



106° CONGRESSO NAZIONALE SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

14-18 settembre 2020

Le Learning Progressions nella ricerca didattica e nella
pratica educativa

Silvia Galano

Dipartimento di Fisica "E.Pancini", Università degli studi di Napoli Federico II

Le *Learning Progressions (LPs)* nella ricerca didattica e nella pratica educativa

Cosa sono le Learning Progression?

Perché la ricerca in didattica si interessa di LPs?

A che punto è la ricerca sulle LPs?

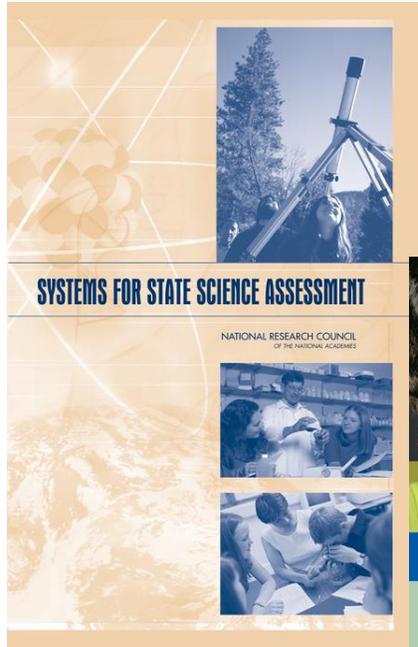
Ruolo delle LPs per la revisione dei curricula

Ruolo delle LPs per la formazione insegnanti

Prospettive future per la ricerca sulle LPs

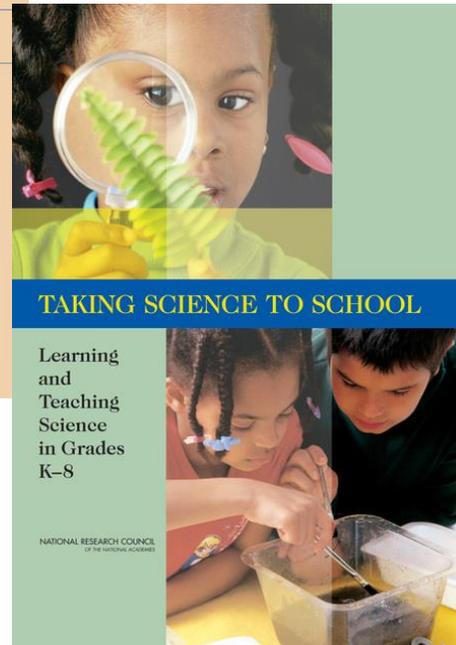


Cosa sono le Learning Progressions?



National Research Council (2006)
Systems for state science assessment.

National Research Council (2007).
*Taking Science to School:
Learning and Teaching Science in
Grades K-8.*



Precedenti tentativi di riforma del curriculum avevano evidenziato delle criticità:

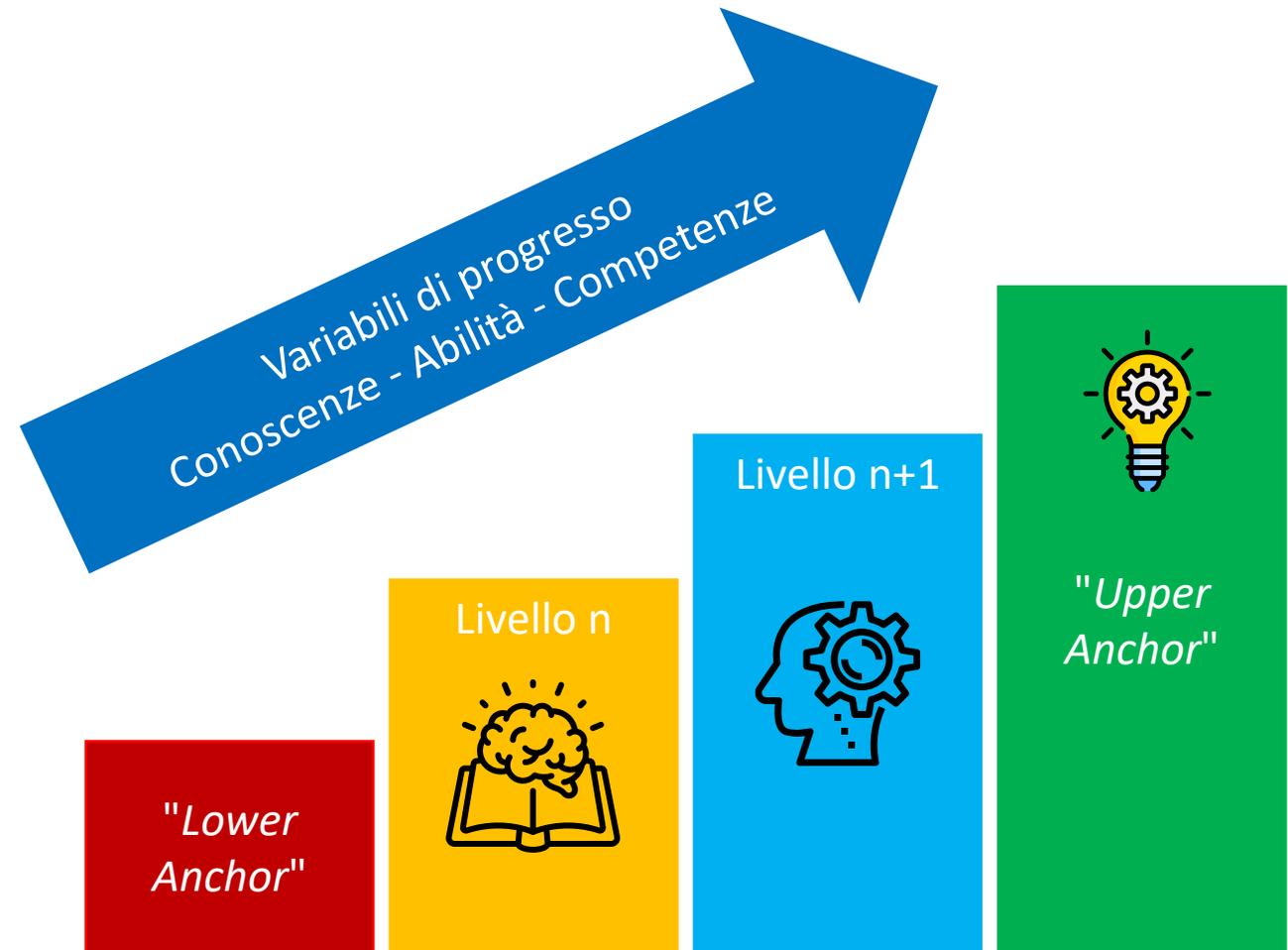
- La coerenza curriculare riguarda la singola materia di insegnamento in esame
- E' necessario che gli studenti acquisiscano le competenze necessarie a "fare scienza"
- Apprendere i contenuti di una disciplina non equivale a sapere come funziona il processo relativo alla creazione di nuova conoscenza
- La "conoscenza scientifica" non si esaurisce in una serie di idee, principi, regole ecc. da apprendere in sequenza

Sanderson & Kratochvil, 1971; Smith et al., 2006; Songer, Kelcey, & Gotwals, 2009; Schwarz et al., 2009

Cosa sono le Learning Progressions?

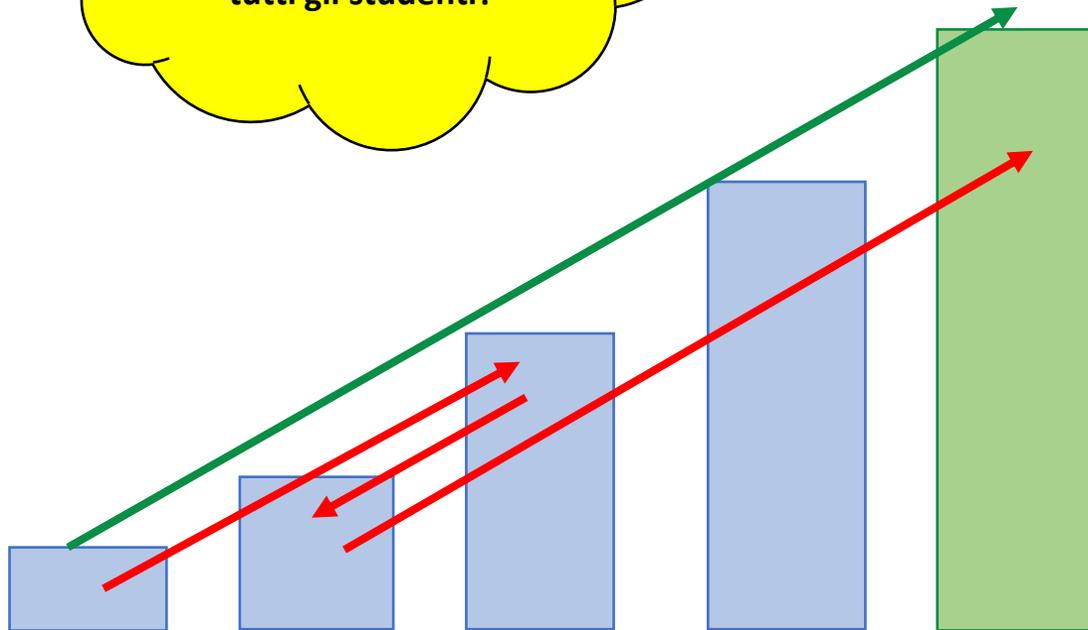
"A learning progression provides a sequence of successively more complex ways of reasoning about a set of ideas as learners move from novice to experts as they engage in key learning experiences"

(National Assessment Governing Board, 2008)



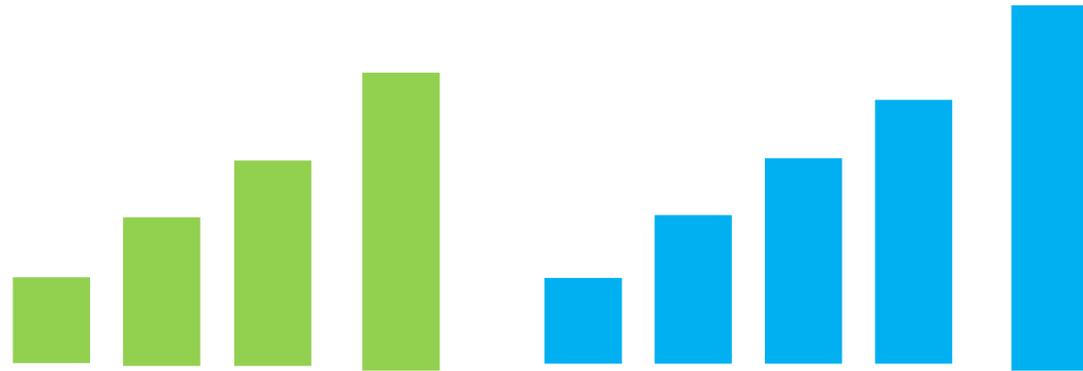
Cosa sono le Learning Progressions?

Una LP può descrivere efficacemente il processo di apprendimento per tutti gli studenti?

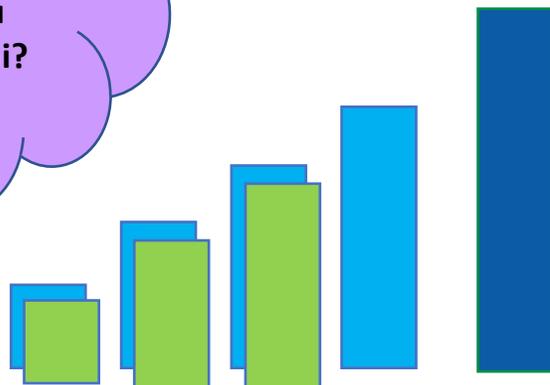


Cosa sono le Learning Progressions?

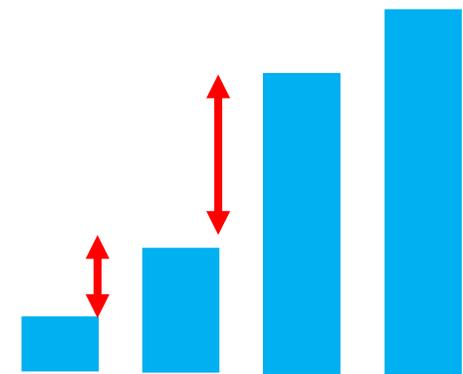
Quanti livelli hanno le LPs?



Le LPs possono avere più dimensioni?



Il "salto di conoscenze" necessario per progredire di livello in una LP è uguale tra tutti i livelli della stessa?



Cosa sono le Learning Progressions?

Le LPs possono avere più dimensioni?



Development and validation of a university students' progression in learning quantum mechanics through exploratory factor analysis and Rasch analysis

Italo Testa, Giuliana Capasso, Arturo Colantonio, Silvia Galano, Irene Marzoli, Umberto Scotti di Uccio, Fabio Trani & Alessandro Zappia

Table 1. Initial HLP about QM.

Level	ME	A&E	WF
Upper anchor	The students correctly think that the measurement in QM is a process that can change irreversibly the state of the system	The students use orbitals to describe atomic structure and justification is correct	The students know that the wave function completely defines the state of a quantum system. Moreover, they know that a wave function is associated to measurements done onto the system and justification is correct
Level 4			The students know that the wave function completely defines the state of a quantum system. Moreover, they know that it is associated to measurements done onto the system, but justification is partially correct or incomplete
Level 3	The students correctly think that there is an intrinsic limit to the precision with which one can measure simultaneously position and velocity of a particle	The students know that classical physics cannot explain atoms' stability and justification is correct. They also use orbitals to describe atomic structure but justification is incorrect	The students know that a wave function describes the states of a particle and justification is correct. However, they have a partial or incomplete idea about how the wave function is related to measurement done on the system



Cosa sono le Learning Progression?

Quanto deve essere
"dettagliata" la descrizione
delle
conoscenze/competenze
che identificano ciascun
livello di una LP?

Grain Size

1. Utilizzo della LP
2. Scopo della LP
3. Rapporto LP - Valutazione
4. Rapporto LP -
Implementazione didattica

A che punto è la ricerca sulle LPs?

Received: 17 May 2018 | Revised: 5 April 2019 | Accepted: 27 April 2019
DOI: 10.1002/sce.21525

Science Education WILEY

LEARNING

Toward coherence in curriculum, instruction, and assessment: A review of learning progression literature

Hui Jin¹ | Jamie N. Mikeska¹ | Hayat Hokayem² | Elia Mavronikolas¹

¹Student and Teacher Research Center, Educational Testing Service, Princeton, New Jersey
²Andrews Institute of Mathematics and Science Education, Texas Christian University, Fort Worth, Texas

Abstract
To evaluate the recent advances in learning progression (LP) research and identify future research directions, we reviewed LP literature from 2006 to 2018. Through a systematic search of Web of Science databases and key

- Jin e colleghi nel 2019 hanno sintetizzato in una review i risultati relativi alla ricerca sulle LPs
- Sono state esaminate 130 LPs, sviluppate tra il 2006 e il 2019, che coprono tutti i settori scientifici (Geologia, Biologia, Fisica, Astronomia, ecc.) ma anche temi trasversali come "il metodo"



Ruolo delle LPs per la revisione dei curricula

Coerenza curricolare

- Sequenza temporale dei temi previsti internamente al curriculum
- Sequenza di apprendimento dagli studenti

Coerenza orizzontale

- Curriculum
- Insegnamento
- Valutazione

Coerenza verticale

- Valutazione in classe
- Valutazione su larga scala

Natura dell'apprendimento

Approccio didattico e processo di insegnamento - apprendimento - valutazione

DeBoer, 1991; American Association for the Advancement of Science, 1993; NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012; Sikorski & Hammer, 2017; Schmidt, Wang & McKnight, 2005; Fulmer, Tanas & Weiss, 2018



Coerenza curricolare

Idee pregresse degli studenti
(Sikorski & Hammer, 2017)

Insegnamento integrato
(Gabel, 2006)

Conoscenze sulla Natura
della Scienza (NOS) e della
Ricerca Scientifica (NOSI)

Conoscenze disciplinari

Alcune LPs integrano le *variabili di progresso* relative alle conoscenze disciplinari con quelle relative alla NOS e alla NOSI:

- Modeling in the earth systems (Rivet & Kastens, 2012)
- Modeling practices in evolution (Lehrer & Schauble, 2012)
- Chemical reasoning in constructing arguments in thermodynamics (Moon, Courtney, Cole, & Towns, 2017)

Altre le trattano separatamente:

- Matter and the atomic molecular theory (Smith et al., 2006)
- Complex reasoning about biodiversity (Gotwals & Songer, 2010, 2013; Songer et al., 2009)

Altre ancora sono focalizzate solo su NOS e NOSI e riguardano argomenti che possono poi essere adattati a diversi ambiti disciplinari

- Error in science (Allchin, 2012)
- Communication (Hsin et al., 2016)
- Use of evidence in decision-making contexts (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018)
- Science explanation (Yao, & Guo, 2017)

Natura dell'apprendimento

Arricchimento della
conoscenza



Si è in possesso di conoscenze scientificamente corrette ma non complete; si devono aggiungere altre conoscenze a quelle pregresse

Natura logica della Scienza

Trasformazione della
conoscenza
Conceptual Change



Si è in possesso di conoscenze che risultano in conflitto con quelle scientificamente corrette.
Processo di trasformazione delle teorie e delle conoscenze apprese.

Cambiamento concettuale

Integrazione della
conoscenza



Si è in possesso di conoscenze, che in parte possono essere scientificamente corrette, e che vanno organizzate, collegate e integrate tra loro per arrivare ad una reale comprensione degli argomenti in esame

Sintesi delle conoscenze scientifiche

Carey, 1985, 1986, 1991; Chi, 2008; Vosniadou, Vamvakoussi & Skopeliti, 2008; Linn & Hsi, 2000; Minstrell & Stimpson, 1996; Linn, Clark & Slotta, 2003; Amin & Levrini, 2018



Natura dell'apprendimento

Arricchimento della
conoscenza



Si è in possesso di conoscenze
scientificamente corrette ma
non complete; si devono
aggiungere altre conoscenze a
quelle pregresse

1. Energia (Neumann et al., 2013; Opitz, Harms, Neumann, Kowalzik, & Frank, 2014; Yao, Guo, & Neumann, 2017; Herrmann-Abell & DeBoer, 2018)
2. Concetto di sostanza (Johnson & Tymms, 2011)
3. Struttura della materia (Morell et al., 2017)
4. Fenomeni idrogeologici (Forbes et al., 2015)a
5. Catene alimentari (Allen, 2003)
6. Ecologia (Hovardas, 2016)
7. Biodiversità (Gotwals & Songer, 2010, 2013; Songer et al., 2009)a
8. Genetica (Elmesky, 2013; Duncan, Castro-Faix, & Choi, 2016; Duncan, Choi, Castro-Faix, & Cavera, 2017; Duncan et al., 2009; Shea & Duncan, 2013; Todd & Kenyon, 2016; Todd, Romine, & Whitt, 2017)
9. Genetica moderna (Todd, & Romine, 2016, Todd and Romine, 2017)
10. Maree (Breslyn et al., 2016)
11. Acidi e basi in chimica (Romine, Todd, & Clark, 2016)
12. Termo-chimica (Chen, Zhang, Guo, & Xin, 2017)
13. Struttura ed evoluzione stellare (Colantonio, Galano, Leccia, Puddu, & Testa, 2018)
14. Galleggiamento (Paik, Song, Kim, & Ha, 2017).



Natura dell'apprendimento

Trasformazione della
conoscenza
Conceptual Change



Si è in possesso di conoscenze
che risultano in conflitto con
quelle scientificamente
corrette.

*Processo di trasformazione
delle teorie e delle conoscenze
apprese.*

1. Energia in sistemi socio-ecologici (Jin & Anderson, 2012; Jin, Johnson, Shin, & Anderson, 2017; Jin, Shin, Johnson, Kim, & Anderson, 2015; Jin & Wei, 2014; Jin, Zhan, & Anderson, 2013)
2. Materia e teoria atomica e molecolare (Smith et al., 2006)
3. Concetto di Materia (Hadenfeldt et al., 2016; Hadenfeldt et al., 2014)
4. Struttura della materia (Talanquer, 2009)
5. L'acqua in sistemi socio-ecologici (Covitt et al., 2018; Gunckel, Covitt, & Salinas, 2018; Gunckel, Covitt, Salinas, & Anderson, 2012)
6. Ecosistemi (Hokayem & Gotwals, 2016)
7. Selezione naturale (Furtak, 2012; Furtak & Heredia, 2014; Furtak et al., 2014, Furtak et al., 2018)
8. Evoluzione (Wyner, & Doherty, 2017)
9. Nutrizione umana (Cabello-Garrido, Espana-Ramos, & Blanco-Lopez, 2018)
10. Moti celesti e cambiamento delle stagioni (Plummer & Krajcik, 2010; Plummer & Maynard, 2014)
11. Moti celesti - moto apparente dei corpi celesti e fasi lunari (Plummer, 2014)
12. Fenomeni astronomici di base (Testa, Galano, Leccia, & Puddu, 2015)
13. Formazione del Sistema solare (Plummer et al., 2015)



Natura dell'apprendimento

Integrazione della
conoscenza



Si è in possesso di conoscenze,
che in parte possono essere
scientificamente corrette, e che
vanno organizzate, collegate e
integrate tra loro per arrivare
ad una reale comprensione
degli argomenti in esame

1. Energia (Lee & Liu, 2010)
2. Natura della materia (Stevens et al., 2010)
3. Forze e moto (Alonzo & Steedle, 2009; Fulmer, 2015; Fulmer et al., 2014; Steedle & Shavelson, 2009; von Aufschnaiter & Alonzo, 2018)



Approccio didattico e processo di insegnamento - apprendimento - valutazione

Coerenza verticale

Valutazione su "larga scala"

Come valutare costrutti complessi considerando non soltanto le conoscenze disciplinari ma anche i metodi della disciplina

Come definire e valutare obiettivi e conoscenze che gli studenti devono raggiungere a ciascun livello della LP (sviluppo strumenti valutazione per diversi anni scolastici)

Come organizzare in maniera coerente la valutazione su periodi di tempo lunghi

Pochissimi studi hanno indagato il rapporto LP e coerenza verticale del curriculum per diverse ragioni:

- difficoltà nel raccogliere dati su un numero sufficientemente ampio di studenti
- difficoltà nel seguire gli studenti su più anni scolastici
- difficoltà nel coinvolgere campioni di studenti realmente rappresentativi di uno o più stati

Anderson e colleghi (2018) (campione di più di 8.000 studenti, oltre 60.000 test e questionari, più di 850.000) hanno sviluppato un sistema di valutazione automatico delle risposte basato su un algoritmo di AI



Coerenza orizzontale

Valutazione
delle
conoscenze
degli studenti
come
strumento per
sviluppare e
validare le LPs

Curriculum
fondati sulle
LPs come
strumento per
promuovere
l'insegnamento
delle scienze

Curriculum
fondati sulle
LPs come
strumento per
la formazione
insegnanti

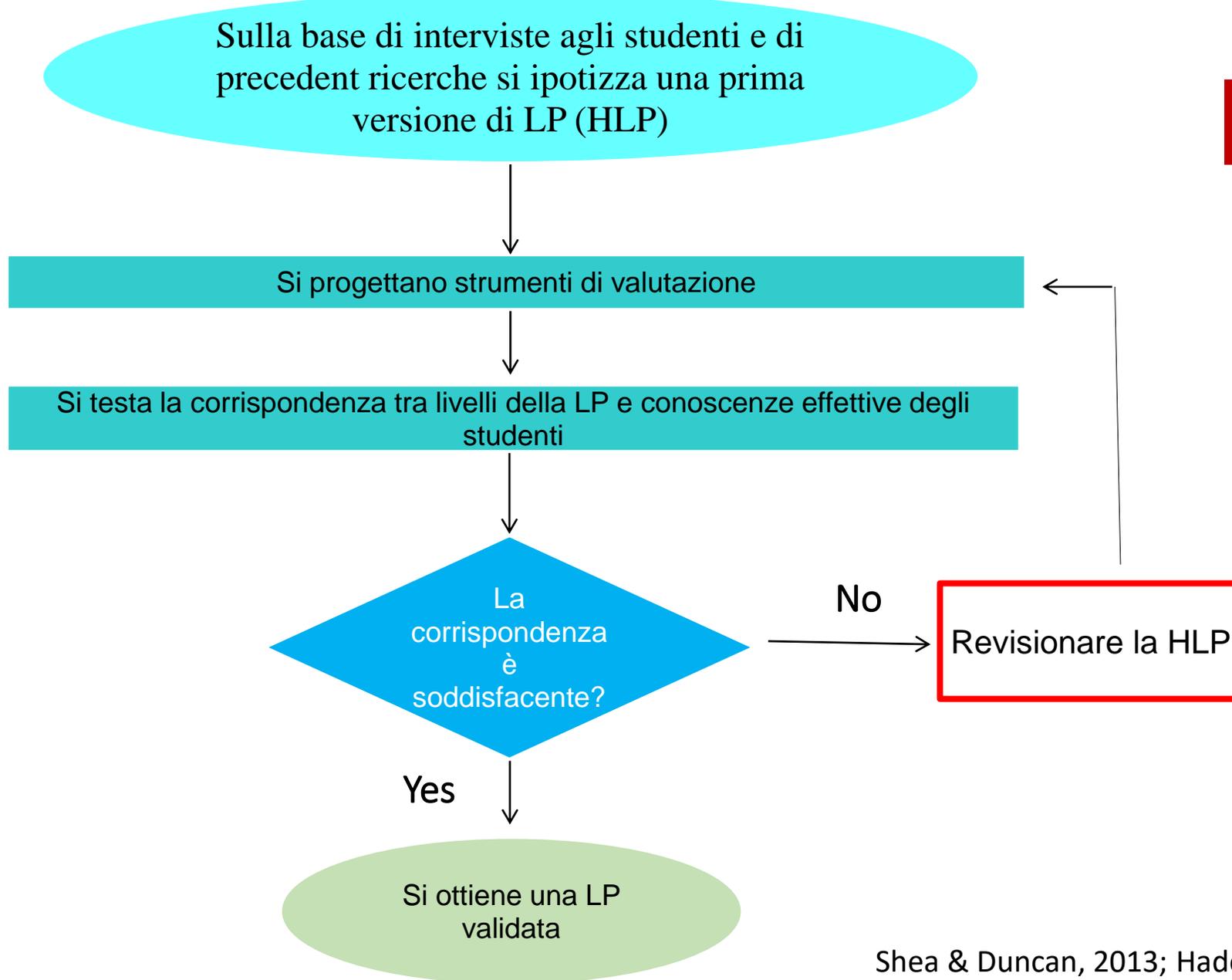
La coerenza orizzontale è strettamente legata alla natura dell'apprendimento e alla coerenza curricolare.

Il processo di sviluppo e validazione di una LP deve garantire che la LP sia "compatibile" con quanto emerge da precedenti ricerche e soprattutto con quanto emerge da dati empirici ed evidenze raccolte con gli studenti.

Sviluppo e validazione di una LP

Coerenza verticale e orizzontale sono strettamente legate al processo di sviluppo e validazione delle LPs e a come queste ultime intervengono nella valutazione.

- **Valutazione qualitativa**
(e,g Krajjicik et al., 2010; Shea & Duncan, 2013)
- **Valutazione quantitativa**
(e,g, Hadelgedt et al., 2016; Neumann, Viering, Boone & Fischer, 2013)



Shea & Duncan, 2013; Hadenfeldt, et al., 2016; Neumann, et al., 2013



Sviluppo e validazione di una LP

Livello	Stagioni: prima versione della LP		Revisione della LP
(4) Upper anchor	Level 3 + Earth's axis constant direction in space		Level 3 + revolution of Earth around the Sun and constant tilt of Earth's axis w.r.t. orbit's plane
3	Level 2 + tilt of Earth's axis		Level 2 + constant direction in space of the Earth's axis
2	Level 1 + the revolution of Earth around the Sun		Level 1 + the inclination of solar rays changes during the year
(1) Lower anchor	Student know that season are due to inclination of solar rays that changes during the year		Seasons are due to Earth's axis inclination w.r.t. the orbit's plane

Esempio di
revisione di
una LP

Testa I, Galano S, Leccia S, Puddu E (2015).



Approccio didattico e processo di insegnamento - apprendimento - valutazione



Percorsi didattici basati sulle LPs

- Scotti di Uccio et al., 2020. Development of a construct map to describe students' reasoning about introductory quantum mechanics
- Colantonio et al., 2018. Design and Development of a Learning Progression about Stars and their properties.
- Testa et al., 2018. Development and validation of a university students' progression in learning quantum mechanics through exploratory factor analysis and Rasch analysis
- Galano, 2016. A learning progression based teaching module on the cause of seasons.





APPLIED MEASUREMENT
IN EDUCATION
2018, VOL. 31, NO. 2

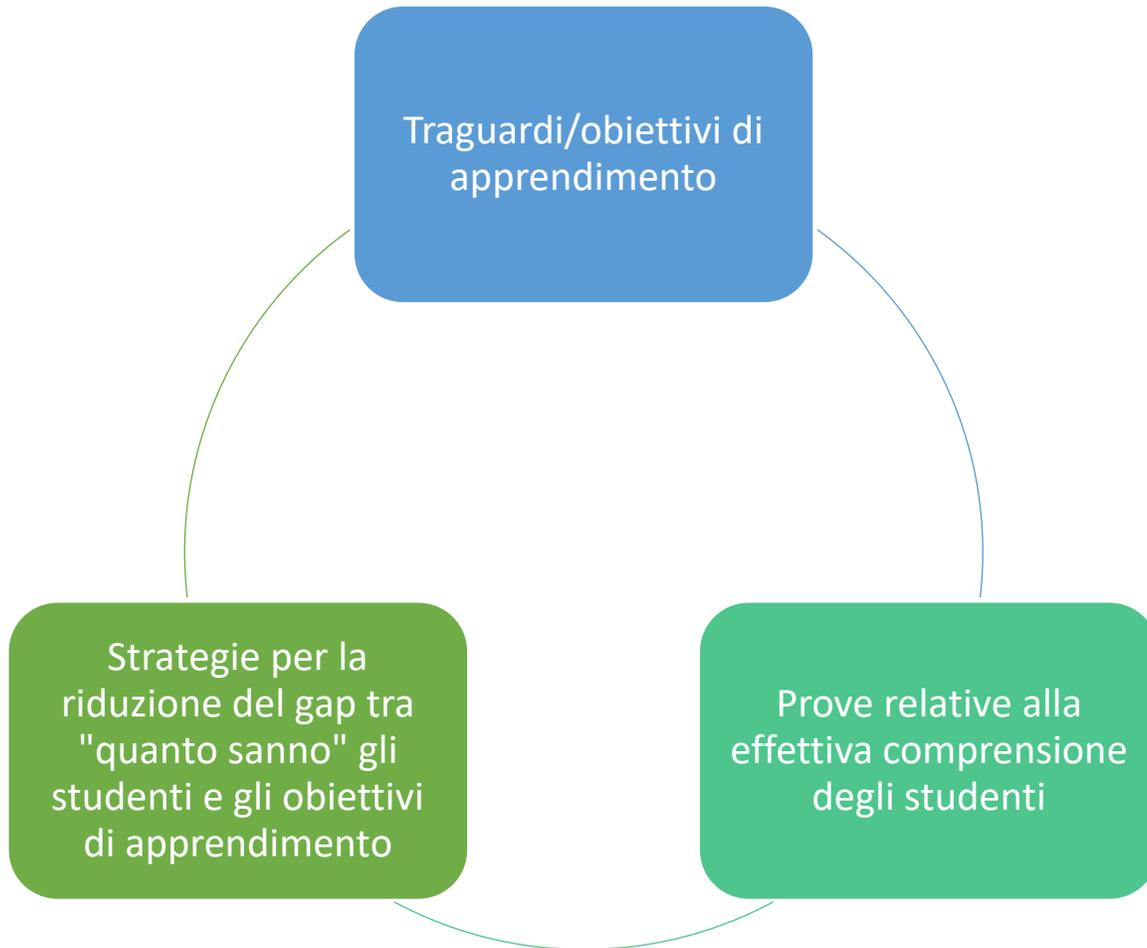
Valutazione formativa Valutazione per l'insegnamento

“part of everyday practice by students, teachers, and peers that seeks, reflects upon, and responds to information from dialog, demonstration, and observation in ways that enhance ongoing learning” (Klenowski, 2009, p. 264).

Questa definizione implica che:

1. la valutazione formative è parte integrante della pratica didattica quotidiana, non è un "*prodotto*"
2. il processo della valutazione formative coinvolge tanto i docenti quanto gli studenti
3. le informazioni che emergono dal processo di valutazione formativa dovrebbero servire ad informare l'azione didattica sia per quanto riguarda l'insegnamento che l'apprendimento

Valutazione formativa e LPs

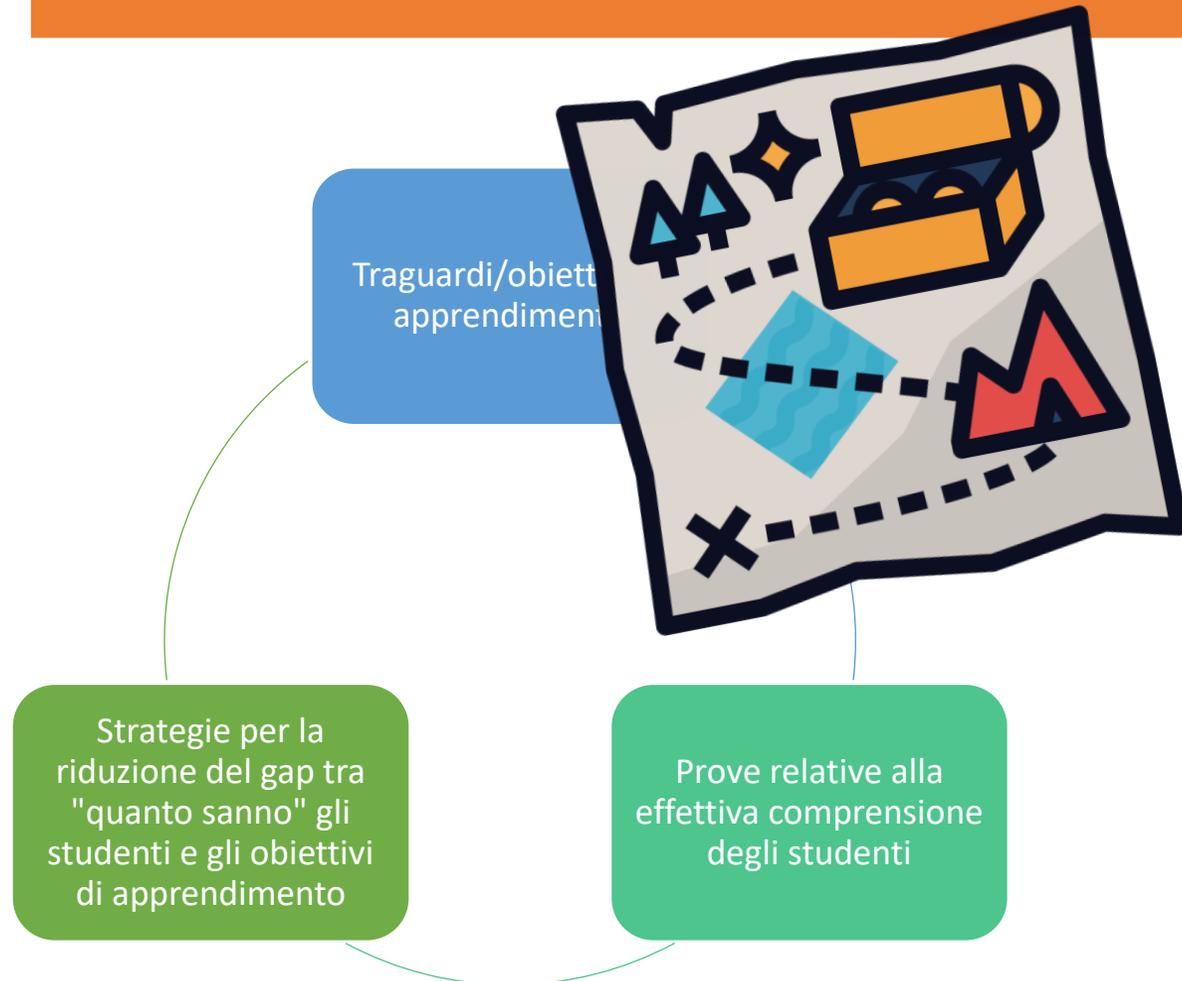


1. L'Upper Anchor è l'insieme di conoscenze che gli studenti dovrebbero acquisire al termine della loro istruzione.
2. Se la LP copre un periodo di istruzione molto lungo, i livelli intermedi possono essere considerati come obiettivi intermedi di istruzione?
3. Se i livelli intermedi non sono già formulati in modo da poter essere adottati come obiettivi di apprendimento allora sarà necessario formare appositamente gli insegnanti affinché siano in grado di "tradurli" come tali.
4. La ricerca sugli insegnanti ha dimostrato che questi tendono a concentrarsi sugli obiettivi relativi alle conoscenze tralasciando le abilità legate a NOS e NOSI

Covitt et al., 2018. Teachers' use of learning progression-based formative assessment in water instruction.



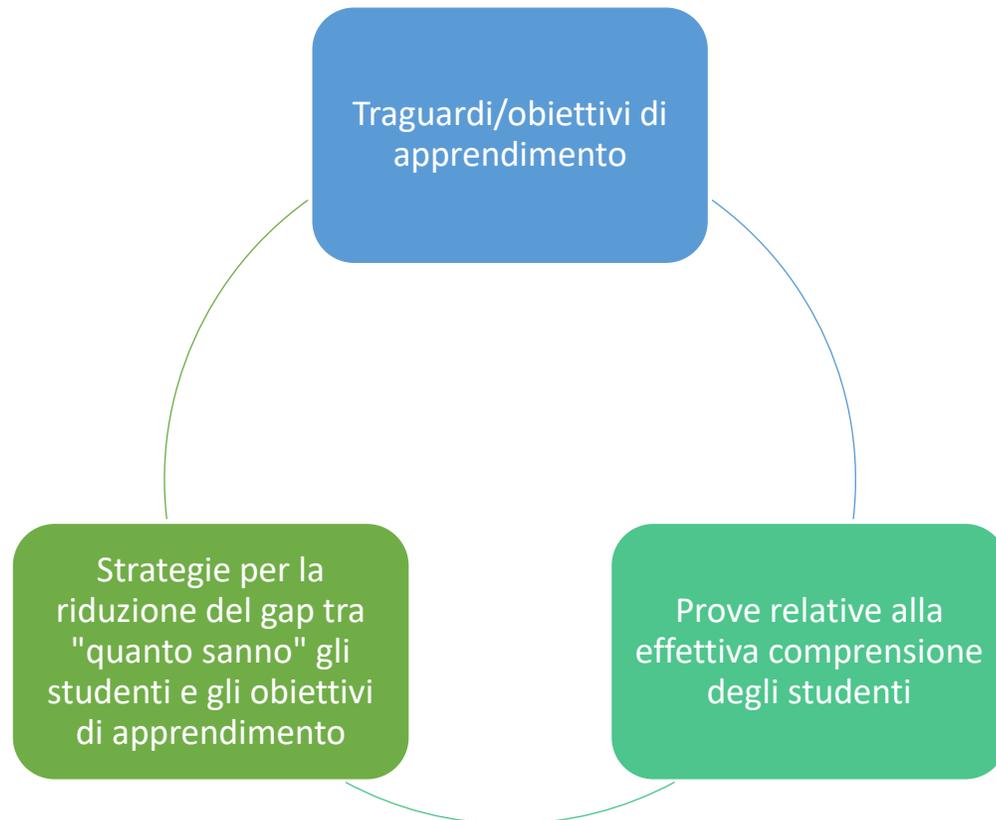
Valutazione formativa e LPs



Le LPs sono spesso rappresentate come mappe che illustrano il percorso che separa lo studente dalla comprensione dell'argomento oggetto della LP.

1. Gli insegnanti sono in grado di identificare la posizione dello studente in queste mappe?
2. Che significa per uno studente essere ad un certo livello di una LP?
3. Come tener conto del fatto che la comprensione dipende dal contesto del problema proposto?
4. Gli insegnanti sono in grado di andare oltre la semplice classificazione **giusto/sbagliato** relativa alle idee dello studente?

Valutazione formativa e LPs



Aiutare e formare i docenti nell'interpretare i livelli delle LPs per evitare che vengano usati come una rigida "griglia di valutazione" degli studenti.

- Riformulare i livelli delle LPs;
- Esplicitare le possibili idee degli studenti che possono/devono essere sviluppate
- Investire risorse nello sviluppo di attività didattiche basate sulle LPs
- Sviluppare attività didattiche basate sulle LPs che permettano di testare il livello di comprensione degli studenti in differenti contesti
- Progettare attività e strumenti che consentano di valutare i progressi degli studenti

Prospettive future per la ricerca didattica e la pratica educativa nell'ambito delle LPs

Learning Progression e formazione insegnanti

Attenzione allo studio dell'utilizzo delle LPs da parte dei docenti nella loro pratica quotidiana

Studio e definizione di strumenti di valutazione utilizzabili nella pratica didattica

Studio dell'applicazione delle LPs nella definizione della "coerenza verticale" dei curricula



Scuola infanzia e primaria

Corsi di formazione docenti sulla valutazione

Utilizzare sondaggi on-line questionari on-line per grandi campioni





106° CONGRESSO NAZIONALE SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

14-18 settembre 2020

Grazie per l'attenzione

silvia.galano@unina.it

Dipartimento di Fisica "E.Pancini", Università degli studi di Napoli Federico II