



SENDS

***Storia ed Epistemologia per una
Nuova Didattica delle Scienze***



Società Chimica Italiana
Divisione di Didattica
Chimica

*Convegno 2019 della Divisione di Didattica
della SCI
L'insegnamento della Chimica
nella scuola dell'apprendimento:
la lezione di Ezio Roletto*

2-3 dicembre 2019 - Bologna



Gruppo SENDS Università di Torino - Elena Ghibaudi, Alberto Regis, Marco Ghirardi

Storia accademica e scelta della didattica

Come si arriva al SENDS



1963 - Ezio si laurea in chimica presso l'Università di Torino nel 1963; diventa in seguito professore associato presso il Dip.to di Chimica di quella stessa Università.

1985 - consegue un Master in Didattica delle Discipline Scientifiche presso l'Università Paris VII.

1985/86 - tiene seminari sull'insegnamento sperimentale delle scienze nell'ambito del DEA (Diplôme d'études supérieures) presso l'Università Paris VII (Jussieu);

1985/87 - è docente di elettrochimica (professeur associé) presso l'Ecole Normale Supérieure de Saint-Cloud.

1987 - a Roma, durante il V Convegno Nazionale della Divisione di Didattica della Chimica della Società Chimica Italiana, nacque l'idea di costituire un **gruppo di ricerca per la didattica delle scienze**, a Torino.

Storia accademica e scelta della didattica

Come si arriva al SENDS



1987 - Docente di laboratorio di Chimica analitica applicata

1990 - Sulla rivista "Didattica delle Scienze" esce il primo articolo del nuovo gruppo: A proposito di pH: una misura facile, un concetto difficile.

1990 - In occasione dell'Ecole Internationale d'automne – Recherche en Didactique de la Chimie, organizzata a La Grande Motte (Francia) dal CIFEC (Centre International Francophone pour l'Education en Chimie), Ezio Roletto, Alberto Regis e Pier Giorgio Albertazzi presentano per la prima volta le loro comunicazioni come membri del Gruppo di Didattica della Chimica dell'Università di Torino.

1991 - A partire da questo anno partecipa come docente a numerose iniziative di formazione (iniziale e in itinere) degli insegnanti di scienze, in Italia e all'estero.

Membro del Consiglio Direttivo dell'IRRSAE Piemonte e del Consiglio Direttivo del CIRDA (Centro Interservizi per la Ricerca Didattica e l'Aggiornamento) dell'Università di Torino.



Storia accademica e scelta della didattica

Come si arriva al SENDS

1995 - Dottorato in Scienze dell'Educazione (Opzione: Didattica delle Discipline Scientifiche), ottenuto presso l'Università di Montpellier II. tesi dal titolo "Points de vue d'enseignants et de futurs enseignants sur la nature du savoir scientifique" - Relatrice: Danièle Cros

1995 - L'evoluzione degli interessi e degli orientamenti di ricerca del gruppo muove al cambiamento del nome: SERES (Studi e Ricerche per l'Educazione alle Scienze).



1996 - su CnS viene pubblicato un articolo del Gruppo di Didattica della Chimica dell'Università di Torino sulla modellizzazione in cui compare la prima sequenza didattica.

1999 - Ezio, fino al 2009, è stato docente presso la scuola di specializzazione per insegnanti della scuola secondaria (SISS) dell'Università di Torino per diverse classi di concorso.

Storia accademica e scelta della didattica

Come si arriva al SENDS

2000 - Le idee sulla Didattica delle Scienze evolvono e il gruppo decide di cambiare nuovamente il proprio nome: IRiDiS (Innovazione e Ricerca per la Didattica delle Scienze).

2009 - L'evoluzione storica dei concetti scientifici e la riflessione epistemologica sono un aspetto ineludibile dell'apprendimento delle scienze. È questa consapevolezza che da anni orienta il lavoro del gruppo di ricerca: si decide allora che l'IRiDiS diventi SENDS (Storia ed epistemologia per una Nuova Didattica delle Scienze).

2016 – www.sends.unito.it





*L'impostazione teorica e gli assunti di riferimento
del SENDS
illustrati mediante alcune idee-chiave*

www.sends.unito.it



Apprendere \neq comprendere

Attribuire significati



Apprendere non è soltanto acquisire informazioni, massimizzare l'efficienza o il godimento. Imparare riguarda lo sviluppo delle capacità umane.

Stoll, Confessioni di un eretico High-tech, Garzanti, 2001



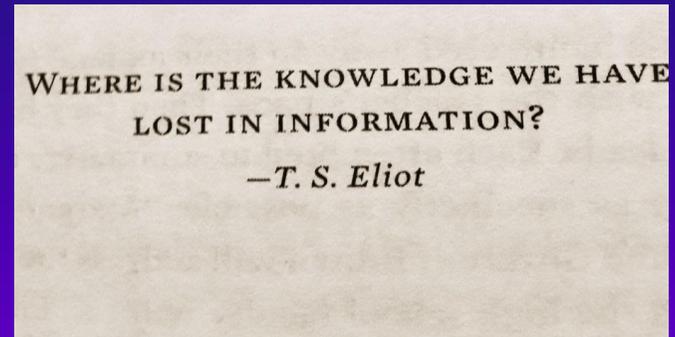
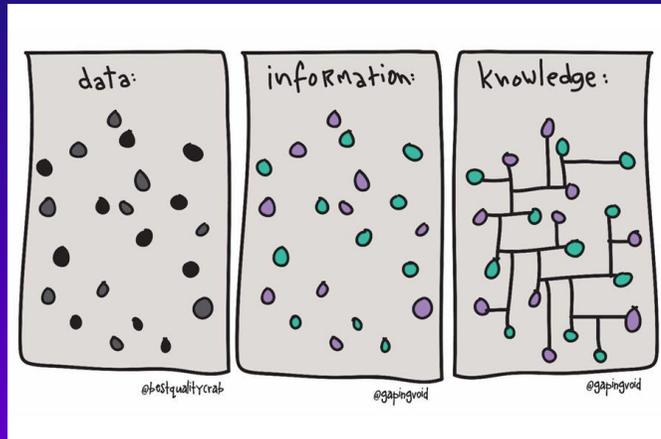
La scuola dovrebbe darsi l'obiettivo di portare il maggior numero possibile di allievi ad acquisire strumenti concettuali che permettano loro di pensare il mondo e di interpretarlo, di eludere le false evidenze, di andare oltre ciò che è immediatamente percepibile, di comprendere che le cose sono sempre più complicate di quanto non lascino credere le loro manifestazioni concrete.

Roletto, La scuola dell'apprendimento, Erickson 2005

La scuola è l'unico luogo nel quale gli allievi possono essere sistematicamente aiutati nel difficile passaggio dal pensiero naturale o quotidiano a quello scientifico, che è stato definito innaturale.

Wolpert, La natura innaturale della scienza, Dedalo 1996

L'informazione si può 'quantificare', la conoscenza no!



Il passaggio dalle informazioni alla conoscenza è un processo che, in primo luogo, richiede al soggetto di mettere la propria struttura cognitiva in interazione con le informazioni che riceve; ciò al fine di organizzarle in modo da averne una visione di insieme che gli permetta di stabilire relazioni al loro interno, di individuare gerarchie, ecc. La stessa informazione viene letta in modo diverso da soggetti differenti, ognuno dei quali la trasforma da informazione impersonale in conoscenza personale.



Nel modello didattico dell'apprendimento, l'apprendimento non è inteso come un processo lineare nel quale le conoscenze si aggiungono le une alle altre; al contrario, lo si considera un fenomeno complesso in quanto, per portare gli allievi a comprendere cose nuove e articolate, è sempre necessario inserirle in un processo graduale e finalizzato di acquisizione di conoscenze, ricco di avanzate entusiasmanti, arresti incomprensibili, regressioni inattese e riorganizzazioni faticose.

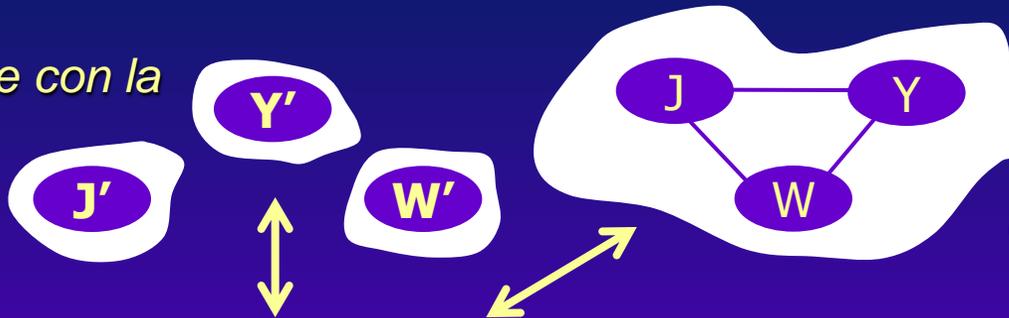
Roletto, La scuola dell'apprendimento, Erickson 2005

Una persona apprende in modo significativo, ossia comprende in profondità, quando modifica i propri schemi concettuali stabilendo legami tra le conoscenze già possedute e quelle di nuova acquisizione, costruendone così altre più complesse e articolate.

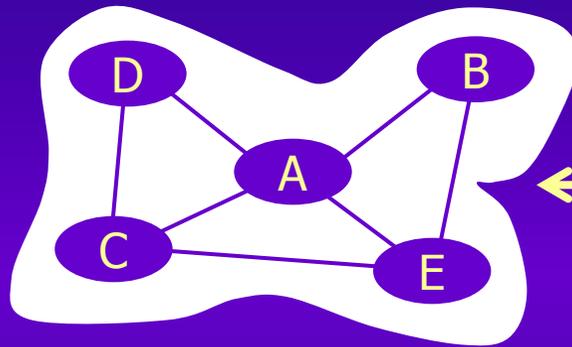
Modello allosterico di apprendimento



interazione con la realtà



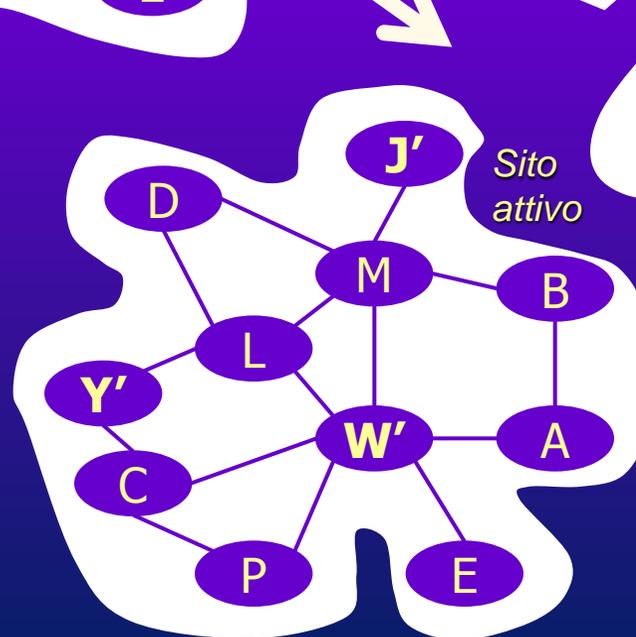
Contenuto da apprendere (sapere codificato)



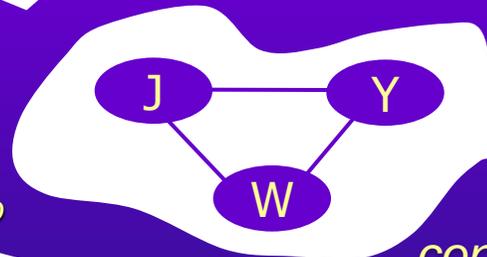
Struttura mentale iniziale



confronti di idee (allievo-allievo) (allievo-insegnante)



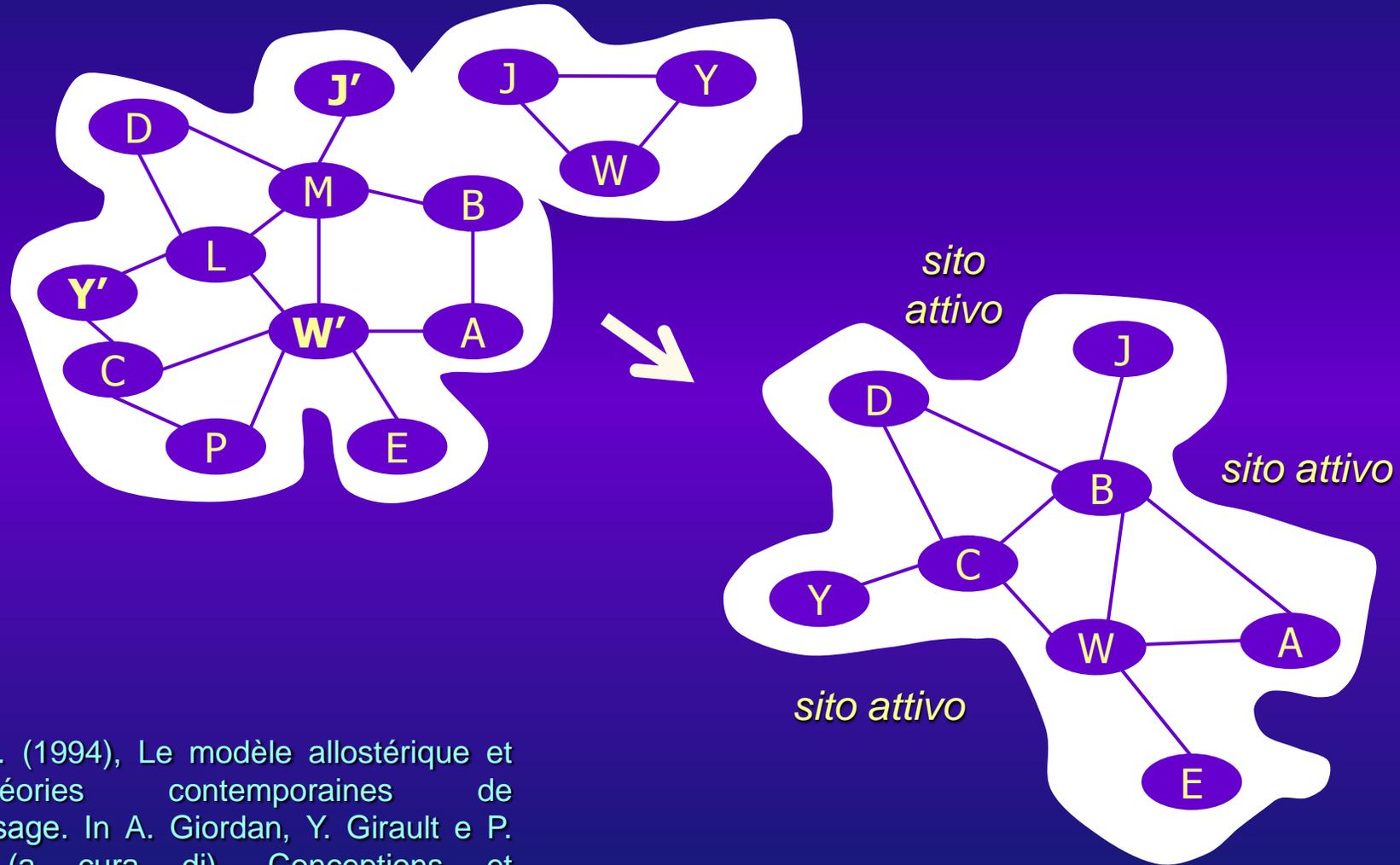
struttura mentale in ristrutturazione



contenuto da apprendere integrabile

Modello allosterico di apprendimento

struttura mentale in ristrutturazione



Giordan A. (1994), Le modèle allostérique et les théories contemporaines de l'apprentissage. In A. Giordan, Y. Girault e P. Clément (a cura di), Conceptions et connaissances, Berna, Peter Lang.

struttura mentale ristrutturata

Lavorare con per andare contro



Occorre ricordare che le concezioni dell'allievo devono essere considerate [...] apprendere un sapere specialistico significa costruirlo a fianco di conoscenze personali già strutturate (dall'allievo) e, dal suo punto di vista, funzionali e operative; in altre parole, le concezioni personali sono, per ogni soggetto, sia punto di partenza dei processi di acquisizione di saperi scientifici sia ostacolo a tale acquisizione. È questa la ragione, alla quale non si presta la dovuta attenzione, che spesso rende difficile l'apprendimento, il quale deve poggiare sulle conoscenze già possedute, pur costituendo queste anche un ostacolo alla comprensione. Un nuovo sapere non è un «pezzo» che trova posto in un sistema coerente già concepito in anticipo per incorporarlo; al contrario, la sua acquisizione mette in atto un processo nel quale il soggetto deve riorganizzare, ridefinire determinati concetti e quindi ricostruirli.

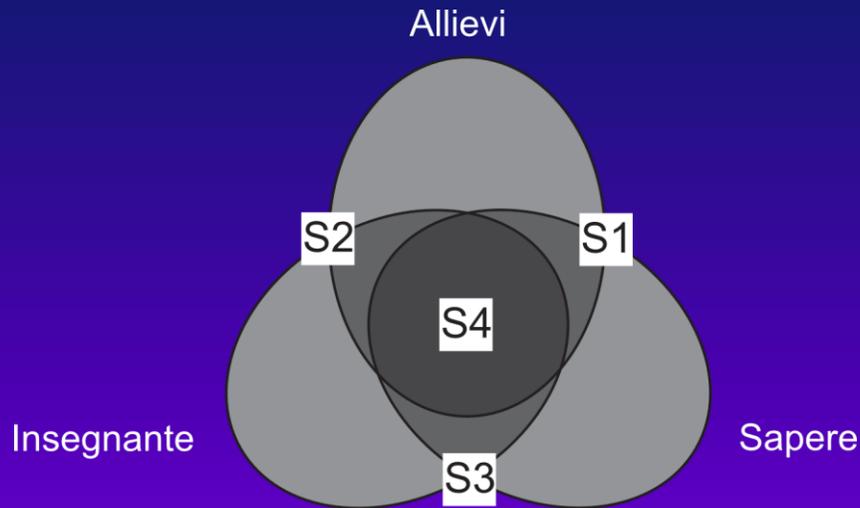
Roletto, La scuola dell'apprendimento, Erickson 2005

De Vecchi G. e Giordan A. Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques., Delachaux et Niestle, 1987



La struttura didattica

La struttura didattica



Rapporto triadico tra insegnante-allievo e sapere da insegnare

- S1: Settore delle strategie di acquisizione dei contenuti (concezioni, ostacoli, errori, risoluzione di problemi, ecc.).*
- S2: Settore delle relazioni pedagogiche (conflitto cognitivo e socio-cognitivo, apprendimento cooperativo, ecc.)*
- S3: Settore dell'elaborazione dei contenuti (trasposizione didattica, reticolo di concetti, registro o livello di concettualizzazione, ecc.).*
- S4: Settore della costruzione delle situazioni d'apprendimento (interrogativo problematico, obiettivo ostacolo, ecc.)*



La trasposizione didattica



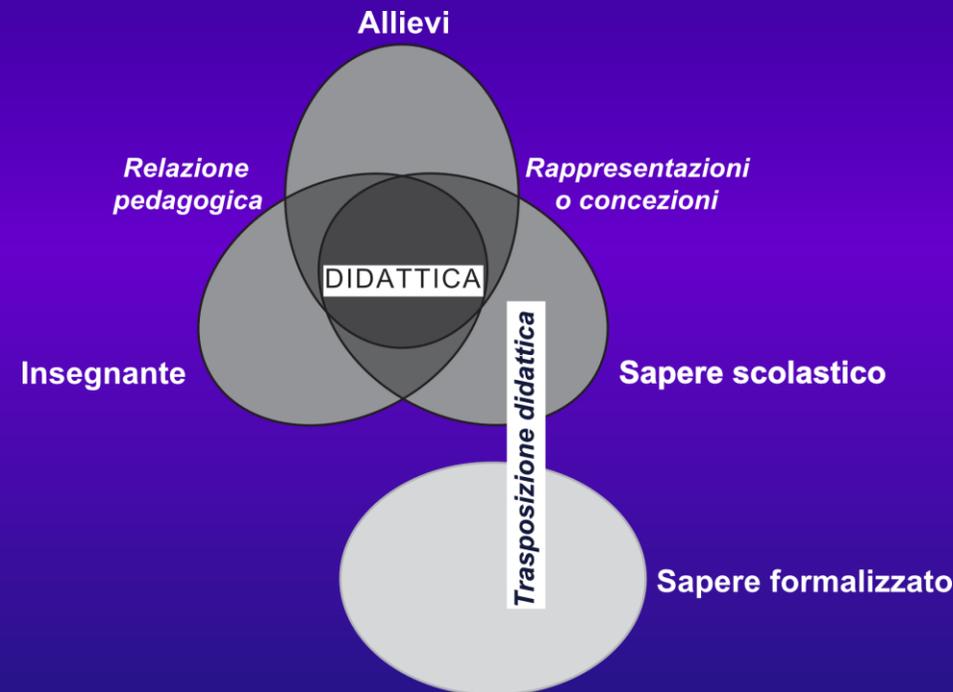
La trasposizione didattica

Possiamo intendere la trasposizione didattica come l'insieme delle trasformazioni che subisce un sapere specialistico per diventare un sapere da insegnare tale da garantire contenuti consoni alle capacità cognitive degli allievi, interessanti per il loro sviluppo, accettabili dal punto di vista scientifico. Si tratta di un processo che esiste da quando esiste l'insegnamento delle discipline, anche se passa quasi sempre inosservato.

La trasposizione didattica è la conseguenza inevitabile di tre esigenze o vincoli:

- *l'aggiornamento dei contenuti di insegnamento*
- *la loro programmazione*
- *la valutazione degli apprendimenti*

La struttura didattica e la trasposizione didattica





La trasposizione didattica

*Ogni disciplina ha una **struttura (logica ed epistemologica)** che le è propria. Perciò ogni disciplina deve sviluppare una propria didattica specifica. Ad es. la fisica, la chimica e la biologia si fondano su presupposti epistemologici differenti (in termini di rapporto con la realtà e di concetti fondanti) e utilizzano procedure conoscitive diversissime tra loro: sono mondi contigui ma distinti. Non possono essere insegnate allo stesso modo.*

Una buona trasposizione didattica

*Avrà come obiettivo quello di far esperire la disciplina insegnata nei suoi aspetti processuali: non si trasmette il sapere disciplinare come mero prodotto, ma si utilizzano i **nodi concettuali della disciplina** come occasioni per impegnare gli allievi al loro superamento, attraverso lo sviluppo e l'evoluzione dei modelli, guidata dall'insegnante. In questo modo si promuove **l'apprendimento della scienza come prassi**, invece che mirare alla trasmissione passiva di informazioni che difficilmente potranno trasformarsi in conoscenze operative, se non si educano gli allievi a questa prassi.*

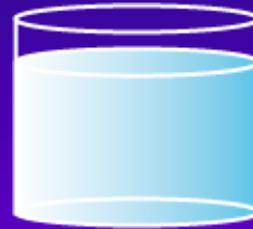


Fatti e interpretazione dei fatti
ossia
la scienza come attività ermeneutica

La modellizzazione

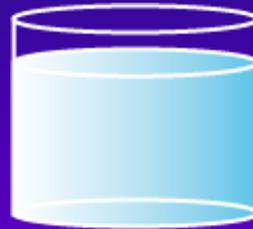
Un esempio utile per far comprendere la differenza tra fatto sperimentale, descrizione e interpretazione

Sistema:

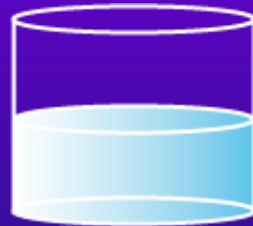


Cosa succede al sistema con il passare del tempo?

Prima:



Dopo:





Livelli di interpretazione

*Come mai il livello dell'acqua si abbassa
(evidenza empirica)?*

***Prima interpretazione:** Evaporazione: l'acqua
passa da stato liquido a gassoso.*

Teoria di riferimento: stati della materia

Livello macroscopico

***Seconda interpretazione:** particelle di acqua.*

Teoria di riferimento: struttura particellare

Livello microscopico



Sistema e modello come mediatori tra teoria e mondo materiale

TEORIA

di natura generale

dà significato al

MODELLO

Campo della teoria

permette di interpretare

Campo delle percezioni sensoriali

SISTEMA

definito per studiare il

Mondo materiale

Campo empirico di riferimento insieme limitato di fenomeni





Come promuovere la comprensione?

Facendo praticare agli allievi l'astrazione modellizzante.

Cosa significa?

Porli di fronte a interrogativi o problemi che li costringano a passare continuamente

- dalla descrizione e interpretazione macroscopica dei fenomeni*
- alla loro descrizione e interpretazione mediante modelli a livello microscopico.*

In questo modo, essi riusciranno a comprendere

- cosa sia una rappresentazione mentale di qualcosa di concreto*
- come i processi descritti dal modello siano legati ai fenomeni empirici,*

in modo da appropriarsi dei modelli mentre imparano a servirsene come sostituti del reale.

L'apprendimento è realizzato e l'allievo si è impadronito di un sapere nuovo quando tale sapere è «operativo», ossia l'individuo è in grado di usarlo per rispondere a interrogativi nuovi, per affrontare problemi mai incontrati prima.



Il Modello particellare



Relazione tra Fatti empirici – Modelli – Rappresentazioni

La comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e fisici prevede che si stabilisca un legame tra due registri di concettualizzazione:

- *livello macroscopico (fatti accessibili mediante percezioni sensoriali ed esperimenti);*
- *livello microscopico (entità invisibili che sfuggono ai sensi e che sono un prodotto dell'immaginazione e della creatività degli scienziati).*

Le attività di modellizzazione e l'uso dei modelli consente di generare rappresentazioni “visive” e “manipolabili” di enti non percepibili mediante i sensi o di concetti astratti.

Comprendere la natura particellare della materia



Il dualismo macroscopico/microscopico costituisce uno dei principali ostacoli cognitivi dell'apprendimento delle scienze.

Gli allievi mostrano spesso notevoli difficoltà nella gestione di tale dualismo, a causa sia della persistenza di nozioni legate al senso comune, sia della mancanza di una effettiva comprensione della natura particellare della materia.

Tali difficoltà sono generalmente accentuate da un insegnamento che fa riferimento continuamente a un registro o all'altro senza esplicitare agli allievi il passaggio tra i due.

È dunque necessario che gli allievi siano messi di fronte ad una serie di fenomeni significativi a livello strettamente macroscopico e che abbiano successivamente l'opportunità di riflettere sulla natura discontinua della materia e sui concetti di particella e di modello.



Il germe del modello

Gli scienziati ci dicono che si può immaginare un corpo solido puro come se fosse costituito di particelle molto piccole, invisibili anche se si usano microscopi molto potenti.

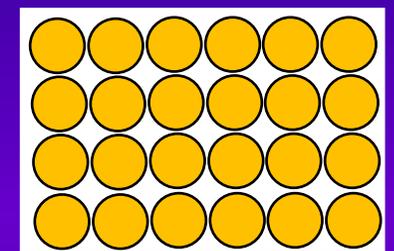
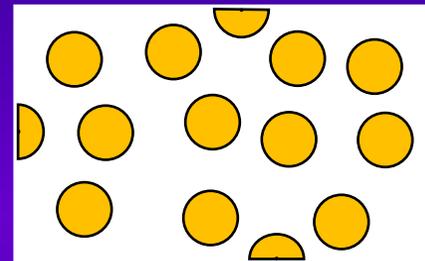
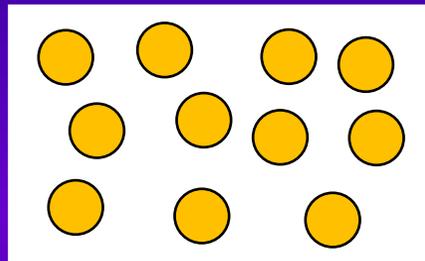
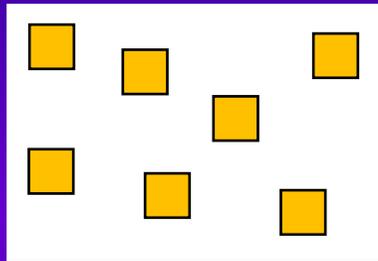
Gli scienziati ci dicono anche che tali particelle hanno le seguenti proprietà:

- 1. Una particella non si può dividere*
- 2. Una particella non può cambiare forma*
- 3. Una particella ha sempre le stesse dimensioni*
- 4. Una determinata particella ha sempre la stessa quantità di materia*

La prima sequenza si ispirava a una proposta di un gruppo di ricercatori francesi:

A. Chomat, C. Larcher, M. Méheut, Aster, 1988, 7, 143.

Rappresentazioni di un corpo gassoso puro



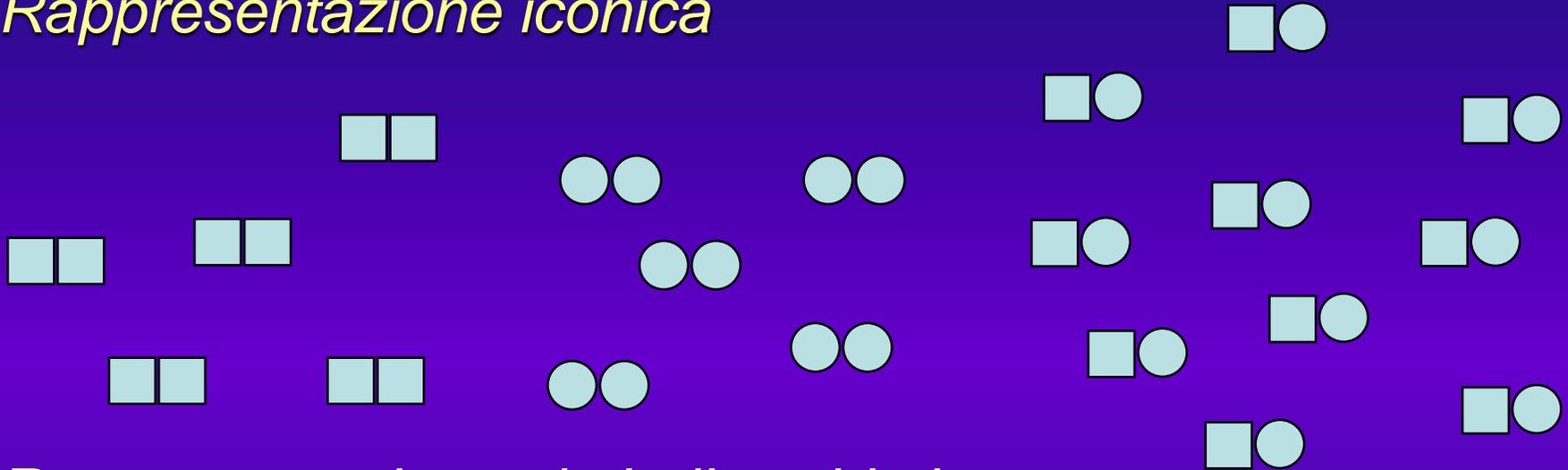
Modello particellare



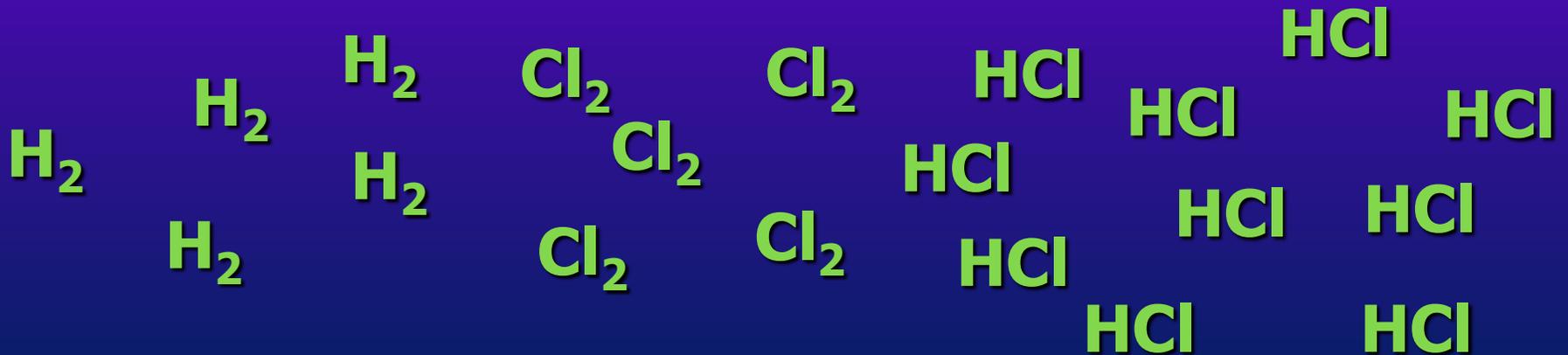
1. *una particella non si può dividere, è indivisibile*
2. *una particella non può cambiare forma, è indeformabile*
3. *una particella ha sempre le stesse dimensioni*
4. *una particella di una certa sostanza ha sempre la stessa quantità di materia, che cambia al cambiare della sostanza*
5. *un solo tipo di particelle individua una sostanza*
6. *un determinato numero di particelle dello stesso tipo equivale sempre alla stessa quantità di sostanza*
7. *tra le particelle esistono spazi vuoti più o meno grandi a seconda dello stato fisico della sostanza*
8. *le particelle sono più o meno stipate tra loro, e più o meno vincolate le une alle altre, a seconda dello stato fisico della sostanza*
9. *le particelle sono più o meno libere di muoversi e/o spostarsi a seconda dello stato fisico della sostanza*
10. *le particelle sono disposte in modo più o meno ordinato a seconda dello stato fisico della sostanza.*

Rappresentazioni

Rappresentazione iconica



Rappresentazione simbolico chimica



Schemi di reazione

Rappresentazione iconica



Rappresentazione simbolico chimica





Situazioni-problema e fogli di lavoro

Gli strumenti della logica della comprensione



- *Affrontare interrogativi problematici che obbligano a pensare; costruire conoscenza con attività (ricerca e trattamento di informazioni) condivise con compagni e insegnante.*
- *Porre gli allievi di fronte a situazioni-problema che li obblighino a riflettere e inventare soluzioni.*

Esempio:

Sei diventato fotografo specialista in riprese subacquee. Ti prepari a partire per delle riprese nei laghi di Avigliana. Decidi di portare: le pinne da subacqueo, l'aria da respirare durante l'immersione, l'acqua da bere tra una immersione e l'altra. Di cosa hai bisogno per trasportare in auto l'acqua, l'aria e le pinne?

- *Utilizzare fogli di lavoro e discuterne gli esiti con la classe (dimensione sociale della costruzione del sapere – conflitto socio-cognitivo)*

Caratteristiche delle sequenze



Il percorso è costituito da svariate sequenze

Queste sequenze permettono di:

- mettere gli allievi in contatto con l'idea di “modello”, impegnandoli in attività di modellizzazione*
- di inserire i concetti affrontati in un contesto storico, conferendo loro un senso*
- impegnare gli allievi in discussioni scientifiche nelle quali è necessario confrontare le proprie opinioni con quelle dei compagni e argomentare, portando prove a sostegno delle proprie idee.*
- far sì che gli allievi si rendano conto che gli interrogativi che gli studiosi si sono posti nel corso dei secoli sono talvolta simili ai loro.*
- discutere il ruolo dell'errore nel lavoro degli scienziati.*



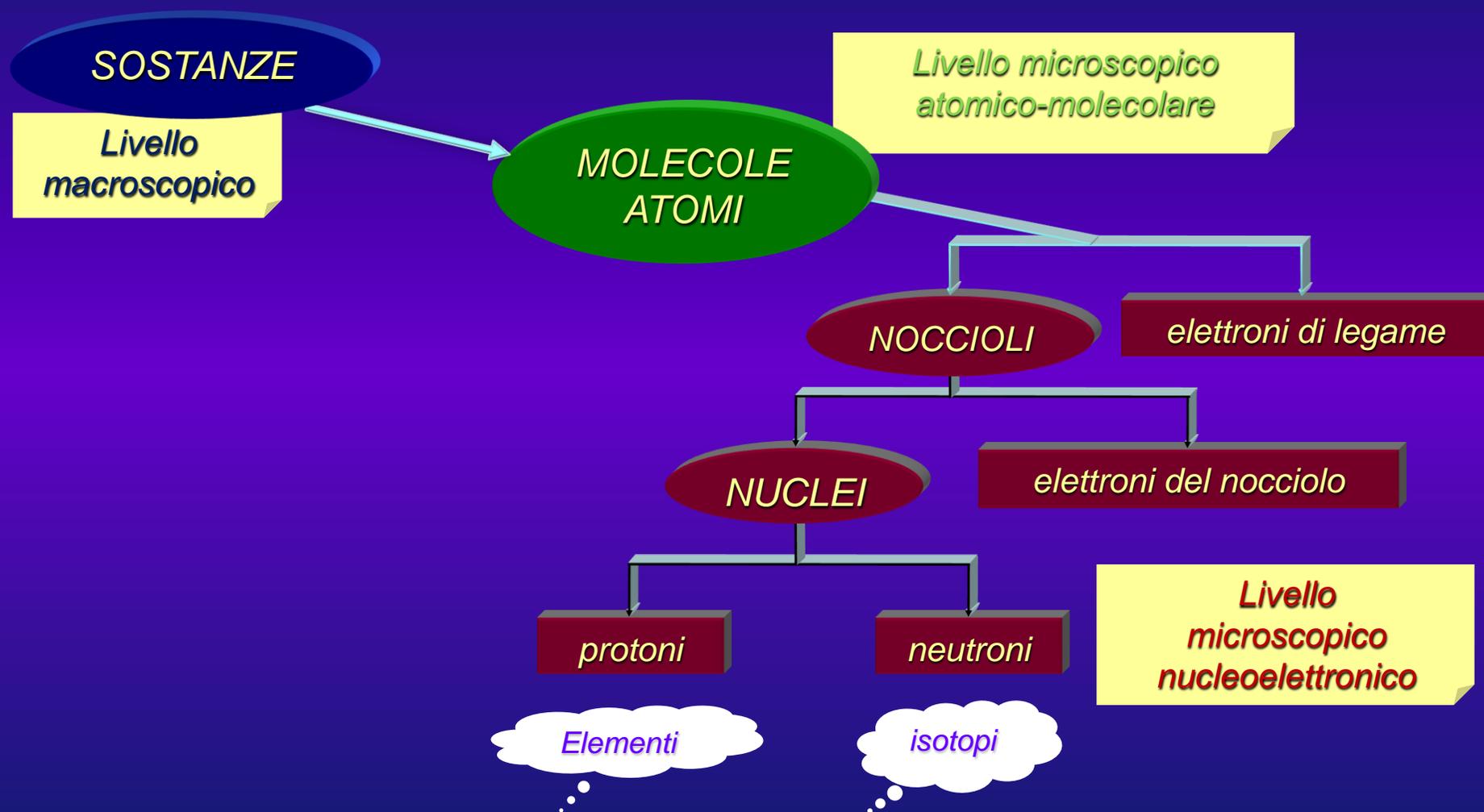
Propedeuticità concettuali

in relazione alla

struttura logica della chimica



Struttura gerarchica della chimica di base





Propedeuticità concettuali

1. *“In una trasformazione fisica – a livello macroscopico – si conserva l’identità di una sostanza e – a livello microscopico – si conserva l’unità elementare (particella) che la costituisce”.*

Cosa è necessario sapere prima?

2. *“Un corpo materiale puro, cioè una sostanza, è una porzione di materia costituita da particelle dello stesso tipo”.*

Cosa è necessario sapere prima?

3. *“La materia ha una natura discontinua; quindi, è costituita di particelle e tra una particella e l’altra c’è il vuoto”.*

La prima affermazione implica la seconda, la quale a sua volta implica la terza.



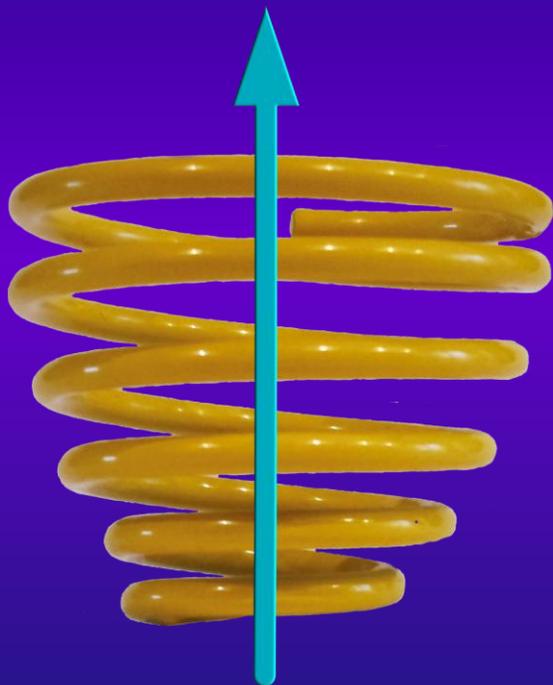


Verticalità

ossia

*una concezione unitaria
della formazione scolastica*

Un processo a spirale



*Ciò che viene insegnato dalla scuola elementare alle superiori non è mai lo stesso sapere semplificato, ma **saperi a diversi livelli di complessità e di formalizzazione** relativi sempre agli stessi problemi che la realtà pone.*

*Roletto, La scuola dell'apprendimento,
Erickson 2005*



Verticalità e propedeuticità: la posizione di Vygotskij

Il concetto non è di per sé un semplice insieme di legami associativi, assimilati mediante la memoria, non è una capacità mentale automatica, ma un atto di pensiero complesso e vero, che non può consistere in un semplice apprendimento.

La ricerca ci insegna che il concetto, a qualsiasi stadio del suo sviluppo, è dal punto di vista psicologico, un atto di generalizzazione. [...] L'essenza dello sviluppo dei concetti sta anzitutto nel passaggio da una struttura di generalizzazione all'altra. Ogni significato di una parola è, a ogni età, una generalizzazione. Ma i significati delle parole si sviluppano. [...] Questo processo di sviluppo dei concetti o dei significati delle parole richiede lo sviluppo di tutta una serie di funzioni, come l'attenzione volontaria, la memoria logica, l'astrazione, il confronto e la distinzione, e tutti questi processi psichici assai complessi non possono essere appresi semplicemente a memoria, non possono essere semplicemente imparati a mente, assimilati.

Vygotskij, Pensiero e linguaggio, Laterza, 1990



Verticalità e propedeuticità: la posizione di Vygotskij

Non si può costruire qualunque concetto a qualsiasi età.

L'impiego estremamente precoce da parte del bambino delle parole che equivalgono, nel linguaggio dell'adulto, al pensiero astratto, non ha lo stesso significato nel pensiero del bambino.

Vygotskij, Pensiero e linguaggio, Laterza, 1990

Lo sviluppo cognitivo avviene a seguito dell'interazione di questi due processi: l'esperienza serve per dare un senso ai concetti; i concetti sono in grado di dare significato all'esperienza.

Roletto, La scuola dell'apprendimento, Erickson 2005

Propedeuticità concettuali e verticalità



*Strutturazione **evolutiva** dei contenuti, all'interno di un itinerario scolastico che è progressivo e continuo.*

*Livelli di concettualizzazione successivi, commisurati alle capacità cognitive degli allievi. Transire da ciò che è **oggetto di impressione sensoriale** a ciò che è **oggetto mentale**.*

*Padroneggiare dapprima il **livello macro** (livello della esperienza sensoriale) per accedere al **livello micro** (livello della modellizzazione).*

*Ciascun passaggio deve essere affrontato nell'**appropriato livello** scolastico ed è **premessa necessaria** al successivo.*



Il rapporto con la DDSCI

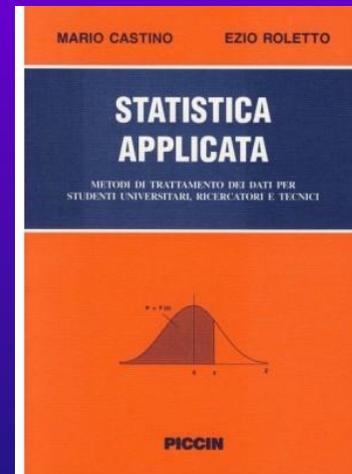
È stato un membro attivo delle Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana: ha partecipato a numerosi congressi divisionali e, nel 2010, è stato tra i relatori della seconda edizione della Scuola Estiva di Ricerca Educativa e Didattica Chimica “Ulderico Segre” a Ferrara. Negli anni successivi, il gruppo SENDS ha concorso a numerose altre edizioni della scuola “U. Segre” e si è fatto carico, nel 2011 della conduzione della edizione leccese e, nel 2017, della organizzazione dell’edizione torinese della medesima.



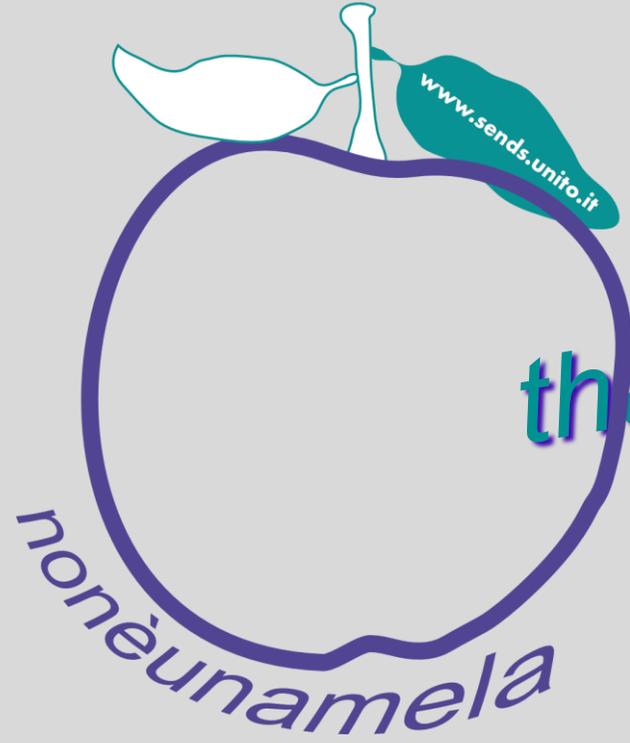
<http://www.aracneeditrice.it/aracneweb/index.php/pubblicazione.html?item=9788854824706>

<http://www.sends.unito.it/sites/www.sends.unito.it/files/SENDSRoletto%20ScuolaApprendimento.pdf>

www.sends.unito.it



<https://www.piccin.it/it/statistica/125-statistica-applicata-9788829909353.html>



that's all folks