. "Mancano prove conclusive del fatto che la computazione a un livello simbolico o subsimbolico si verifichi realmente nel cervello" (Reeke et al., 1982, p. 21).

Questa visione differisce chiaramente dagli attuali modelli del connessionismo e dell'elaborazione parallela/distribuita (*parallel/distributed processing: PDP*), in cui i neuroni sono generalmente concepiti come dei dispositivi binari a soglia senza una dinamica interna. L'impianto delle connessioni viene ipotizzato come esatto, le connessioni spesso sono complete e gli algoritmi di apprendimento non possono che avere successo, una volta che si conosce esattamente in anticipo il vettore di uscita desiderato del sistema e solo se vengono fatti adeguati microscopici cambiamenti sinaptici.

Queste caratteristiche non correlano bene con i fatti neurobiologici conosciuti (Reeke et al., 1988, pp. 17-22). Tuttavia è importante notare che gli autori dei modelli PDP non concentrano l'attenzione sul modellamento neuronale, ma piuttosto si ispirano alle strutture neuronali per modellizzare i processi cognitivi.

Per Reeke e collaboratori, il cervello possiede delle unità o connessioni altamente *variabili* in cui "non solo le connessioni neuronali sono geometricamente imprecise, ma la loro forza può variare con l'esperienza" (p. 15). La realizzazione delle connessioni non è definibile in maniera precisa, punto per punto, ma vi è un'immensa sovrapposizione dendritica e assonale. Sebbene possano essere definiti dei precisi confini di mappe neurali, c'è un'immensa variabilità nel mapping corticale.

Le aree neurali dedicate a singole modalità sensoriali sono multiple, parallele, e ampiamente disperse (Edelman, 1987,

p. 39). Le unità sono definite come collezioni di neuroni fortemente interconnessi, chiamate *gruppi* (o popolazioni) *neuronal*. Questi gruppi neuronal sono essi stessi assemblati in repertori funzionali *secondari*. Gli stimoli che un organismo riceve dal suo ambiente, o nicchia ecologica, sono descritti come *insiemi polimorfi* e vengono campionati da canali paralleli indipendenti. Infine il mondo dei potenziali stimoli e le collezioni di gruppi neuronal rappresentano inizialmente due *domini indipendenti* di variazione.

La teoria della selezione di gruppi neuronal (Edelman, 1987) definisce principalmente due periodi di selezione: 1) un primo periodo di selezione *evolutiva* porta alla costruzione di repertori primari e 2) un secondo periodo di selezione *sperimentale* conduce alla costruzione di repertori secondari. Esaminiamo questi due periodi in maggior dettaglio.

1) I repertori primari sono gruppi neuronal anatomicamente variabili, relativi a una determinata regione cerebrale che serve a una specifica funzione. Le connessioni anatomiche che compongono i repertori primari sono il risultato di una varietà di eventi selettivi mecano-chimici regolati da molecole d'aderenza cellulare (CAMS: *cell adherence molecules*) e molecole d'aderenza di substrato (SAMS: *substrate adherence molecules*). Questo processo selettivo è chiamato *ipotesi di regolazione*. Questo processo regolatore produce un numero significativo di gruppi non identici di cellule all'interno di un repertorio primario. Ciascuno di questi gruppi di cellule può rispondere più o meno bene a un particolare input. La presenza in ogni repertorio (area cerebrale) di differenti strutture neurali (gruppi), che sono funzionalmente equivalenti ma non isomorfe, è la conseguenza di un processo chiamato di *degenerazione*. Quindi l'esistenza di varie reti degenerate di gruppi neuronal è il risultato obbligatorio di eventi epigenetici che si verificano nella selezione evolutiva (soprattutto embriogenetica). Nonostante strutture in una particolare area cerebrale siano simili tra i membri della stessa specie, c'è un elevato grado di variazione *individuale* nella forma, estensione, e connettività al livello della ramificazione assonale e dendritica. Questa è forse una delle origini delle differenze interindividuali.

2) I *repertori secondari* sono gruppi funzionali di cellule che si sviluppano durante il periodo della selezione sperimentale. Questa selezione fa appello a regole pre- e post-sinaptiche indipendenti (regole duali) che alterano l'efficacia sinaptica (variazione nella forza di interconnessioni sinaptiche) a breve termine o a lungo termine e produce una fonte continua di nuove variazioni nel sistema. Dunque, il campionamento di stimoli, attraverso canali sensomotori indipendenti, seleziona progressivamente determinati set degenerativi di gruppi di cellule che formano i repertori secondari. Questi mettono in temporanea relazione (a seconda della frequenza e della situazione) stimoli e recettori di un campo recettivo, cosicché vengono favorite specifiche risposte di determinati gruppi di neuroni.

In questo modo si formano delle *mappe locali*. Queste sono utili per diverse modalità, ciascuna con la possibilità di trarre campioni indipendenti e disgiunti per un dominio di stimoli. Quando stimoli differenti riguardano simultaneamente diverse mappe locali reciprocamente connesse a seguito di un'attività motoria, si creano delle *mappe globali*, a causa di una correlazione temporale.

Queste correlazioni temporali sono possibili per la presenza di segnali fasici rientranti che sono mossi dalle reciproche (rientranti) connessioni tra diverse mappe locali. Queste connessioni reciproche sono realizzate, per esempio, dalle vie talamo-corticali e cortico-talamiche, dalle connessioni callose, e da varie connessioni tra aree sensoriali e motorie primarie e secondarie. Questo legame dinamico tra diversi sistemi di gruppi neuronal appartenenti a repertori separati, ma che formano mappe globali, è un meccanismo di categorizzazione e generalizzazione percettiva.

Edelman specifica che le connessioni rientranti entro sistemi sensoriali non sono sufficienti ad assicurare la contiguità spaziale e temporale richiesta per la categorizzazione percettiva. È anche necessario includere l'output del sistema motorio in due compiti. Il primo compito consiste nel selezionare input appropriati, mutando la relazione tra i sistemi sensoriali e l'ambiente attraverso movimenti spontanei o appresi. Il secondo compito consiste

nel verificare, mediante l'azione, le risposte istantanee e dinamiche e le aumentate connessioni che risultano dall'azione di gruppi neuronali in entrambi i repertori primari e secondari. Per illustrare questo complesso processo, Edelman (1987) descrive "l'accoppiamento classificatorio", o la "coppia di classificazioni" in questo modo:

1) Un insieme di *rivelatori di caratteristiche* sensoriali (*feature detector*), quali i neuroni del sistema visivo, che agiscono come scopritori di caratteristiche. Queste ultime sono rappresentate da mappe locali in una struttura cerebrale di più alto livello che contiene repertori (si veda il punto 3).

2) Un altro insieme di *correlatori di caratteristiche*, che lavorano simultaneamente ai rivelatori, o con una modalità differente o in un sistema sensomotorio che correla le caratteristiche collegate di una categoria di stimoli o di un oggetto per mezzo del movimento. Quindi, altri neuroni, per esempio quelli relativi all'esplorazione tattile di un oggetto, agiscono come correlatori di caratteristiche. Queste vengono rappresentate in mappe locali in un'altra parte del cervello (si veda il punto 3).

3) *Repertori indipendenti* di gruppi degenerati ai quali questi due insiemi di rivelatori e correlatori sono separatamente connessi (rete neuronale e strutture di SNC connesse a strutture recettori) e che realizzano rappresentazioni nella forma di mappe locali.

4) *Connessioni reciproche* che esistono al livello anatomico e connettono i repertori allo scopo di controllare o correlare la direzione e il flusso rientrante di segnali. Queste connessioni rientranti assicurano che i pattern dei gruppi neuronali, che rispondono a delle caratteristiche uniche in una mappa, possano essere associati con un'altra mappa per produrre nuovi pattern invariati. Se determinati gruppi in una rete "*mapped*" mostrano un'attività simultanea a quella di determinati gruppi in un'altra rete "*mapped*", allora la possibilità di collegare gruppi attivati in modo indipendente sorge dal rafforzamento della loro mutua connessione attraverso alterazioni sinaptiche nelle fibre rientranti. Se queste alterazioni sinaptiche vengono mantenute, si formerà una *mappa globale* che servirà a correlare o categorizzare le ca-

ratteristiche di un oggetto che si presentano simultaneamente. La generalizzazione può verificarsi combinando caratteristiche locali o correlazioni tra caratteristiche che risultano dal campionamento disgiuntivo di segnali provenienti da oggetti nuovi.

Il modello della selezione per gruppi neuronali di Edelman assomiglia al modello della "*stabilità selettiva*" di Changeux (Changeux, 1983; Changeux, Dauchin, 1976; Changeux, Heidman, Patte, 1984). Quest'ultimo modello è stato discusso in altra sede (Mounoud, 1986). Tuttavia, come sottolinea Edelman, sia il modello di Changeux che quello di Young sulla memoria (J.Z. Young, 1973, 1978) non forniscono "una riflessione dettagliata delle relazioni necessarie e sufficienti a produrre la categorizzazione" (Edelman, 1987, p. 321).

Questi modelli neurobiologici hanno una caratteristica importante per la psicologia dello sviluppo. Essi eliminano ciò che Edelman chiama il paradigma dell'*acquisizione per regole* e (re)introducono il paradigma della *selezione*. Queste teorie pongono l'organismo in una prospettiva di *adattamento*. Gli psicologi evolutivi avevano la tendenza a ignorare questo aspetto essenziale della teoria di Piaget, il concetto che il pensiero è l'"organo" più specializzato per l'*adattamento* all'ambiente. Per apprezzare l'originalità della psicologia genetica di Piaget, "ci si deve riferire ai grandi problemi dell'evoluzione e alle teorie del trasformismo, rivalutate all'inizio del secolo alla luce delle nuove scoperte sull'ereditarietà. Da allora, l'interesse per questi problemi si è rapidamente accresciuto come risultato di nuovi concetti nella genetica delle popolazioni e in biologia cellulare. Il problema dell'evoluzione è quello di determinare le basi della variazione, sia a livello dell'individuo (ontogenetico) che a livello della specie (filogenetico). È necessario definire i ruoli dell'organismo e dell'ambiente, vale a dire, il ruolo del soggetto e quello dell'oggetto, quando consideriamo fenomeni come quelli della *selezione* e dell'*adattamento*" (Mounoud, 1971).

Come risultato delle scoperte neurobiologiche, questo nuovo concetto di sviluppo è in opposizione alle idee prevalenti nella psicologia evolutiva. Il lavoro di Edelman e quello di Changeux rivelano una straordinaria ricchezza e varietà nel SNC. Essi tenta-

no di spiegare lo sviluppo principalmente attraverso meccanismi selettivi. Ancora una volta troviamo il concetto di “impoverimento”, diretto verso un miglior adattamento.

Critiche alla teoria di Edelman La teoria ontogenetica di Edelman non prende in considerazione, comunque, le capacità iniziali di categorizzazione e generalizzazione. Questo è simile all’atteggiamento di Piaget di non considerare l’esistenza di coordinazioni generali iniziali che determinano il comportamento del neonato. Piaget descrisse l’inizio dell’ontogenesi in termini di spazi disgiunti ed eterogenei corrispondenti a isolati schemi elementari. Egli inoltre non riuscì a riconoscere le primitive forme di rappresentazione nei neonati, come se l’esistenza di queste competenze iniziali avesse semplificato troppo la spiegazione dell’ontogenesi comportamentale. Perché un organismo complesso come quello dell’essere umano non dovrebbe essere provvisto alla nascita di capacità di categorizzazione e generalizzazione, risultanti da un adattamento evolutivo? Questo ragionamento è in contrasto con la teoria di Edelman. Egli in particolare scrive che “Sarebbe un errore assecondare facili analogie fra la teoria della selezione di gruppi neurali e l’evoluzione” (Edelman, 1987, p. 321). Tuttavia, in seguito alle ricerche di Eimas (1982), Jusczyk (1981), e Kellman e Spelke (1983), Edelman sembra riconoscere la percezione categoriale nei neonati. Egli conclude che il mondo può non essere amorfo, ma non rientra in categorie fissate o predesignate. Riferendosi a Marler (1982), egli afferma che certe “categorie naturali” possono essere fissate durante l’evoluzione di una specie in una nicchia ecologica relativamente stabile. “Non è preclusa la possibilità che varianti morfogenetiche, derivanti dall’ontogenesi, possano essere selezionate durante l’evoluzione per produrre certi schemi incorporati e categorizzazioni specie-specifiche” (Edelman, 1987, p. 320). Questa prudente formulazione sembra piuttosto ambigua. Perché i rivelatori e i correlati di caratteristiche dovrebbero essere le sole strutture ereditate nell’evoluzione? Perché le mappe globali non sono ereditate? O il modello della selezione di gruppi neuronali spiega lo sviluppo di categorie da uno stato iniziale di assenza di capacità di

categorizzazione, o diversamente l’organismo è provvisto di questa capacità iniziale. Nel secondo caso il problema è diverso. Diventa necessario spiegare nuove categorizzazioni o ri-categorizzazioni, tenendo conto di quelle esistenti. Edelman ha scelto le condizioni estreme che non corrispondono bene all’ontogenesi del comportamento umano. La sua teoria è un’ipotesi interessante da un punto di vista filogenetico. Tuttavia, dal punto di vista ontogenetico, il riconoscimento di categorie iniziali potrebbe semplificare, anche se non eliminare, il ruolo dei gesti e del movimento nel suo modello.

Appena l’organismo possiede la capacità di categorizzazione, è possibile dire che insiemi di stimoli rappresentano l’“informazione”, come riconosciuto da Edelman (p. 317). Se noi studiamo il funzionamento di un organismo già adattato all’ambiente, senza considerare lo sviluppo di quell’adattamento, i modelli dell’elaborazione delle informazioni sembrano adeguati. Una grande quantità di ricerche sui bambini e sugli adulti sono state condotte in questa prospettiva. Perciò ci sono molti studi su bambini di 2 e 3 mesi che non riguardano lo sviluppo e che cercano esclusivamente di definire uno stato di adattamento. I modelli dell’elaborazione dell’informazione sono, comunque, inadeguati a spiegare i processi di sviluppo e apprendimento, per le ragioni accennate nella prima parte di questo capitolo.

Dunque, lo sviluppo non è un problema di presenza o assenza di capacità di categorizzazione. Esso può invece essere definito come il passaggio da un livello di categorizzazione a un altro. Di conseguenza, noi proponiamo di considerare la costruzione di categorie come un processo ricorrente. La teoria di Edelman, infatti, descrive la continua apparizione di variazioni entro il sistema.

Poiché Edelman non riconosce le iniziali capacità di categorizzazione, egli tratta gli stimoli provenienti dall’ambiente come insiemi polimorfi. Tuttavia, secondo la mia opinione, gli stimoli dell’ambiente sono insiemi polimorfi solo in relazione alle capacità di categorizzazione in via di sviluppo. Per quanto riguarda le capacità di categorizzazione esistenti, determinati stimoli formano pattern d’informazione organizzati. Le categorie iniziali non

sono necessariamente fisse e sono solo predesignate a un livello somatico, ma non da un punto di vista evolutivo. Per Edelman, inizialmente esistono due domini indipendenti di variazione: il mondo degli stimoli potenziali e la collezione di gruppi neuronali. Ancora una volta, io dissento parzialmente da questa affermazione.

C'è una relativa indipendenza tra le procedure di categorizzazione in costruzione, ma non c'è, naturalmente, indipendenza per ciò che riguarda le procedure iniziali di categorizzazione che — lo ripetiamo — cambiano considerevolmente la spiegazione dello sviluppo.

Per concludere userò la terminologia di Edelman per descrivere le caratteristiche che io credo siano proprie di ogni processo evolutivo e di apprendimento.

1) Sia repertori stabili di gruppi neuronali causalmente legati a eventi, sia repertori variabili di gruppi neuronali non legati causalmente a eventi. Successivamente, questi repertori variabili saranno la base del processo di selezione.

2) Opportunità di contatto con l'ambiente. Le proprietà dell'ambiente cambieranno a causa della variazione interna ed esterna e questo permetterà la selezione di alternative favorevoli. Nello sviluppo e nell'apprendimento, gli scambi tra l'organismo e l'ambiente circostante dovrebbero essere considerati da una parte fortemente determinati per ciò che riguarda certi sottosistemi (repertori) ed eventi, dall'altra solo parzialmente determinati per ciò che riguarda altri sistemi. Questi rappresentano le fasi di labilità del sistema (Mounoud, 1984, 1987b). Edelman aggiunge una terza categoria essenziale (1987, p. 17), "un mezzo di riproduzione o amplificazione differenziale attraverso l'ereditarietà di varianti selezionate in una popolazione". Questo sembra corrispondere a una delle principali tesi biologiche di Piaget (1967), la nozione neo-lamarckiana dell'ereditarietà di caratteristiche acquisite, cosa per cui egli fu fortemente criticato.

Come ci si è potuti già rendere conto, io non condivido la rigida visione di Edelman quando egli rifiuta qualsiasi forma di ragionamento per analogia. Dal mio punto di vista il ragionamento per analogia è un tipo di ragionamento scientifico, debole ma ne-

cessario e all'origine di tutte le nostre teorie a stadi in cui non si è ancora raggiunta una certa maturità.

Come psicologo evolutivo, nonostante il parziale disaccordo con la teoria di Edelman, ciò che mi interessa di essa sono le seguenti caratteristiche.

1) La spiegazione basata su acquisizione di regole dello sviluppo delle categorie percettive.

2) Attraverso i processi di selezione la progressiva costruzione di mappe locali (legate alle modalità sensoriali), e poi di mappe globali (plurimodali, surmodali, e motorie) che spiegano l'apparizione della categorizzazione selettiva e delle capacità di generalizzazione.

3) Il fatto che le categorie costituite o le procedure di categorizzazione sono sempre relative e non assolute.

4) La capacità del modello di spiegare non solo gli attributi che caratterizzano le specie, ma anche le caratteristiche individuali.

5) Il fatto che essa è una teoria motoria dello sviluppo delle categorie. Le mappe globali non si possono costituire senza attività.

Lo sviluppo delle categorie da un punto di vista psicologico La teoria neurobiologica di Edelman può essere comparata alla teoria psicologica di Harnard (1987) sullo sviluppo delle capacità di categorizzazione percettiva. Entrambe tentano di mostrare che i modelli per la rilevazione di caratteristiche semplici o quelli basati sull'esistenza di prototipi falliscono nel produrre una spiegazione generale dello sviluppo della categorizzazione. Inoltre, entrambe adottano un approccio induttivo di tipo "bottom up".

Harnard descrive due tipi di rappresentazione interna per spiegare l'apprendimento della categorizzazione percettiva attraverso l'esperienza sensoriale o per conoscenza diretta ("acquaintance") anziché per descrizione verbale.

1) *Rappresentazioni iconiche* (RI). Una rappresentazione iconica è l'equivalente dell'input sensoriale (più specificamente, la proiezione prossimale dello stimolo distale sulla superficie del dispositivo-trasduttore). La trasformazione fisica è considerata analoga perché il processo è invertibile (reversibile). Le rappresentazioni

iconiche rendono possibile la discriminazione degli stimoli (giudizi uguale-diverso, confronto tra stimoli e riproduzione). Queste discriminazioni sono modalità dipendenti. Le rappresentazioni iconiche (come le mappe locali di Edelman) preservano la struttura spazio-temporale (vale a dire la "struttura" fisica) dell'input. Esse si fondono l'una nell'altra e condividono alcune similarità generali, poiché le configurazioni che rappresentano condividono delle similarità fisiche (allo stesso modo in cui le mappe corticali di Edelman presentano importanti sovrapposizioni). Esse sono rinforzate da ripetute esposizioni a una classe di input. La loro principale caratteristica è quella di essere libere, nel senso che niente le collega a una categoria comune.

2) Le *Rappresentazioni categoriali* (RC) sono il risultato di un filtro analogico-digitale delle configurazioni a caratteristica libera (p. 29). La trasformazione è chiamata digitale perché non è fisicamente invertibile (reversibile), bensì formale perché dipende da regole convenzionali. Il filtro seleziona le caratteristiche invarianti, eliminando la maggior parte della struttura configurazionale grezza delle RI e conservando solo ciò che è invariante. La congiunzione delle RC con le RI preserva la struttura spaziotemporale dell'input (come le connessioni rientranti mantengono la continuità spazio-temporale nel modello di Edelman). In questo caso, esso è anche un processo selettivo, nel modo in cui lo sono le mappe globali che vengono costruite dalle mappe locali nel modello di Edelman. Tuttavia, un tale modello, più complesso e dettagliato, specifica meglio la rilevazione dell'invarianza, principalmente attraverso le correlazioni temporali tra mappe locali e circuiti rientranti. Le rappresentazioni categoriali, come le mappe globali di Edelman, sono plurimodali e surmodali. Esse permettono l'identificazione e la categorizzazione degli oggetti. Le RC sono considerate rappresentazioni "determinate". Esse possiedono i limiti o confini delle categorie.

A questi due tipi di rappresentazioni interne Harnard ne aggiunge un terzo chiamato *rappresentazione simbolica*. Egli sostiene che le rappresentazioni categoriali sono associate ai nomi delle categorie usati come simboli atomici delle rappresentazioni simboliche. Queste ultime sostengono il linguaggio e rendono possi-

bile l'apprendimento per descrizione. Inoltre, Edelman ritiene che la sua teoria fornisca la base iniziale per prendere in considerazione le funzioni cerebrali superiori, legate alla formazione dei concetti e del linguaggio e all'instaurarsi dell'apprendimento per trasmissione sociale (Edelman, 1987).

Sia per Harnard che per Edelman, le categorie sono provvisorie e approssimative, nel senso che esse sono relative all'esperienza. Non ci sono caratteristiche assolute, ma solo determinate caratteristiche invarianti in un particolare contesto di alternative.

La teoria di Harnard non dà tanta importanza al ruolo dell'azione quanto quella di Edelman. Harnard pensa che la teoria motoria della percezione categoriale produca più domande che risposte. Ciò nonostante, egli afferma che "i processi temporali sembrano per loro natura richiedere un attivo filtraggio e integrazione *in tempo reale*" (Harnard, 1987, p. 553). Questa è precisamente una delle ragioni per cui Edelman considera l'azione così importante.

Non sorprende il fatto che sia Edelman che Harnard non accettino la teoria di Gibson. Sebbene Harnard riconosca l'importante contributo di questa teoria al concetto di invarianza nella percezione, egli pensa che "la percezione diretta non si è finora dimostrata utile nel modellare l'estrazione di invarianza nella formazione di categorie, in particolare negli importanti casi in cui è coinvolto l'apprendimento". Comunque egli ammette che l'invarianza esterna deve sicuramente sottostare a tutte le categorizzazioni riuscite (Harnard, 1987). Anche Edelman afferma che, sebbene le leggi della fisica forniscano i maggiori vincoli, esse sono insufficienti per spiegare l'ontogenesi della categorizzazione (Edelman, 1987).

Secondo Edelman, "il punto di vista ecologico di Gibson ha svolto un'importante funzione nel dirigere l'attenzione su quelle adeguate combinazioni di stimoli che simultaneamente sollecitano differenti campi recettivi. Ma esso oltrepassa il problema della categorizzazione e ignora la natura dei sistemi neurali e il campionamento motorio continuo..." (pp. 234-235).

Questa critica appare giustificata nel contesto dello sviluppo dell'apprendimento. Tuttavia, se si studia il funzionamento *adat-*

tato di un organismo nella sua nicchia ecologica, come ha fatto Gibson (1966), è possibile parlare di percezione diretta perché, in questi caso, c'è un accoppiamento ottimale tra l'organismo e il suo ambiente. Si scopre così il punto di vista gestaltista che ha ispirato Gibson. Si dovrebbe ricordare che i gestaltisti si sono spinti sino al punto di postulare un isomorfismo tra la struttura dell'ambiente e quella del sistema nervoso. D'altra parte, nella visione gibsoniana, non è possibile analizzare il processo di sviluppo. Il concetto di "affordance" non risolve le difficoltà che sorgono dal concetto di percezione diretta. Un'"affordance" è il risultato di un processo di adattamento che è ancora da spiegare. Il problema delle sue trasformazioni durante lo sviluppo rimane.

Critica alla teoria di Harnard Dovrei fare, riguardo alla teoria di Harnard, le stesse osservazioni generali che ho fatto per Edelman. Perché insistere nello spiegare lo sviluppo delle categorie percettive senza tenere conto delle capacità iniziali del neonato? Nelle sue interazioni con l'ambiente, il neonato non affronta un universo confuso, completamente variabile. Solo certi aspetti e eventi dell'ambiente sono inizialmente confusi e inintelligibili. L'ambiente è "intelligibile" per il bambino poiché esso richiede comportamenti adattivi che sono determinati da capacità già acquisite e da certe particolarità della nicchia. È anche probabile che questa organizzazione iniziale favorisca importanti funzioni adattive, come garantire l'unità del soggetto e quella del suo ambiente e costituire una sorta di ancoraggio per le costruzioni future.

Di conseguenza, malgrado la mia ammirazione per il tentativo di Harnard, io non prediligo la spiegazione puramente induttiva ("bottom up").

Cambiamenti qualitativi nella genesi del processo di categorizzazione

La principale accusa rivolta ai diversi autori nella prima parte di questo capitolo riguarda il fatto che essi considerano l'ambiente come costituito da oggetti definiti, caratterizzati da un certo

numero di varianti. Questa prospettiva è il risultato dell'adottare le teorie dell'elaborazione dell'informazione. Spero di avere mostrato i problemi associati al considerare il mondo fisico come una composizione di categorie o di classi di oggetti ben definiti, non ambigui. Per questo motivo, l'ultima parte di questo capitolo si focalizzerà sui cambiamenti qualitativi del modo in cui un bambino categorizza il mondo durante lo sviluppo. Mi concentrerò su una classe essenziale di cambiamenti, pur rischiando di tracciare un'immagine troppo semplificata dello sviluppo.

L'esistenza di cambiamenti qualitativi generali nello sviluppo cognitivo è stata riconosciuta da diverso tempo, in particolare per ciò che riguarda lo sviluppo delle capacità di categorizzazione e di classificazione (Inhelder, Piaget, 1959; Piaget, Inhelder, 1941; Piaget, Szeminska, 1941; Vygotskij, 1962; Wallon, 1945; Werner, Kaplan, 1968). Negli ultimi anni, un'attenzione rinnovata è stata rivolta a questi cambiamenti qualitativi (per esempio, Carey, 1978; Karmiloff-Smith, 1979, 1986; Keil, 1987; Mounoud, 1976, 1986b). I cambiamenti strategici discussi nei capitoli di Koenig e Zanone sembrano collegarsi a questi cambiamenti qualitativi, specialmente il passaggio dai giudizi metrici a quelli categoriali di cui parla Koenig. D'altra parte i capitoli di Case e Griffin, Crépault e Nguyen-Xuan, e Laszlo non spiegano sufficientemente i cambiamenti nel modo in cui i bambini percepiscono e segmentano la realtà ai vari stadi dello sviluppo. In una trattazione sulla costruzione di strumenti da parte dei bambini (Mounoud, 1970), ho sottolineato un sostanziale cambiamento qualitativo intorno ai 6 anni nella costruzione di strumenti e nella loro categorizzazione e classificazione.

In un simposio su "Stadio e Struttura", a Tel Aviv nel 1983, descrissi il cambiamento generale nel modo in cui i bambini definiscono e comprendono gli oggetti. Un bambino passa da concezioni basate su *proprietà elementari giustapposte* (o amalgamate) a concezioni basate su (una o più) *proprietà che definiscono la totalità per mezzo di relazioni tra le parti dell'oggetto* (o su relazioni tra oggetti collegati a una o più proprietà o caratteristiche) (Mounoud, 1986b). Questo passaggio è stato comparato a quello della segmentazione di frasi dal pragmatico o semantico al morfologico o

formale (Bronckart, 1977), al passaggio nella segmentazione di parole dal sillabico ("concreto") al fonemico ("astratto") (Lieberman, Shankweiler, Fisher, Carter, 1974) e nell'acquisizione del linguaggio al passaggio da indici superficiali a indici di struttura profonda (Karmi!off-Smith, 1979). Più in generale, questo cambiamento è stato definito come un passaggio da un'organizzazione principalmente *pragmatica o semantica* a un'organizzazione *morfologica o astratta*.

Il cambiamento era stato spiegato in termini di una costruzione di rappresentazioni che vanno dalla rappresentazione *analogica* alla rappresentazione *astratta* (oggi direi da rappresentazioni analogiche e astratte disgiunte a quelle analogiche e astratte congiunte). La peculiarità del modello era il suo carattere ricorrente. Questa generale sequenza evolutiva si verifica diverse volte nel corso dello sviluppo. Questi generali cambiamenti qualitativi avvengono intorno ai 6 anni (tra i 5 e i 7 anni) per l'organizzazione "concettuale", e intorno ai 9 mesi (tra i 6 e i 12 mesi) per l'organizzazione "perceptiva". Secondo la mia opinione, questi cambiamenti generali riguardano il funzionamento delle strutture cognitive, che possono risultare da mutamenti nella collaborazione inter- e intra-emisferica, determinati da processi di maturazione (Mounoud, 1988). I cambiamenti qualitativi di rappresentazione possono aver luogo solo quando le strutture neurali coinvolte raggiungono determinati livelli di maturazione. Ma la maturazione di queste strutture non implica la comparsa simultanea dei cambiamenti in diversi domini. Essi dipendono, naturalmente, dall'esperienza del soggetto. La capacità di segmentare foneticamente le parole è un buon esempio. Infatti, essa compare soltanto con l'apprendimento della lettura e scrittura nel nostro sistema alfabetico. Di conseguenza essa *non esiste negli analfabeti*. I *décalages* temporali fra domini non permettono di rifiutare l'ipotesi di un cambiamento generale nel funzionamento delle strutture cognitive.

Ho scoperto felicemente che anche Keil specifica un cambiamento qualitativo generale (Keil, Kelly, 1987) comparabile a quello da me proposto. Nella tabella 1 (qui a p. 268) si mostra un confronto tra i due approcci. Per Keil e Kelly, questo cambia-

mento si adatta allo sviluppo concettuale come a quello percettivo. Grazie a questo mutamento, un bambino passa da un livello in cui egli utilizza *tutte le dimensioni salienti* in un determinato dominio, per definire e categorizzare gli oggetti secondo la loro massima rassomiglianza, a un livello in cui egli usa soltanto *poche dimensioni collegate significativamente*. Questo cambiamento è paragonabile al passaggio dall'uso di "elementi caratteristici" all'uso di "elementi definienti" nello sviluppo della comprensione del significato di parole ("*characteristic to defining shift*"; Smith, Shoben, Rips, 1974) e al passaggio dall'uso di "dimensioni integrali" a quello di "dimensioni separabili" ("*integral to separable shift*"; Garner, 1974). Keil e Kelly raccolgono anche altri dati sperimentali legati allo sviluppo della percezione di somiglianza tra sillabe (Trieman, Baron, 1981) e allo sviluppo di categorie lessicali (Maratos, 1983).

In termini più generali, i cambiamenti qualitativi sono definiti dal passaggio dalle *rappresentazioni basate sul prototipo* alle *rappresentazioni basate sulla teoria*. Keil e Kelly (1987) suggeriscono vari meccanismi per spiegare questi cambiamenti qualitativi. Per prima cosa, naturalmente, essi descrivono l'importanza dell'*esperienza* e il *grado di competenza "expertise"*. Poi, parlano di "una *tendenza interna* verso un'organizzazione dei domini concettuali dotata di principi" (p. 505). Quindi, dato che i domini concettuali organizzati intorno a prototipi sono ateorici per natura, la tendenza interna a costruire rappresentazioni basate sulla teoria indica la principale motivazione del cambiamento. Essi menzionano inoltre un meccanismo esplicativo d'adattamento mutuato dalla psicologia sociale: i cambiamenti qualitativi sono connessi alle esigenze, legate alla *efficienza comunicativa*. Infine, essi parlano di un meccanismo associato alla parola stessa che, secondo Vygotskij (1979), è uno strumento più che un segno. Dato che i bambini piccoli spesso selezionano gli oggetti in termini di relazioni tematiche più che tassonomiche, il *potere della parola* sembra direzionare la loro attenzione verso le relazioni tassonomiche (Markman, Hutchinson, 1984). Confesso, tuttavia, di non essere completamente convinto dell'utilità di questi meccanismi legati alla "tendenza interna", all'"efficienza comunicativa" e al "potere della parola".

Comunque, in conclusione, Keil e Kelly affermano anche che questi cambiamenti qualitativi “sono determinati da limiti e predisposizioni a priori, legati a un dominio o generali” (1987, p. 508). Inoltre, essi ipotizzano che *ampi vincoli strutturali* sulla struttura concettuale possano lavorare per tutto il periodo in cui la conoscenza si differenzia e muta. Le mie idee sulla costruzione nei bambini di nuove capacità di concettualizzare o categorizzare il mondo sono esposte altrove (si veda in particolare Mounoud, 1986, 1987a, 1988; Vinter, 1989). Molti esempi illustrano il passaggio dalle rappresentazioni basate sul prototipo di oggetti o eventi “iconici” o “analogici” o “presimbolici”, in cui gli oggetti sono rappresentati come insiemi o amalgami di caratteristiche illimitate (si vedano le mappe locali di Edelman) alle rappresentazioni basate sulla teoria, “categoriali”, o “astratte” o “simboliche”, sottoforma di insiemi di categorie circoscritte, limitati e invariati (si vedano le mappe globali di Edelman). In questo caso i livelli di rappresentazione sono distinti e corrispondono a due dei cinque stadi che io ho definito nel processo ricorrente di costruzione delle rappresentazioni.

Come descritto da Keil e Kelly, questi cambiamenti qualitativi riducono un complesso dominio di conoscenza a poche dimensioni criteriali e a pochi valori lungo questa dimensione.

Per concludere, la categorizzazione può essere definita come un processo di selezione, filtraggio, eliminazione, riduzione e scarto, che corrisponde al concetto di sviluppo-impovertimento. Dunque, ci rendiamo di nuovo conto dell'importanza dei fenomeni di selezione e impoverimento, che giocano un importante ruolo nel processo di sviluppo cognitivo. Spero di avere chiaramente espresso che i fenomeni di selezione possono esistere solo come risultato di preliminari fenomeni di arricchimento. Lo sviluppo cognitivo, inoltre, è il risultato sia dell'arricchimento che dell'impovertimento. L'ambiente interno e l'ambiente esterno di un organismo sono perciò la fonte dell'arricchimento e della selezione.

La contrapposizione tra i due stadi del complesso processo di rappresentazione che ho cercato di sottolineare nell'ultima parte di questo capitolo corrisponde parzialmente alla contrapposizio-

ne introdotta da Piaget (1968) tra le cosiddette *identità* qualitative e le *conservazioni* quantitative. Secondo la sua opinione, le prime risultano da dissociazioni e sintesi di proprietà di oggetti e spiegano il ragionamento pre-operatorio di un bambino. Le seconde derivano da composizioni quantitative, probabilmente dovute a operazioni logico-matematiche, che provengono esse stesse dalle coordinazioni generali di azioni e che dimostrano la presenza di ragionamento operatorio. Senza essere d'accordo con l'interpretazione di Piaget, quest'ultimo riferimento vuole essere un omaggio alla nozione di categorizzazione, introdotta così brillantemente da Piaget nell'area dello sviluppo cognitivo nei bambini.

Tabella 1 Cambiamenti qualitativi nelle rappresentazioni concettuali

Mounoud (1986)

Concezioni dell'oggetto
 proprietà elementari giustapposte (o amalgamate)
 proprietà completamente definite/a per mezzo di relazioni tra le parti

Sviluppo motorio (*Mounoud et al.*, 1985)

controllo e pianificazione locale
 controllo e pianificazione globale

Acquisizione del linguaggio (*Karmiloff-Smith*, 1979)

indici di superficie
 strutture profonde

Segmentazione delle parole (*Lieberman et al.*, 1974)

segmentazione sillabica
 segmentazione fonemica

Segmentazione di frasi (*Bronckart*, 1977)

indici pragmatici o semantici
 indici formali o morfosintattici

Rappresentazioni

analogiche
 astratte

Keil e Kelly (1987)

Sviluppo percettivo e concettuale

tutte le dimensioni salienti
 poche dimensioni collegate significativamente

Categorizzazione percettiva (*Garner*, 1974)

dimensioni integrali
 dimensioni separabili (*integral to separable shift*)

Significato delle parole (*Smith et al.*, 1974)

elementi caratteristici
 elementi definienti "*characteristic to defining shift*"

Somiglianza tra sillabe (*Trieman, Baron*, 1981)

somiglianza complessiva
 costituenti fonemici

Categorie lessicali (*Maratos*, 1983)

eterogeneità semantica (prototipo)
 omogeneità strutturale (regole strutturali)

Rappresentazioni

basate sul prototipo
 basate sulla teoria
