

FORCE DYNAMIC GESTALT, METAFORA E PENSIERO SCIENTIFICO

Hans U. Fuchs

Center for Applied Mathematics and Physics

Zurich University of Applied Sciences at Winterthur, Switzerland

Traduzione a cura di Ira Torresi

Le scienze naturali come vengono insegnate a scuola sono difficili e formali tanto che normalmente si pensa che un bambino possa raggiungere al massimo un apprendimento superficiale. Di conseguenza o non si insegna una scienza degna di tale nome nella scuola primaria e secondaria, oppure creiamo rappresentazioni formali semplificate che un giovane non può fare altro che imparare in modo meccanico. Quando raggiungono l'adolescenza o l'età adulta, molti di noi hanno una comprensione dei processi naturali che va da "traballante" a "completamente inutile" e la nostra opinione sull'apprendimento scientifico è per sempre compromessa.

Vorrei suggerire che l'insegnamento e l'apprendimento delle scienze potrebbe seguire un modello diverso, partendo dall'educazione dei bambini. Vorrei mostrare che gli esseri umani possiedono una forma di pensiero astratto che si sviluppa nella prima infanzia e che è più che adeguato per una comprensione profonda del mondo intorno a noi. Questa forma di pensiero può essere utilizzata per costruire il pensiero scientifico formale.

La natura della nostra mente è narrativa. Noi usiamo schemi astratti e le loro proiezioni metaforiche per creare un sofisticato resoconto del mondo e di come opera. Un'importante struttura che può essere ritrovata nella concettualizzazione di fenomeni sociali, psicologici o naturali è ciò che io chiamo la Force Dynamic Gestalt (FDG). Noi percepiamo molti fenomeni come un *tutt'uno* (gestalts) e perciò impieghiamo gli schemi di sostanza (fluida) o quantità, intensità o qualità, e potenza o forza per introdurre determinati aspetti e dare significato ai fenomeni corrispondenti.

In questa presentazione vorrei formulare e sostenere le seguenti ipotesi: (1) riusciamo a comprendere davvero il mondo che ci circonda quando riusciamo a differenziare chiaramente la quantità, intensità e potenza di un dato fenomeno e comprendiamo le relazioni che intercorrono tra di esse; (2) possiamo aiutare i bambini ad imparare e padroneggiare questa differenziazione potenziandone le abilità narrative. La presentazione sarà divisa in quattro parti. Prima narrerò una breve storia invernale che potrebbe essere adatta per bambini piccoli. Questa storia introduce la FDG del freddo, che ci porterà a ricercare ulteriori esempi della FDG nella seconda parte. Poi presenterò una discussione più formale delle strutture figurative del pensiero umano. Ciò mostra gli elementi in cui consiste una FDG e dimostra l'origine di una forma di ragionamento analogico nelle scienze fisiche. Nella parte 4 farò un riassunto e sosterrò l'idea che imparare a usare buone strutture narrative per parlare della natura porta ad un buon ragionamento scientifico.

1. Una storia invernale

Le storie sono le strutture figurative più estese prodotte dalla mente umana. Molto è già stato scritto, fatto e studiato in questo ambito (Mandler, 1984; Dautenhahn, 2002). L'importanza delle storie come modalità di pensiero diverse dal ragionamento scientifico è già stata enfatizzata (Bruner, 1989). In seguito, comunque, è diventato chiaro che le narrazioni possono servire come veicolo non solo per storie di vicende umane, ma anche per la nostra comprensione della natura (Corni, Giliberti, Mariani, 2010).

Dal mio punto di vista le storie intrecciano due strutture schematiche di base: la forma episodica (o temporale) di una buona storia (Mandler, 1984) e la specifica struttura figurativa (*embodied*) dei personaggi della storia (Fuchs, 2007). La prima è ben conosciuta e viene a volte chiamata "story schema". La seconda sembra essere menzionata raramente come elemento costitutivo delle narrazioni; si veda comunque Egan (1988) per una discussione sulle strutture di pensiero nelle storie conosciute e derivanti dalla tradizione orale. La ragione di ciò può essere che, a differenza del relativamente semplice story schema che permette lo sviluppo di una forma generica o linea di storia (Mandler, 1984), i personaggi e le loro azioni sono pensati per essere così tanti, ricchi e variegati che possono essere creati innumerevoli contenuti speciali le cui strutture schematiche non sono immediatamente evidenti. Comunque, tutto il lavoro sulle strutture schematiche nella linguistica cognitiva indica che un'architettura relativamente semplice fa da base a tutta questa ricchezza. Vorrei parlare di un *character schema* che i protagonisti delle storie devono seguire. Si noti anche che anche il character schema stesso è composto da schemi più piccoli, cioè le strutture schematiche identificate, in generale, in linguistica e nelle scienze cognitive e, in particolare, la struttura figurativa che chiamo *FDG*.

Di seguito riporto una bozza di storia sul freddo dell'inverno che potrebbe essere adatta per bambini piccoli. Vorrei raccontarla affinché chi legge sia consapevole degli elementi di pensiero che sono rilevanti quando dobbiamo comprendere come funziona il mondo in dettaglio, quando cioè le cose che fanno i personaggi di una storia diventano importanti quanto la trama della storia stessa. Ora, il protagonista di questa storia è il freddo dell'inverno, un personaggio che presenta alcune strutture di base che ritroveremo più volte anche in altri personaggi.

Una storia invernale

Una piccola città, chiamata Little Hollow, giaceva in una valle circondata e sormontata da un grande altopiano. Gli abitanti si erano insediati in quel luogo perché si raccoglievano nella pianura dei piccoli ruscelli che fluivano giù nella valle formando un piccolo torrente tranquillo che attraversava la città. Questo piaceva molto agli abitanti di Little Hollow. Ma c'era qualcosa che non amavano altrettanto: gli inverni a Little Hollow erano molto rigidi.

Quando l'ultimo tepore dell'autunno lasciava l'altopiano che circondava Little Hollow, il freddo si infilava nella valle e si diffondeva. Poiché l'altopiano era

molto grande, il freddo doveva distribuirsi in uno strato sottile, cosicché non c'era così tanto freddo lassù. Inoltre, anche nel bel mezzo dell'inverno, il sole riusciva a far arrivare sull'altopiano un po' dei suoi raggi. La neve che cadeva sull'altopiano non era così fredda, ma era tanta, e la gente di Little Hollow amava salire all'altopiano per fare sci di fondo. I bambini salivano lassù per costruire bellissimi pupazzi di neve.

Ma a Little Hollow le cose andavano diversamente. Il freddo dell'inverno sapeva che quello era un luogo dove avrebbe potuto più facilmente congelare ogni cosa. Poteva fluire nella valle in cui era costruita la città. Poteva raccogliersi laggiù e sapeva che non sarebbe stato spinto via facilmente da quel poco vento che c'era, a differenza di quanto sarebbe avvenuto nell'altopiano. E il sole non avrebbe potuto raggiungere facilmente la città a causa della nebbia che spesso si raccoglieva su Little Hollow e rendeva tutto grigio. Con il procedere dell'inverno, man mano che il freddo si raccoglieva a Little Hollow, si faceva sempre più freddo e la temperatura si abbassava sempre di più.

Gli abitanti di Little Hollow imprecavano contro l'inverno e contro il freddo. Sapevano che il freddo avrebbe trovato il modo di entrare nelle loro case se non fossero stati attenti e rapidi nel chiudere porte e finestre. Il freddo si sarebbe infilato attraverso le piccole fessure fra le pareti e le finestre, così la gente aveva imparato a costruire bene le proprie case, per rendere difficile al freddo di infiltrarsi dentro. Inoltre, senza i sofisticati e potenti impianti di riscaldamento nelle case, la gente sapeva che non avrebbe potuto sopravvivere all'inverno. A volte, quando si raccoglieva molto freddo nella città, quando era veramente freddo e la temperatura era molto, molto bassa, i fuochi nei caminetti dovevano lavorare alacremente per combattere il freddo. La gente nelle case si assicurava che il calore prodotto dai caminetti bilanciava sempre il freddo, così le case sarebbero state sempre calde e confortevoli.

Per i bambini di Little Hollow il freddo dell'inverno non era un disagio. Si vestivano con indumenti caldi per conservare il calore del loro corpo, e giocavano intensamente quando erano all'aperto. Ma anche a loro il freddo rigido dell'inverno giocava un brutto tiro: penetrava nella neve che giaceva sul terreno, rendendola molto fredda, e questo rendeva la neve più dura e più difficile da lavorare. I bambini non riuscivano a fare a palle di neve ed era molto più difficile costruire pupazzi di neve. Dovevano aspettare fino a che l'inverno non si stancava, e il freddo andava via da Little Hollow. Quando diventava meno freddo e la temperatura saliva, la neve diventava più calda e molto più piacevole da giocare.

Quando ciò accadeva il freddo dell'inverno sapeva che la sua ora era giunta. Il tepore dell'inizio della primavera sarebbe diventato più forte e lo avrebbe spinto fuori dalla valle. Il freddo sapeva che avrebbe dovuto accettare la sua sconfitta, ma sapeva altrettanto bene che sarebbe ritornato...

Questa storia potrebbe rappresentare un primo esempio per bambini piccoli, per poi cedere il passo a narrazioni di numero e complessità crescenti nell'arco del corso di studi. Man mano che i bambini crescono dovrebbero essere in

grado di fare un uso più approfondito delle storie (raccontare e scrivere le loro storie, identificare elementi, descrivere le loro interpretazioni dei personaggi, ecc.). Da un punto di vista puramente scientifico, questa storia richiede dei chiarimenti. In particolare i bambini più grandi diventeranno capaci di comprendere che non abbiamo bisogno di due concetti (personaggi), cioè il caldo e il freddo, per comprendere i processi termici; ne basta uno, ossia il caldo. I bambini dovrebbero imparare a riscrivere la storia in questi nuovi termini. Come già anticipato, la storia integra due strutture parallele. Per prima cosa c'è la struttura episodica identificata negli studi della grammatica delle storie (Mandler, 1984). Inoltre, i personaggi della storia (caldo e freddo) si comportano in un modo che potremmo definire "naturale". Questa naturalezza di comportamento è propria delle strutture figurative che si trovano nel pensiero umano. Andiamo a studiare alcune di queste forme "embodied".

2. Force Dynamic Gestalt: tre esempi

Si da ormai per assodato che gli esseri umani percepiscano il mondo inizialmente come semplici "tutt'uno", le cosiddette "gestalt". La percezione è un processo attivo e creativo, non un processo percettivo passivo. L'atto della percezione è una cosa sola con l'astrazione (Arnheim, 1969), i prodotti della percezione sono astrazioni (gestalt, schemi, configurazioni) nelle quali il tutto è più semplice della somma delle sue parti. Concettualizzando e parlando delle gestalt, noi le dotiamo di aspetti che le rendono costrutti complessi, e che ci permettono di elaborare efficacemente ciò che esse originariamente rappresentano. Per esempio tutti sappiamo quando facciamo un'esperienza di giustizia (o di ingiustizia) - non abbiamo bisogno di descriverla per esserne coscienti. Tuttavia nella società umana la gestalt di giustizia si differenzia in molteplici aspetti, portando a un concetto molto ricco e complesso che struttura la nostra comprensione della giustizia e del sistema giudiziario.

L'osservazione seguente è il fulcro del mio ragionamento. Le gestalt dei fenomeni che hanno il potenziale di diventare concetti complessi sembrano differenziarsi tramite semplici strutture schematiche (Talmy, 2000; Johnson, 1987, 2007; Lakoff, 1987; Hampe, 2005), e gli stessi *schemata* si applicano ad ambiti di esperienza molto diversi. Le principali strutture schematiche usate in modo ricorrente sono la *quantità* o *dimensione*, la *qualità* o *intensità*, e il *potere* o la *forza* (Fuchs, 2006, 2007). Gli *schemata* identificati da Talmy (2000) nella sua teoria della dinamica Force Dynamics dovrebbero essere aggiunti alla lista delle strutture che costituiscono il linguaggio della causalità associata a un fenomeno. Per riassumere queste osservazioni, ho proposto il concetto di FDG che può essere applicato a un gran numero di importanti fenomeni che vanno dall'ambito psicologico, al sociale, al naturale (Fuchs, 2007). Vediamo come queste strutture si manifestano nel linguaggio che usiamo per descrivere i fenomeni del cibo, della giustizia e del calore.

Cibo. Il cibo non è soltanto una sostanza, una materia; è piuttosto un esempio di un fenomeno importante per un animale. L'ho scelto perché il modo con cui parliamo del cibo è così noto e ubiquo che sono sicuro di non dover convince-

re nessuno di quanto segue. Noi parliamo di cibo in termini di quantità e qualità, e sappiamo che il cibo ha molti effetti per un animale – esercita una forza o un potere sul suo benessere. Il cibo può essere prodotto, distrutto, trasportato, accumulato. Differenze nella sua qualità portano a conseguenze importanti, abbiamo bisogno di un apporto nutritivo equilibrato, ecc. E non è così forzata l'idea che una combinazione di quantità e qualità del cibo sia alla base del suo potere, della sua influenza per la nostra salute. In Appendice è riportata una lista di diverse espressioni che hanno a che fare con il cibo.

Giustizia. Se la rapportiamo al fenomeno del cibo, la giustizia ci sembrerà probabilmente un concetto astratto. Comunque, per parlare della giustizia – e forse anche per concettualizzarla – usiamo le stesse strutture a cui ricorriamo per il cibo. Strutturiamo la *gestalt* della giustizia (e dell'ingiustizia) in termini di quantità, qualità o intensità, e potere (ancora, in Appendice sono riportate una lista di espressioni comuni). Inoltre, nelle nostre espressioni appaiono gli *schemata* dell'equilibrio/bilanciamento, del contenitore, del facilitare e impedire, ecc. Si noti che il concetto di giustizia è polarizzato – c'è una polarità fra giustizia e ingiustizia.

Calore. Il linguaggio comune riguardo al fenomeno del calore prova il fatto che noi pensiamo al calore (e al freddo) in termini di quantità, intensità e potere. Espressioni come “c'è molto caldo in questo posto”, “il freddo è stato intenso quest'inverno”, “la potenza del fuoco ha distrutto la casa” sono certamente comuni. Permettiamo al calore di fluire, impediamo al freddo di entrare, bilanciamo il calore fra corpi diversi, e usiamo il calore per fare girare i motori. Di nuovo, l'idea che una combinazione di quantità e di intensità di calore sia responsabile dell'entità dei suoi effetti è tutto tranne che forzata (Carnot, 1824; Fuchs, 2010a, b). Come nel caso della giustizia anche qui abbiamo a che fare con una polarità, questa volta fra il calore e il freddo.

3. Strutture schematiche, metafore e analogia

Le moderne scienze cognitive in generale e la linguistica cognitiva in particolare ci offrono una base teorica per dare significato a quanto abbiamo osservato negli esempi di cibo, giustizia e calore discussi nella sezione precedente. In molte della recenti scienze cognitive si dà per assodato che la mente sia *embodied*, cioè “incarnata” nella materialità del corpo che la ospita (Lakoff, Johnson, 1999; Johnson, 1987, 2007; Tucker, 2007; Chemero, 2009) e che il linguaggio e la comprensione debbano necessariamente procedere per via figurativa. In questa sezione elencherò brevemente alcune strutture figurative della mente umana e mostrerò come esse ci portano a comprendere le radici delle teorie dei processi fisici. Maggiori dettagli sull'applicazione della linguistica cognitiva alla fisica può essere trovata in Fuchs (2007).

Image schema e altre strutture schematiche. Un individuo crea strutture mentali *embodied* astratte, i cosiddetti *image schema*, attraverso l'interazione ricorrente con l'ambiente (Johnson, 1987; Lakoff, 1987; Hampe, 2005). L'elenco degli *image schema* comprende: sostanza (fluida), contenitore, percorso, scala, verticalità, equilibrio/bilanciamento e molto altro. Gli *image*

schema sono gestalt o forme non proposizionali aventi una struttura interna sufficiente a creare un significato complesso. Essi sono applicati a un dominio attraverso una proiezione metaforica (vedi oltre). Un'altra importante struttura schematica è la gestalt della manipolazione diretta introdotta da Lakoff e Johnson (1980) che può essere compresa come la base del ragionamento causale.

Proiezione metaforica. La linguistica cognitiva ha introdotto la nozione di metafore concettuali. Le metafore sono proiezioni di (o della struttura di) un dominio sorgente su un dominio di arrivo. Una metafora è una struttura mentale che normalmente conduce a molte possibili espressioni linguistiche (una semplice espressione come “la sua teoria è ben fondata” non è di per sé una metafora; è un’espressione linguistica della metafora concettuale “UNA TEORIA È UN EDIFICIO”). Si presume che le metafore rivelino le strutture della mente umana.

Alcune delle metafore più semplici sono create quando gli *image schema* sono proiettati su dei domini di arrivo. Per esempio, l’espressione “La temperatura si è alzata” ha origine dalla proiezione dello schema della verticalità sulla percezione di caldo e freddo. Un’espressione come “la quantità di moto si trasferisce attraverso questo urto” rivela che noi proiettiamo lo schema di sostanza fluida sui fenomeni di moto.

Strutturazione della FDG. Sembra che gli *schemi* di sostanza (fluida) e verticalità (o, in alternativa, lo schema della scala) e la gestalt della manipolazione diretta siano proiettati su fenomeni come i fluidi, il calore, l’elettricità, i processi chimici, il moto (Fig. 1). Lo schema di sostanza fluida è utilizzato per dare senso metaforico all’aspetto di quantità della FDG di un fenomeno, mentre lo schema della verticalità è utilizzato per strutturare la nostra comprensione dell’aspetto di intensità. La gestalt della manipolazione diretta, e tutti i suoi elementi alla base della nostra nozione di causalità, possono essere raccolti nel concetto di energia nei processi fisici (Fuchs, 2007, 2010a).

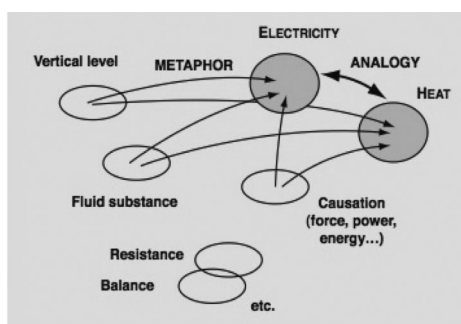


Fig. 1 - L'applicazione della stessa FDG con le sue percezioni metaforiche a diversi fenomeni fisici porta a strutture analogiche (la struttura metaforica di un ambito può essere mappata su un altro ambito).

Analogia. Quando, come negli esempi dei processi fisici, fenomeni diversi sono strutturati usando le stesse proiezioni, cioè se sono percepiti come una FDG, per la mente umana diventano simili. Non c'è una similarità oggettiva fra elettricità e calore, per esempio, ma la nostra mente li assimila tra loro. Questa similarità è poi usata per creare strutture analogiche (Fig. 1; Fuchs, 2010a). L'utilizzo di analogie si basa sulla mappatura strutturale (Genter, 1983) da un ambito ad un altro. Questo è un processo consapevole e bidirezionale, a differenza della proiezione metaforica che è un fenomeno largamente inconscio ed è una mappatura unidirezionale.

4. Parlare e scrivere bene sulla natura

La storia invernale delineata sopra sarà senza dubbio giudicata da parte di fisici e ingegneri un esempio di cattiva scienza formale. Essi ci concederanno di parlare del calore e del freddo in questa forma a bambini piccoli, ma per loro sarà chiaro che una scienza vera e corretta del calore dovrà prendere una forma completamente diversa da un punto di vista concettuale, strutturale e formale.

Ci sono infatti aspetti della storia che cambieranno quando essa evolverà verso una teoria termodinamica vera e propria. La prima cosa è che impareremo che non abbiamo bisogno di due concetti – quello del calore e quello del freddo – per comprendere i fenomeni termici, ma che ne basta uno solo. È interessante notare, comunque, che il grosso della struttura concettuale non cambierà affatto. Oggi costruiamo una scienza formale della dinamica del calore sui concetti alla base della FDG del calore: quantità, intensità e potenza, e le strutture schematiche associate di contenimento, flusso, agevolazione, ostacolo, costrizione, equilibrio, ecc. (Fuchs, 1996, 2010b). Quindi, ecco la mia tesi: apprendere la FDG dei processi naturali conduce a una “buona scienza”. Infatti, è il non essere capaci di distinguere fra quantità e intensità del calore, o fra quantità intensità e potere, che porta a fare “cattiva scienza” (Fuchs, 2010b).

Se desideriamo che si affermi nella scuola una buona scienza fisica, possiamo aiutare i bambini ad acquisire una consapevolezza precoce della struttura dei nostri concetti relativi ai processi naturali attraverso lo sviluppo della loro capacità di usare un linguaggio e un pensiero qualitativo valido. Uno strumento importante in questo processo saranno le narrazioni che incorporano allo stesso modo gli elementi della FDG dei fenomeni naturali, sociali e psicologici. È interessante notare che questo può condurre a una didattica che unisce piuttosto che dividere le scienze umane e le scienze naturali. Parlare e scrivere bene sui processi naturali sarà il primo passo verso una utile concettualizzazione dei processi della natura. Come ho cercato di spiegare, i concetti che usiamo per comprendere la natura non sono così unici e specializzati, ma sono gli stessi che utilizziamo in altri campi dell'esperienza umana.

Le narrazioni dovrebbero cominciare come buone storie e dovrebbero incorporare strutture più formali soltanto in maniera molto graduale e ben pianificata. Questo probabilmente sarà un processo lungo per un bambino, che

durere per molti anni, ma ne varrà la pena. Forzare il processo a procedere più rapidamente potrebbe portare, a lungo andare, a fare più danni che bene.

5. Sviluppo della mente umana

In questa presentazione ho quasi completamente trascurato un aspetto importante della pedagogia che richiamo ora: lo sviluppo della mente del bambino. Mi sono concentrato su strutture che si sviluppano molto presto in un individuo e che sono antiche in termini di storia umana (Egan, 1988, 1997; Donald, 1991). Naturalmente queste strutture sono alla base di quanto dovrà seguire, e non dovrebbero scomparire con la crescita, ma non sono sufficienti per assicurare un corretto sviluppo. Secondo Egan (1997) dovremmo tener presente la differenza tra ciò che lui chiama la fase *romantica* e la fase *filosofica* (formale, teorica) dello sviluppo. Soltanto nella seconda fase compaiono le forme di pensiero normalmente associate alla scienza formale. La prima è strumentale allo sviluppo di un senso della realtà e della diversità del mondo fuori da noi e va di pari passo con gli strumenti cognitivi della prima alfabetizzazione. Se non permettiamo un corretto svolgimento di questa fase, rinunciamo all'opportunità di costruire un fondamento importante della nostra comprensione del mondo.

Se introduciamo a forza troppi elementi della scienza formale nell'istruzione dei bambini più piccoli commettiamo un errore fondamentale, lasciandoci dietro menti frammentate. Non costruiremo mai personalità mature la cui capacità di ragionamento sia stata messa nelle condizioni di affondare le sue radici nel suolo dal quale la mente umana è cresciuta.

6. Note

Esiste un corso di fisica che fondamentalmente usa la concettualizzazione descritta qui come FDG e i suoi aspetti. È il Karlsruhe Physics Course (Herrmann, 2010) per la scuola media e superiore. Anche nella sua forma per la scuola media, fa uso di una rappresentazione relativamente formale, per cui, per i bambini di età più giovane, occorre una traduzione nella forma narrativa proposta qui.

È opportuno menzionare anche un altro tipo di corso: il curriculum chiamato Energia e Cambiamento (Boohan, Ogborn, 1996), che pone come tema centrale la nozione di differenze che causano il cambiamento. Esso fa uso di alcuni aspetti delle idee discusse qui ed è molto informale, ma non è stato sviluppato in dettaglio.

Un approccio leggermente diverso all'idea di strutture schematiche nel pensiero dei bambini è stato descritto da Joan Bliss, la quale identifica schemi di ragionamento fisico come movimento, azione/forza/sforzo, contenitore, portatore, sostegno, caduta, barriera, resistenza, spazio, flusso, rottura/non rottura, rigidità, stiramento/schiacciamento ed equilibrio. Ovviamente questi schemi presentano alcune somiglianze con gli *image schema*.

Il pensiero analogico, specialmente quello usato dai bambini, può essere più spontaneo della forma presentata qui nel paragrafo 3. Questo può essere

un aspetto importante del pensiero, che merita un approfondimento ulteriore (Atkins, 2004).

7. Bibliografia

- Arnheim, R. (1969). *Visual Thinking*. University of California Press. Berkeley, CA.
- Atkins, L. J. (2004). *Analogies as categorization phenomena: Studies from scientific discourse*. Ph.D. thesis, University of Maryland, College Park, MD.
- Bliss, J. (2008). Commonsense reasoning about the physical world. *Studies in Science Education* 44 (2), 123-155.
- Boohan, R. e Ogborn, J. (1996). *Energy and Change*. London, UK, The Association for Science Education.
- Bruner, J. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Carnot, S. (1824). *Reflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres a developper cette puissance*. Paris, Bachelier.
- Chemero, A. (2009). *Radical Embodied Cognitive Science*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Corni, F., Giliberti, E., e Mariani, C. (2010). A Story as Innovative Medium for Science Education in Primary School. *GIREP 2010 Conference on Physics Education, Reims, France, Proceedings*.
- Dautenhahn, K. (2002). The origins of narrative. *International Journal of Cognition and Technology* 1 (1), 97-123.
- Donald, M. (1991). *Origins of the Modern Mind. Three Stages in the Development of Culture and Cognition*. Cambridge, Harvard University Press.
- Egan, K. (1988). *Primary Understanding. Education in Early Childhood*. New York, Routledge.
- Egan, K. (1997). *The Educated Mind. How Cognitive Tools Shape Our Understanding*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Fuchs, H. U. (2006). System Dynamics Modeling in Fluids, Electricity, Heat, and Motion. *GIREP 2006 Conference on Modeling in Physics and Physics Education, University of Amsterdam, Proceedings*.
- Fuchs, H. U. (2007). *From Image Schemas to Dynamical Models in Fluids, Electricity, Heat, and Motion. An Essay on Physics Education Research*, Zurich University of Applied Sciences at Winterthur.
- Fuchs, H. U. (2010a). *Origin of Analogical Reasoning in Physics*. (See Herrmann, F. et al.: *Analogies: A Key to Understanding Physics*. GIREP 2010 Conference on Physics Education, Reims, France, Proceedings.)
- Fuchs, H. U. (2010b). *The Dynamics of Heat. A Unified Approach to Thermodynamics and Heat Transfer*. 2nd Edition. New York, Springer.
- Hampe, B. (2005). *From Perception to Meaning. Image Schemas in Cognitive Linguistics*. Berlin, Mouton de Gruyter.
- Herrmann, F. (2010). *Der Karlsruher Physikkurs, Ein Lehrbuch für die Sekundarstufe I*. Aulis, Stark-Verlagsgesellschaft, Freising (free English version at: http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/index_en.html)

- Herrmann, F. et al. (2010). Analogies: A Key to Understanding Physics. *GIREP 2010 Conference on Physics Education, Reims, France, Proceedings*.
- Johnson, M. (1987). *The Body in the Mind. The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason*. University of Chicago Press, Chicago.
- Johnson, M. (2007). *The Meaning of the Body*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. (1987). *Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind*. Chicago, University of Chicago Press.
- Lakoff, G. e Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago, University of Chicago Press (with a new Afterword, 2003).
- Lakoff, G. e Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*. New York, Basic Books.
- Mandler, J. M. (1984). *Stories, Scripts, and Scenes: Aspects of Schema Theory*. New York, Psychology Press.
- Talmy, L. (2000). *Toward a Cognitive Semantics. Volume I: Concept Structuring Systems*. Cambridge, The MIT Press.
- Tucker, D. M. (2007). *Mind From Body*. New York, Oxford University Press.

8. APPENDICE

Ho raccolto da Internet un certo numero di brevi espressioni e frasi che si riferiscono a come parliamo del cibo o della giustizia. Esse mostrano vari *schemata* all'opera. In particolare dimostrano che la FDG è sempre presente nei suoi vari aspetti.

Cibo

1. Il problema non è che c'è troppo poco cibo. Il problema è il modo in cui il cibo è distribuito.
2. Il cibo conservato in un contenitore metallico può essere tossico?
3. Trasportare il cibo in città da luoghi spesso lontani...
4. Le colture sono distrutte e tutte le nostre scorte alimentari sono andate perdute.
5. La quantità e qualità del cibo hanno effetti significativi sulla rapidità della crescita del corpo.
6. I requisiti di spazio in natura variano da specie a specie, ma, in generale, la quantità di spazio richiesta è determinata dalla quantità e dalla qualità di cibo...
7. La crescita del lavoro deriverà prima di tutto dagli sforzi per aumentare la quantità e la qualità di cibo prodotto per una popolazione in crescita.
8. La scarsa qualità del cibo porta al problema di infiammazioni costanti o croniche.
9. La mancanza di attività fisica combinata con la scarsa qualità del cibo porta all'obesità.
10. Il grosso divario fra gli esperimenti di allevamento e le osservazioni sul campo sembra essere causato dalla differenza nella qualità del cibo.

11. Sapevo che se avessi dovuto mantenere un equilibrio fra cibo buono e cattivo...
12. In molte regioni sarà sempre più difficile produrre cibo.
13. Lasciando crescere le colture nel loro ambiente naturale...
14. Impariamo una certa teoria malthusiana, che dice che la quantità di cibo cresce lentamente.
15. Mangiare al fastfood rende le persone impazienti.
16. Si pensa che la forza del cibo stia nelle sue funzioni materiali e simboliche.
17. Curarsi mangiando.
18. Come utilizzare il potere di guarigione del cibo per invertire gli effetti di anni di diete.
19. Dicci come mangiar bene porta a vivere meglio.

Giustizia

1. Non credo che ci sia molta giustizia nel mondo.
2. La fonte del diritto.
3. La giustizia negata in qualche luogo diminuisce la giustizia in ogni luogo (Martin Luther King, Jr).
4. La qualità della giustizia nei casi di pena capitale.
5. La severità del sistema giudiziario mette a repentaglio vite umane.
6. La fragilità del sistema giudiziario portò ad un clima di insicurezza.
7. Ho sempre trovato che la clemenza produce frutti migliori che una rigida applicazione della giustizia. (A. Lincoln)
8. Il potere taumaturgico della giustizia.
9. È un senso di giustizia che ci spinge a far sì che questo stato trovi il modo di servire tutti i suoi cittadini.
10. Quindi la giustizia si oppone al furto della proprietà altrui.
11. Creare un terribile squilibrio nel nostro sistema giudiziario sulla criminalità.
12. La giustizia è una relazione virtuosa e armoniosa fra le parti in guerra di una persona.
13. Come distinguere la giustizia dell'ingiustizia nel nostro carattere.
14. Che cosa ci chiedono la giustizia e la realtà dell'ingiustizia.
15. Ha ottenuto la giustizia che si meritava.
16. Con questa mossa stiamo arrivando più vicini alla vera giustizia.