

# **LA CONCEZIONE DELLE MAPPE CONCETTUALI PER PROMUOVERE L'APPRENDIMENTO SIGNIFICATIVO: UNA INTERVISTA CON JOSEPH D. NOVAK**

**Liberato Cardellini**

*Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra, Università Politecnica della Marche, 60131  
Ancona*

[libero@univpm.it](mailto:libero@univpm.it)

La carriera del professor Novak nell'insegnamento si estende per oltre quattro decenni; ora è professore emerito di Education e Biologia alla Cornell University, visiting senior scientist all'University of West Florida, Institute for Human and Machine Cognition, e presidente della Joseph D. Novak Knowledge Consultants, Inc. È autore di 26 libri; tra questi, *Learning how to learn* [1], tradotto in 9 linguaggi, di 29 capitoli in libri e di oltre 100 articoli pubblicati in riviste professionali. È consulente di alcune società, enti federali e di oltre 400 scuole e università negli U.S.A. e all'estero. Nel giugno 1995 il Professor Novak si è dimesso dall'insegnamento attivo alla Cornell per lavorare con grandi società nell'utilizzo delle mappe concettuali nel lavoro di ricerca e sviluppo (R & D) per la creazione e il trasferimento della conoscenza e delle informazioni nei vari settori della società. Continua ad insegnare come usare le mappe concettuali per catturare ed archiviare la conoscenza esperta. Ci si augura che questa intervista dischiuderà la sua conoscenza da esperto per i lettori.

**Insegnare alla gente come imparare sul serio può cambiare il mondo**

*1. Come e perché è diventato un insegnante?*

Da bambino avevo sviluppato in qualche modo la convinzione che il mondo potrebbe diventare un posto migliore e volevo trovare una maniera per contribuire a realizzare questo desiderio. Pensavo che sarei potuto diventare un inventore, poiché armeggiavo sempre con le cose. Quando ho cominciato l'università, seguivo un corso di studi di matematica e consideravo il campo della formazione secondaria. Ma al secondo anno, ho dovuto riconoscere che mentre avevo una *comprensione concettuale* delle scienze, la mia matematica si basava principalmente sulla *conoscenza procedurale* e non ho desiderato di provare a tornare indietro e imparare di nuovo la matematica da una prospettiva concettuale. Così ho seguito l'addestramento per diventare un insegnante di scienze. Dopo un anno di internato nell'insegnamento delle scienze nella scuola secondaria, mi sembrava evidente che *il sistema* dell'istruzione era soffocante e un insegnante avrebbe avuto poca probabilità di cambiare il sistema. Mi era stato offerto un posto come insegnante aggiunto nel Dipartimento di Botanica all'università del Minnesota ed ho accettato la nomina con entusiasmo.

Tuttavia, cresceva in me la convinzione che avrei potuto fare più "per cambiare il mondo" come insegnante che come botanico. Con grande delusione dei miei professori di botanica, ho scelto di fare gli studi di dottorato nella formazione, mentre continuavo a studiare per la laurea e facevo un po' di lavoro di ricerca nelle scienze, una necessità per continuare il mio rapporto con il dipartimento di botanica. L'insegnamento delle scienze all'università mi piaceva e benché frustrato da gran parte del lavoro nel corso di Education, persistevo nel mio obiettivo di provare a trovare maniere migliori per istruire la gente. Questo scopo continua ancora oggi nel mio insegnamento e nel lavoro di ricerca mentre provo a trovare vie migliori per aiutare la gente ad imparare come imparare.

## *2. Come e quando è nata l'idea delle mappe concettuali?*

Uno dei miei primi obiettivi nella mia carriera era di condurre ricerche sulle modalità di apprendimento, in particolare quelle riferite all'apprendimento delle scienze. Al contrario delle convinzioni popolari del lavoro di Piaget che indicavano che i bambini non potevano operare col pensiero a livello "operativo formale", avevo notato, nei miei bambini e nei miei studi dei bambini della scuola elementare, evidenze che i bambini potevano afferrare ed usare concetti molto astratti, compresi alcuni concetti scientifici come l'energia e la natura della materia. Ciò di cui avevano però bisogno era di istruzioni sistematiche che riguardavano questi concetti scientifici, con opportune esperienze guidate in modo appropriato e dell'introduzione attenta al

linguaggio scientifico adatto. Abbiamo scelto di usare *istruzioni audio-tutoriali* [2] per insegnare i concetti di base delle scienze ai bambini delle classi 1 e 2 (età 6-8 anni). Abbiamo intervistato periodicamente questi bambini per osservare i cambiamenti nella loro comprensione dei concetti scientifici, comprese delle interviste occasionali fino al raggiungimento del grado 12 (età 17-18 anni).

Inoltre abbiamo seguito un gruppo di bambini delle stesse scuole che non avevano ricevuto le istruzioni audio-tutoriale nelle classi 1 e 2. È diventato presto evidente che eravamo sopraffatti dalle trascrizioni delle interviste ed era necessario trovare un metodo migliore per rappresentare la comprensione dei bambini e per osservarne i cambiamenti. Dopo avere riflettuto sul problema per alcune settimane, il nostro gruppo di ricerca è giunto all'idea di rappresentare la conoscenza ricavata dalle interviste come una struttura gerarchica di concetti e di proposizioni. Così, sono nate nel 1972 ciò che abbiamo chiamato mappe concettuali. I dettagli dello studio, esteso per quasi 20 anni, dallo sviluppo iniziale delle lezioni alla pubblicazione finale, possono essere trovati nella letteratura [3]. Quando gli studenti che avevano ricevuto l'istruzione audio-tutoriale nelle classi uno e due sono stati paragonati agli studenti che non avevano ricevuto questa istruzione nelle prime classi, sono state trovate differenze molto significative della comprensione del concetto della natura particellare della materia e questa differenza cresceva nel corso dei dodici anni della loro istruzione.

*3. Prima che discutiamo delle mappe concettuali, potrebbe chiarire che cosa intende con 'concetto' e spiegare come questo termine differisce dalle idee di altri autori?*

Definisco i concetti come regolarità (pattern) percepite negli eventi o negli oggetti, o ricordi di eventi o di oggetti, indicate da un'etichetta (label). La maggior parte degli autori di altre forme di rappresentazione non hanno enunciato chiaramente le definizioni dei concetti o delle proposizioni che considero come i mattoni per la costruzione di tutta la conoscenza. Anch'essi possono mostrare "i nodi" collegati ad altri "nodi", ma i collegamenti non sono identificati per mostrare il rapporto fra i due "nodi", gli elementi d'informazione nei nodi possono oppure no essere ciò che definisco concetti e non sono solitamente organizzati in modo gerarchico.

*4. Le mappe concettuali come si rapportano ad altre forme di apprendimento?*

Fin dal loro sviluppo iniziale nel 1972, le mappe concettuali sono state usate per rappresentare la conoscenza virtualmente in ogni campo degli studi [4], compresa la matematica, il ballo, la

poesia, gli sport, la storia, ecc. Poiché credo che ogni forma di apprendimento sia radicata nelle strutture dei significati che l'individuo sviluppa, le mappe concettuali sono rilevanti per tutto l'apprendimento. Nell'apprendere delle abilità, sia mentali che manuali è necessaria la pratica, ma questo processo è facilitato quando gli individui hanno una buona comprensione concettuale delle abilità. In modo simile, l'apprendimento visivo – ad esempio come riconoscere gli uccelli, ricordare informazioni da foto, ecc. – viene facilitato se accompagnato da una adeguata comprensione concettuale; naturalmente anche le esperienze sia fisiche che visive possono aumentare la comprensione concettuale. Molti studi mostrano i vantaggi delle mappe concettuali in chimica [5-9] e nel laboratorio di chimica [10-13].

### *5. Quali relazioni esistono tra mappe concettuali e intelligenza?*

Se "l'intelligenza" è definita come il punteggio ottenuto in un test scritto sul quoziente d'intelligenza, allora la qualità delle mappe concettuali si correla scarsamente con l'"intelligenza". Se "l'intelligenza" viene definita come capacità di applicare la conoscenza alla soluzione dei problemi in situazioni nuove, allora la qualità delle mappe concettuali si correla altamente con questo genere di "intelligenza" [14]. Una ragione per cui la gente può comportarsi intelligentemente in una certa area e stupidamente in un'altra è che l'intelligenza è limitata a quelle aree dove abbiamo sviluppato strutture ben organizzate di conoscenza ed anche di abilità metacognitive. Che la gente differisca sia nella propria capacità innata che nelle esperienze necessarie a sviluppare tali strutture ed abilità in aree differenti conduce a ciò che Howard Gardner chiama "intelligenze multiple" [15]. Tuttavia, anziché le 7 o 8 "intelligenze" identificate da Gardner, ci sono probabilmente altrettante "intelligenze" quante sono le aree in cui gli individui possono sviluppare potenti strutture della conoscenza collegate con le abilità delle mani e degli occhi e ogni considerazione emozionale associata.

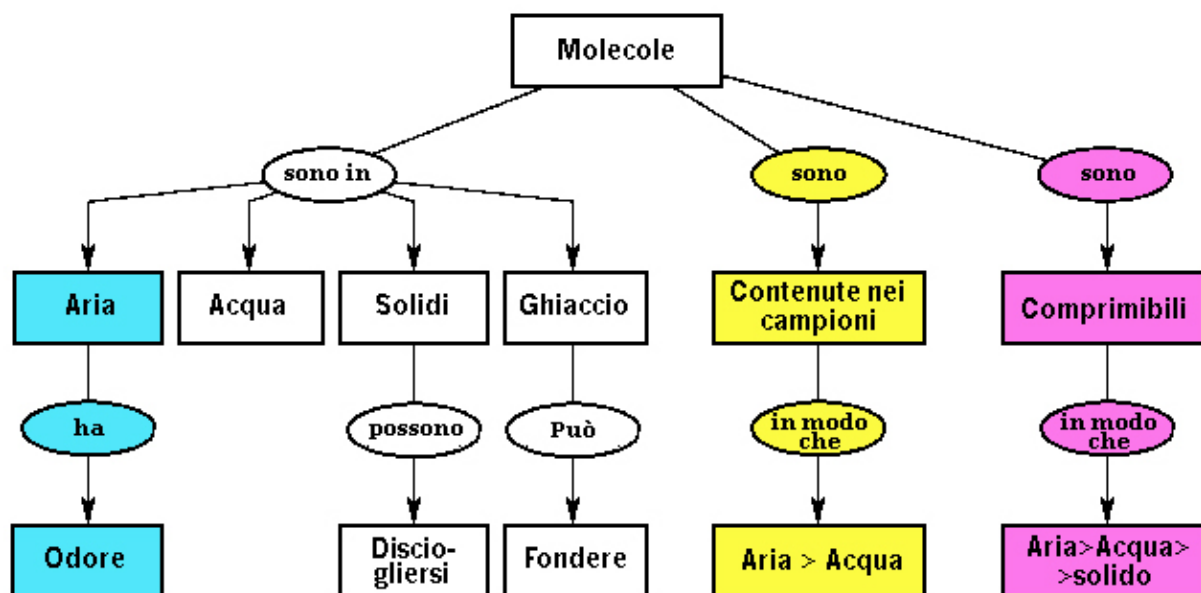


Figura 1. Mappa concettuale disegnata dall'intervista con Amy. Al tempo dell'intervista Amy aveva sette anni.

#### 6. Le mappe concettuali come possono essere usate per mostrare ciò che lo studente sa?

Se vengono usate prima della lezione, le mappe concettuali possono mostrare la conoscenza che uno studente possiede, e ciò può servire per ancorare nuovi concetti e proposizioni. Le mappe concettuali possono anche rivelare le idee sbagliate che lo studente ha e che possono influenzare negativamente i nuovi concetti ad esse collegati. La Figura 1 mostra un mappa concettuale disegnata dall'intervista con una bambina di sette anni e che tratta della natura della materia. Risulta che mentre Amy ha acquisito alcuni concetti di base e proposizioni, la sua conoscenza è anche sbagliata. Pensa che le molecole siano "comprimibili" in modo diverso secondo la successione aria > acqua > solido. Crede scorrettamente che un campione di aria contenga più molecole di un campione di acqua ed identifica l'aria con l'odore (dalle palline di naftalina usate nell'intervista). Tuttavia, Amy ha acquisito della conoscenza dalle lezioni audio-tutoriali che ha studiato ed ha le basi per lo sviluppo di una conoscenza migliore sulla natura della materia.

### Le mappe concettuali sono un sussidio nella costruzione dell'apprendimento

#### 7. Può offrire suggerimenti utili per la costruzione delle mappe concettuali?

Abbiamo trovato che è utile cominciare identificando una "domanda focale" che ci guida nella costruzione della mappa circa un certo evento, argomento di un testo, o problema da risolvere. Per esempio, potremmo chiedere: Quali condizioni sono necessarie affinché l'acqua incominci a

bollire? Poi identifichiamo (sia individualmente, che in gruppo) 15 –20 concetti che siano pertinenti per rispondere a questa domanda e li ordiniamo dal più importante, più generale, a quello meno importante, più specifico. Cominciamo la mappa dal concetto generale e poi lo colleghiamo a due o tre concetti meno generali utilizzando parole adatte a formare delle proposizioni. Continuiamo ad aggiungere altri concetti e a costruire altre proposizioni, formando una gerarchia, ristrutturando la mappa mentre continuiamo ad aggiungere chiarezza e precisione alle proposizioni nella nostra mappa. Infine cerchiamo i "collegamenti incrociati" o le relazioni fra i concetti presenti in sezioni differenti della mappa, dato che i collegamenti incrociati possono rivelare intuizioni che possono aiutare nel rispondere alla domanda focale. Mentre la mappa viene elaborata e ulteriormente raffinata possono essere ancora aggiunti altri concetti e proposizioni.

#### *8. Lei pubblicizza ampiamente le mappe concettuali; quanto sono realmente usate?*

Da quando, all'inizio degli anni 70, abbiamo segnalato del valore didattico delle mappe concettuali per l'insegnamento e l'apprendimento, c'è stato un processo lento, tuttavia sempre in aumento, di approvazione e di impiego delle mappe concettuali in libri di testo, guide di studio, libri sui metodi per insegnare e più recentemente in pubblicazioni che si occupano della conoscenza esperta, in ambienti governativi e in grandi organizzazioni aziendali. Uno di questi progetti è stato messo a punto dalla NASA ed è accessibile in linea all'indirizzo <http://cmex.arc.nasa.gov/CMEX/Map%20of%20Maps.html>. La descrizione di un altro progetto focalizzato sulla varietà degli usi delle mappe concettuali, promosso dalla marina degli Stati Uniti, è visibile in linea all'URL <http://www.ihmc.us/research/projects/Cmaps/>.

Il software CmapTools per costruire le mappe concettuali è disponibile gratuitamente (per impieghi non commerciali) all'URL <http://cmap.ihmc.us/>; questo software è stato scaricato da utilizzatori di oltre 140 paesi diversi. Le mappe concettuali, specialmente se costruite usando il software CmapTools, sono ideali per l'apprendimento a distanza e vengono sempre più utilizzate in questi programmi, compresi i moduli di insegnamento a distanza usati dal personale della marina degli Stati Uniti.

#### **L'apprendimento significativo è costruito e sostenuto**

*9. Quali sono i vantaggi dell'apprendimento significativo, che lei distingue nettamente dall'apprendimento mnemonico?*

L'apprendimento a memoria è per definizione immagazzinamento arbitrario e non-sostanziale di conoscenza in una struttura cognitiva, senza lo sforzo da parte dello studente di integrare la nuova conoscenza con la conoscenza rilevante precedentemente acquisita. Questo genere di apprendimento può presentare alcuni vantaggi quando la valutazione richiede il richiamo letterale delle informazioni o di specifiche definizioni. Poiché questo è spesso il caso in molta della valutazione fatta nella scuola, gli studenti tendono ad imparare a memoria. Soltanto l'apprendimento significativo richiede *l'integrazione* della nuova conoscenza con quella esistente e così soltanto l'apprendimento significativo può portare allo sviluppo di potenti strutture della conoscenza e rimediare alle idee sbagliate che possono esistere [16]. Soltanto l'apprendimento significativo permette il trasferimento di conoscenza in ambiti conoscitivi diversi e sostiene lo sviluppo progressivo di abilità nell'affrontare e nel risolvere nuovi problemi. Quest'ultima abilità è fondamentale nel mondo reale.

#### *10. Ho utilizzato questo strumento nel mio insegnamento e ho notato che alcuni studenti hanno difficoltà nel fare le mappe. Perché?*

Anche se per natura tendiamo ad apprendere in modo significativo, le pratiche della scuola incoraggiano troppo spesso ad imparare a memoria e molti studenti si abituanano a questo tipo di apprendimento. Fare mappe concettuali richiede che lo studente cerchi di sviluppare la comprensione dei concetti chiave e delle relazioni tra essi—di imparare in modo significativo. La ricerca ha mostrato che coloro che imparano a memoria all'inizio hanno difficoltà a fare questo, anche se non ho mai trovato una persona che non abbia potuto costruire delle buone mappe concettuali dopo un qualche tempo con istruzioni adatte, pratica e suggerimenti costruttivi. Il tempo richiesto per fare questo cambiamento varia con gli individui, tuttavia, con suggerimenti adatti, raramente sono necessarie più di tre o quattro settimane di pratica.

Può aiutare l'utilizzo del software CmapTools, che permette la costruzione delle mappe concettuali sia individualmente che in gruppo, in modo sincrono o asincrono, sia nello stesso luogo che a distanza, ove esista un accesso ad Internet. Abbiamo avuto studenti di scuole elementari di paesi lontani che lavoravano con successo per costruire mappe concettuali in collaborazione, condividendo non soltanto le conoscenze specifiche ma anche le differenze culturali che arricchiscono il processo di apprendimento [17]. La nuova tecnologia per la creazione delle mappe concettuali sviluppata all'University of West Florida, Institute for Human and Machine Cognition (<http://www.ihmc.us/>) permette la facile costruzione di migliori mappe

concettuali, facilitando così l'apprendimento, l'acquisizione della conoscenza e la creazione e la condivisione delle loro strutture, particolarmente quando vengono utilizzate con Internet.



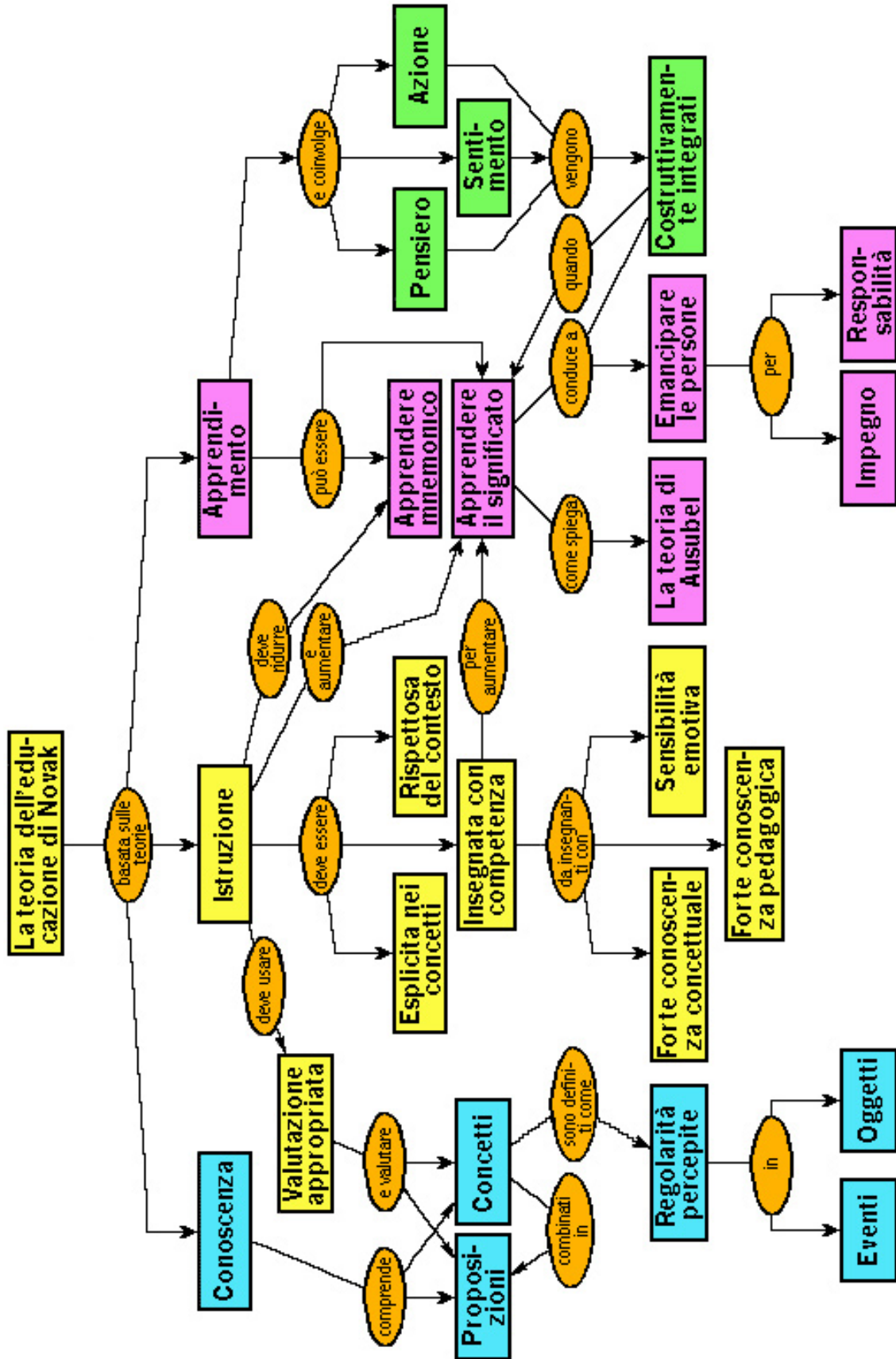


Figura 2. La teoria dell'apprendimento di Novak riassunta in una mappa concettuale.

*11. Lei ha coniato il termine "costruttivismo umano" (human constructivism). In che cosa differisce da altre forme di costruttivismo?*

von Glasersfeld ha descritto ciò che ha chiamato "costruttivismo triviale" e "costruttivismo radicale" [18]. Il costruttivismo triviale riconosce che ogni persona che apprende deve costruire personalmente il significato della conoscenza; e quindi gli insegnanti non possono "dare" la conoscenza agli allievi. Fondamentalmente è un'idea *psicologica*. Il "costruttivismo radicale" ritiene che la nostra interpretazione degli eventi e degli oggetti sia controllata dai concetti che già possediamo; dato che la conoscenza evolve col tempo, nuove risposte possono emergere dall'osservazione degli stessi eventi o oggetti. La storia della scienza è piena di tali esempi. Il costruttivista radicale non trova interesse quando si hanno tutte le risposte "giuste". Le idee del costruttivismo provengono dalla teoria della conoscenza e dovrebbero essere riconosciute in relazione con essa, ma anche distinte dal punto di vista psicologico.

Il mio "costruttivismo umano" cerca di fondere i due punti di vista riconoscendo che imparare in modo significativo richiede sia la costruzione individuale di nuova conoscenza sia l'avanzamento della comprensione in una disciplina che deriva dal progresso individuale e collettivo nello sviluppo di significati più completi e più parsimoniosi degli eventi e degli oggetti osservati. Inoltre, riconosco che i sentimenti (feelings) svolgono un ruolo importante nella ricerca del significato e che pensieri, sentimenti e azioni sono tutti coinvolti nel processo di costruzione di nuovo significato. Poiché il mio punto di vista integra sia il processo psicologico di ricerca del significato che quello epistemologico della creazione di nuova conoscenza in una disciplina, vedo il "costruttivismo umano" come più completo e anche più parsimonioso delle altre forme di costruttivismo [19]. La Figura 2 riassume la mia teoria dell'istruzione in una mappa concettuale.

### **La nuova conoscenza deve essere concettualmente integrata**

*12. "Riconciliazione integrativa" e "apprendimento sovraordinato" sono alcuni termini utilizzati nei suoi scritti. Potrebbe chiarirne il significato?*

Mentre l'apprendimento significativo progredisce e nuovi concetti e proposizioni vengono integrate nella struttura conoscitiva, alle volte sorge qualche confusione che deve essere chiarita. Per esempio, uno studente può imparare che una mole di una certa sostanza è sempre formata dallo stesso numero di molecole, ma moli di composti differenti possono avere masse molto differenti. Lo studente deve integrare le idee di pesi atomici differenti, di numeri differenti di

atomi in composti simili e quindi di pesi molecolari differenti per differenti, anche se simili, composti. Mentre lo studente integra gradualmente i significati di peso atomico, peso molecolare, moli, volume molare e concetti ed esperienze ad essi collegati, forse anche con esperienze di laboratorio, avviene una riconciliazione integrativa e le distinzioni e le relazioni fra i suddetti concetti diventano chiari, i precedenti conflitti dei significati sono risolti e viene formata una struttura cognitiva coerente. È avvenuta la riconciliazione integrativa dei significati dei concetti e delle proposizioni ad essi collegati. Gran parte dell'apprendimento significativo progredisce con il processo di *inclusione*, dove i concetti più generali, più astratti, includono gli esempi che illustrano differenti variazioni dello stesso concetto generale. Per esempio, quando si impara che l'acido solforico, l'acido acetico ed altri esempi di acidi sono tutti donatori dello ione idrogeno, caratteristica di ciò che chiamiamo un acido, questa sarebbe un'illustrazione di apprendimento inclusivo.

Alle volte, tuttavia, viene appreso un nuovo concetto più generale e più inclusivo e questo allora include i concetti esistenti in una struttura conoscitiva e conferisce loro nuovi significati. Per esempio, quando viene introdotto il concetto di entropia per spiegare perchè le reazioni chimiche procedono, si acquisisce anche l'idea che è richiesta energia per ridurre l'entropia, o per aumentare l'ordine in un sistema. Buona parte della chimica può essere spiegata dall'idea di entropia, si ha cioè l'apprendimento sovraordinato del concetto di entropia. Non è facile insegnare in un modo che risulti questo genere di apprendimento sovraordinato e molti studenti completano il primo corso di chimica senza acquisire questo concetto. In un modo simile, molti studenti di biologia completano il corso di biologia soltanto con una vaga idea del significato di evoluzione, anche se durante il corso il concetto viene richiamato da vari punti di vista. Una delle sfide che affrontiamo nelle scienze è aiutare gli studenti a capire le poche dozzine di concetti veramente sovraordinati che possono conferire un significato più profondo alle migliaia di concetti secondari che sono insegnati. Le mappe concettuali hanno dimostrato di facilitare l'apprendimento dei concetti sovraordinati [20].

### **L'apprendimento significativo risolve il paradosso dell'apprendimento**

#### *13. Come può la sua teoria aiutare a risolvere il "paradosso dell'apprendimento" [21]?*

Più di duemila anni fa, il filosofo Greco Zenone ha riconosciuto che ciò che possiamo imparare dipende da ciò che sappiamo. Ma se questo è vero, come possiamo imparare nuove cose? Questo è ciò che è conosciuto come il "paradosso di Zenone". Ciò che Zenone non considera è

che gli esseri umani possono vedere nuove regolarità negli eventi e negli oggetti, o nei ricordi di eventi o di oggetti, e che possono usare il linguaggio per identificare queste regolarità e per collegarle ad altre regolarità. In breve, non è riuscito a capire come ciò che Ausubel chiama "l'apprendimento per scoperta" [22], può condurre alla formazione di nuovi concetti ed effettivamente questo è il processo con cui i bambini piccoli acquisiscono i loro primi concetti. Una volta che una struttura di concetti elementari si è sviluppata, questa può essere usata per acquisire nuovi concetti e significati proposizionali. Ecco perchè abbiamo le scuole e le università. Zenone – e troppe altre persone – non hanno capito il processo di apprendimento significativo.

### **Le mappe concettuali sono utili anche nel mondo degli affari**

#### *14. Lei lavora anche con grandi società. Quali sono le analogie fra la scuola e l'industria?*

Come ho precisato in un mio libro [23], le grandi società devono mettere in grado i loro dipendenti di migliorare nell'apprendimento significativo. C'è una grande pressione concorrenziale globale affinché le multinazionali cambino la maniera in cui fanno le cose, ma io ed altri abbiamo trovato che le aziende possono essere resistenti alle nuove idee e metodi quanto le scuole e le università. Tuttavia, credo che alcune aziende ritengono che possa derivare del profitto dal mettere in grado i propri dipendenti di usare queste idee e questi strumenti. Ciò potrebbe costituire un modello e diffondersi velocemente, data la natura di concorrenza globale e di nuove possibilità tecnologiche per la comunicazione di queste idee. Il lavoro che attualmente stiamo facendo con l'industria dell'energia elettrica può servire da modello per l'uso efficace delle mappe concettuali nelle grandi società per la rappresentazione della conoscenza esperta, per lo sviluppo di migliori programmi *di formazione* (non addestramento) per facilitare l'applicazione creativa della conoscenza.

#### *15. Perché le multinazionali trovano così utili le mappe concettuali?*

Virtualmente tutto il lavoro nelle grandi società viene fatto da persone che lavorano in gruppo. Uno dei problemi che hanno i gruppi è quello di acquisire una visione comune su ciò che costituisce il problema e una sua comprensione *concettuale* condivisa. La mia esperienza con le multinazionali e anche con enti governativi, è che le mappe concettuali possono essere enormemente utili per realizzare questa comprensione comune. Come dico nella mia teoria della formazione, "l'apprendimento significativo è il risultato dell'integrazione costruttiva del pensiero, dei sentimenti e dell'azione conducendo alla consapevolezza per l'impegno e la

responsabilità". Poiché questo determinerà nel prossimo futuro il successo o il fallimento delle aziende, le multinazionali ci possono aiutare ad introdurre le stesse idee ed azioni nelle scuole e nelle università.

Esiste un enorme divario fra ciò che ora sappiamo circa le strategie per migliorare l'apprendimento (e l'uso della conoscenza) e le pratiche attualmente utilizzate nella maggior parte delle scuole e delle aziende. Sono in corso progetti molto promettenti che possono contribuire a realizzare degli avanzamenti accelerati. Questi includono i progetti in scuole di tutti i gradi dell'istruzione in Colombia, Costa Rica, Italia, Spagna, Stati Uniti e i progetti di collaborazione con organizzazioni multinazionali e progetti di apprendimento a distanza. Fin'ora i risultati sono stati incoraggianti e suggeriscono che forse ci stiamo muovendo da una fase di ritardo nell'innovazione educativa verso una fase di sviluppo esponenziale.

### **Gli studenti possono costruire l'apprendimento significativo usando le mappe concettuali**

Come Novak ha sottolineato in questa intervista, le mappe concettuali sono strumenti per l'organizzazione delle informazioni in modo da favorire ad un livello profondo l'integrazione della conoscenza. Gli studenti che le usano, acquisiscono un apprendimento significativo, interconnesso e, in aggiunta, "imparano come imparare" più efficacemente. Le mappe concettuali aiutano gli studenti a dare significato a ciò che stanno tentando di imparare. Joseph Novak, con il suo lavoro di ricerca lei ha dimostrato che l'istruzione può essere migliorata con l'uso delle mappe concettuali e questa tecnica sta incominciando ad avvantaggiare gli studenti su una scala sempre più grande. È stato un onore per me poter condividere i suoi punti di vista e le sue intuizioni. A nome della comunità di quanti sono impegnati nella formazione, desidero ringraziarla per questa intervista.

### **Ringraziamenti**

Desidero ringraziare *George M. Bodner* della Purdue University, West Lafayette, Indiana, *Alex H. Johnstone* dell'University of Glasgow, Scotland, *Ernst von Glasersfeld* dell'University of Massachusetts, Amherst, MA, *Richard J. Shavelson*, della Stanford University, Stanford, California, per i consigli e i suggerimenti che mi hanno fornito per migliorare le domande per questa intervista e per l'assistenza durante l'intervista.

### **Bibliografia**

1. J. D. Novak, D. B. Gowin, *Learning How To Learn*, Cambridge University Press: New York, 1984. Traduzione ital.: *Imparando a imparare*, Società Editrice Internazionale: Torino, 1997.
2. S. N. Postlethwait, J. D. Novak, H. T. Jr. Murray, *The Audio-Tutorial Approach to Learning*, 3rd ed.; Burgess: Minneapolis, MN, 1972.
3. J. D. Novak, D. Musonda, *American Educational Research Journal*, **1991**, 28, 117–153.
4. J. D. Novak, *Journal of Research in Science Teaching*, **1990**, 27, 937–949.
5. J. D. Novak, *Journal of Chemical Education*, **1984**, 61, 607–612.
6. J. Cullen, *Journal of Research in Science Teaching*, **1990**, 27, 1067–1068.
7. B. Ross, H. Munby, *International Journal of Science Education*, **1991**, 13, 11–23.
8. J. M. Wilson, *Journal of Research in Science Teaching*, **1994**, 31, 1133–1147.
9. A. Regis, P. G. Albertazzi, E. Roletto, *Journal of Chemical Education*, **1996**, 73, 1084–1088.
10. M. Stensvold, J. T. Wilson, *Journal of Chemical Education*, **1992**, 69, 230–232.
11. B. D. Pendley, R. L. Bretz, J. D. Novak, *Journal of Chemical Education*, **1994**, 71, 9–15.
12. M. Nakhleh, *Journal of Chemical Education*, **1994**, 71, 201–205.
- 13.] P. G. Markow, R. A. Lonning, *Journal of Research in Science Teaching*, **1998**, 35, 1015–1029.
14. P. A. Okebukola, *Educational Psychology*, **1992**, 12, 113–129.
15. H. Gardner, *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences* (with a new introduction by the author), 10th anniversary ed.; Basic Books: New York, 1993.
16. J. D. Novak, *Science Education*, **2002**, 86, 548–571.
17. A. J. Cañas, K. M. Ford, J. D. Novak, P. Hayes, T. R. Reichherzer, N. Suri, *The Science Teacher*, **2001**, 68, 49–51, April.
18. C. D. Smock, E. von Glasersfeld, *Epistemology and Education—The Implications of Radical Constructivism for Knowledge Acquisition*, The University of Georgia Mathemagenics Program: Athens, Georgia, 1974; Research Report 14.
19. J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, J. D. Novak, Eds. *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*; Academic Press: San Diego, CA, 1998; Portuguese Edition, Platano Edicoes Tecnicas: Lisboa, 2000; J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, J. D. Novak, Eds. *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*; Academic Press: San Diego, CA, 2000; Chapter 13.
20. J. F. Jr. Cullen, *Concept Learning and Problem Solving: The Use of the Entropy Concept in College Teaching*. Doctoral dissertation, Cornell University, Ithaca, NY, 1983.

21. J. Pascual-Leone, Constructive Problems for Constructive Theories: The Current Relevance of Piaget's Work and a Critique of Information Processing Simulation Psychology. In *Developmental Models of Thinking*, Kluwe R., Spada H., Eds.; Academic Press: New York, 1980; p 284.
22. D. P. Ausubel, *Educational Psychology, A Cognitive View*; Holt, Rinehart and Winston, Inc.: New York, 1968.
23. J. D. Novak, *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*; Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, 1998.

Traduzione autorizzata dal **Journal of Chemical Education**, Vol. 81, No. 9, 2004, pp. 1303-1308.

Publicato originariamente su *La Chimica nella Scuola*, **2006**, 28, 71-76. Riprodotto con l'autorizzazione del Prof. Pierluigi Riani, direttore di CnS.