



# O3 –guida ai moduli I SEE



It's your time to imagine the futures

The project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. Grant Agreement n° 2016-1-IT02-KA201-024373.





The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Grant Agreement n° 2016-1-IT02-KA201-024373





## INDICE

**Capitolo 1** Il modulo I SEE e le istruzioni per usare la guida

**Capitolo 2** L'approccio I SEE all'insegnamento e all'apprendimento: I principi di progettazione

2.1 La scelta degli argomenti

2.2 La struttura del modulo

**Capitolo 3** Sperimentazione dei moduli in classe

3.1 Breve descrizione del template delle attività

3.3 Raccomandazioni operative

**Capitolo 4** Strumenti per monitorare e valutare le sperimentazioni

4.1 Questionario in corso

4.2 Protocollo di intervista

4.3 Questionario di approvazione del corso

**Capitolo 5** Bibliografia e lista di risorse aggiuntive

*Team Guida:* P. Fantini<sup>1</sup>, L. Branchetti<sup>2</sup>, M. Cutler<sup>3</sup>, A. Laherto<sup>4</sup>, O. Levrini<sup>2</sup>, E.K. Palmgren<sup>4</sup>, G. Tasquier<sup>2</sup>, C. Wilson<sup>5</sup>,

<sup>1</sup> Liceo "A. Einstein", Rimini, Italy

<sup>2</sup> Team of the University of Bologna, Italy

<sup>3</sup> The Association for Science Education, United Kingdom

<sup>4</sup> University of Helsinki, Helsinki, Finland

<sup>5</sup> Landvernd, the Icelandic Environment Association, Iceland





## Capitolo 1

### Il modulo I SEE e le istruzioni per usare a guida

Il progetto I SEE (settembre 2016 - agosto 2019) è formato da una partnership strategica tra tre scuole secondarie, due università, una ONG ambientale, un'associazione di insegnanti e una fondazione privata provenienti da quattro paesi europei (Italia, Finlandia, Islanda e Regno Unito).

Il progetto ha avuto origine nei fenomeni osservati durante le lezioni di scienze nella scuola secondaria superiore: la difficoltà delle giovani generazioni ad affrontare un futuro imprevedibile e le sfide di questo mondo globalizzato, fragile ed in continua evoluzione. I sociologi stanno studiando queste difficoltà e hanno evidenziato un aspetto tanto ovvio quanto difficile da affrontare. Siamo in un presente frenetico, completamente orientato a cogliere l'attimo, fiutare ogni opportunità e tenere aperti tutti gli scenari possibili (C. Leccardi); siamo in presenza di una forte accelerazione tecnologica (*"Society of acceleration"*, Rosa, 2013) e le scuole e le istituzioni culturali lottano per ripensare la conoscenza e trasformarla in chiavi efficaci per leggere ciò che sta accadendo e per costruire una nuova visione del futuro. È in questo divario che giace il problema della mancanza di senso e di pertinenza che i giovani riportano nel parlare della conoscenza scolastica, così come del problema della loro fragilità, dell'ansia e, in molti casi, delle nuove forme di rifiuto verso scuola e verso la conoscenza che essa offre.

La domanda che ci siamo posti è stata: *"in che modo l'insegnamento delle scienze può contribuire allo sviluppo di competenze per gestire, razionalmente ed emotivamente, l'incertezza verso il futuro e spingere l'immaginazione in avanti?"*

L'obiettivo di I SEE è quello di progettare e attuare approcci innovativi e moduli di insegnamento su questioni scientifiche orientate al futuro per promuovere le capacità degli studenti di immaginare il futuro e aspirare a carriere STEM. Finora, la partnership I SEE ha sviluppato un [modulo iniziale sui cambiamenti climatici](#) e altri tre moduli sull'[Intelligenza Artificiale](#), sui [Cambiamenti Climatici \(con un accento sul processo di cattura e sequestro del carbonio\)](#) e sui [Computer Quantistici](#).

I moduli sono rivolti a studenti di età compresa tra 16 e 19 anni e non puntano solo a sviluppare competenze professionali, ma anche a promuovere lo sviluppo delle identità degli studenti come persone capaci e cittadini in un mondo globalizzato, fragile e in evoluzione.

A tal fine, il progetto si concentra su competenze specifiche che dovrebbero essere sviluppate attraverso l'educazione scientifica in contesti scolastici ed extra-scolastici e che chiamiamo **future-scaffolding skills**.

Queste competenze hanno la caratteristica di rendere rilevante l'apprendimento delle scienze - personalmente, socialmente, professionalmente e scientificamente - e si riferiscono alla capacità di costruire visioni del futuro che potenziano l'azione nel presente con un occhio all'orizzonte.

All'inizio del progetto il concetto di *future-scaffolding skills* era un'idea ispiratrice e orientante che associavamo ad alcune capacità come il pensare allo scenario, il pensare ai sistemi, il pensare oltre il mondo delle possibilità, la competenza di azione, la gestione dell'incertezza e della complessità ed il pensiero creativo. Alla fine del progetto, possiamo fornire un elenco operativo delle competenze che i moduli I SEE contribuiscono a sviluppare e che possono essere monitorati attraverso strumenti di valutazione adeguati.

In questa guida descriviamo i principi di progettazione che caratterizzano i moduli I SEE (capitolo 2), i suggerimenti per implementarli o progettare nuovi moduli (capitolo 3), gli strumenti per monitorare le





sperimentazioni (capitolo 4) ed un elenco di riferimenti per approfondire gli aspetti dell'approccio (capitolo 5).

La guida dovrebbe fornire una panoramica concreta dei moduli I SEE in modo da aiutare un insegnante o un progettista di curriculum a riconoscere e ad interpretare le scelte specifiche che abbiamo fatto nella progettazione dei moduli e nelle loro molteplici sperimentazioni. Una descrizione più teorica dell'approccio basato sulla ricerca può essere trovata nell'articolo di Branchetti, Cutler, Laherto, Palmgren, Tasquier & Wilson, 2018.

Prima di entrare nei vari capitoli, vorremmo dare un'idea delle reazioni degli studenti sui moduli I SEE che abbiamo osservato. Speriamo che possano funzionare come un faro durante la navigazione della guida.

Dalla prima sperimentazione del modulo di avvio, abbiamo potuto percepire che le attività hanno avuto un impatto positivo sulle percezioni degli studenti sul futuro e sul senso di azione, nonché sulla capacità di immaginare carriere future. Abbiamo riconosciuto dei cambiamenti sistematici e delle reazioni nel loro discorso e abbiamo percepito un nuovo vocabolario che stava diventando parte del loro modo di pensare al futuro.

Un'analisi più sistematica che combacia con l'intero corpus dei dati, ha fornito i mezzi per collegare i risultati alle **future-scaffolding skill** che sono state insegnate nel modulo. Secondo la nostra analisi, molti studenti hanno descritto la loro esperienza come un processo che li ha portati ad ampliare (*widen*) le loro opinioni sul futuro e sentire il futuro più accessibile (*approachable*).

In particolare, nel discorso degli studenti, si potrebbero riconoscere diverse sfumature di *widening*. *Widening*: nella quantità di conoscenza sul pensare al futuro; nella gamma di nuovi modi di affrontare e guardare alle questioni scientifiche orientate al futuro (FoSI); nella gamma di possibili ruoli di parti interessate non esperte (ad esempio cittadini, responsabili politici) per affrontare il FoSI; nella gamma di possibili ruoli di parti interessate esperte (ricercatori STEM e altri esperti nel settore) per affrontare il FoSI; nella gamma di possibili azioni, strategie e soluzioni concrete che possono essere intraprese per affrontare il FoSI.

Per quanto riguarda la sensazione di un futuro che si avvicina, gli studenti hanno detto che, dopo il modulo, hanno percepito il futuro: più vicino alla loro immaginazione, cioè da lontano e inimmaginabile è diventato pensabile; più vicino alla loro realtà attuale, cioè è diventato accessibile attraverso azioni concrete che possono essere intraprese nel presente; più vicino al loro percorso di crescita personale, sociale e professionale, cioè è diventato alla loro portata e hanno trovato il modo di vedersi come agenti del proprio futuro.

L'analisi ci ha anche portato a riconoscere lo sviluppo di *future-scaffolding skill* che abbiamo organizzato in due macrocategorie (vedi Tabella 1): abilità sistemico-strutturali (St), che sono capacità di organizzare pezzi di conoscenza e costruire viste sistemiche (intenzionale e consapevole processo di ponteggi); abilità dinamiche (Dyn), che sono capacità di navigare attraverso la complessità della conoscenza, senza banalizzare le relazioni tra dettagli locali e visioni globali, le relazioni tra passato-presente-futuro e il ruolo delle azioni individuali e collettive.

Non tutti gli studenti hanno sviluppato queste abilità, ma il processo analitico ci ha permesso di riconoscerle come *future-scaffolding skill*: abilità per fornire un'impalcatura (*scaffold*) di pensiero da cui il futuro può essere visto e usato per orientare le azioni nel presente.





Gli studenti diventano capaci di:	
St1	distinguere tra i dettagli disciplinari e il quadro completo del FoSI
St2	suddividere le FoSI in parti più semplici e affrontabili
St3	riconoscere le relazioni causali
St4	riconoscere le relazioni logiche (e.g. distinguere tra problemi, obiettivi e soluzioni o tre pro e contro)
Dyn1	muoversi dal pensare localmente al pensare globalmente (e viceversa)
Dyn2	muoversi da pensare al presente a pensare al future (e viceversa)
Dyn3	muoversi dal pensare all'individuo al pensare alla comunità sociale
Dyn4	pensare creativamente per immaginare nuove possibilità e azioni concrete
Dyn5	bilanciare il bisogno di desiderare e la necessità di tenere i piedi per terra
Dyn6	pensare in modo multidisciplinare, rompendo le barriere tra le discipline

Tabella 1. *Future-scaffolding skills*





## Capitolo 2

### L'approccio I SEE all'insegnamento e all'apprendimento: I principi di progettazione

#### 2.1 La scelta degli argomenti

Un modulo I SEE, innanzitutto, si caratterizza per l'argomento scelto: il tema deve essere scientifico, rilevante per il futuro ma anche attraente per gli studenti.

Gli argomenti possono, ad esempio, rappresentare una sfida sociale o prospettiva che è controversa a causa delle sue implicazioni sulle società future, sull'ambiente o sulla vita lavorativa. Tali argomenti possono essere i cosiddetti "*wicked problems*" – che, a causa della loro complessità, rischiano di non essere risolti nel prossimo futuro – o comportano una rapida evoluzione delle tecnologie con grandi aspettative.

Inoltre, gli argomenti devono essere abbastanza complessi e multidimensionali in modo da essere rilevanti dal punto di vista *scientifico, personale, sociale e professionale* e devono essere *invitanti* per gli studenti.

#### Primo principio di progettazione

L'argomento di un modulo I SEE deve fare riferimento a contenuti e pratiche scientifiche (ragionamento, argomentazione, spiegazione etc.) e deve essere significativo per il futuro.

Più specificatamente, l'argomento dovrebbe essere:

- **orientato al futuro** nel senso che tocca aspetti che influenzeranno la nostra società in un futuro più o meno vicino;
- **complesso** nel senso di multidisciplinarietà e multidimensionalità; deve coinvolgere dimensioni quali quella scientifica, sociale, economica, politica, ambientale, comportamentale, personale;
- **rilevante** in modo scientifico, personale, sociale, vocazionale;
- **globale** nel senso che affronta problemi globali ma anche specificità locali.

Nel primo modulo di avvio, sperimentato durante la scuola estiva di Bologna nel giugno 2017, l'argomento era il cambiamento climatico. Ulteriori argomenti STEM che possono essere oggetto di un modulo I SEE sono: intelligenza artificiale, nanoscienze e nanomateriali, big data, computazione quantistica ... Il progetto implica che gli argomenti siano avanzati e all'avanguardia, ma è possibile estendere i metodi e l'approccio ad argomenti curriculari come l'acqua o i campi elettromagnetici.

#### 2.2 La struttura del modulo

Un modulo I SEE è strutturato in diverse fasi di insegnamento-apprendimento, ognuna con caratteristiche e attività specifiche; le attività sono svolte per consentire agli studenti di sviluppare capacità scientifiche e trasversali di *future-scaffolding* che consentano loro di impegnarsi con le future implicazioni del problema.

Un quadro generale della struttura è rappresentato nella seguente figura.

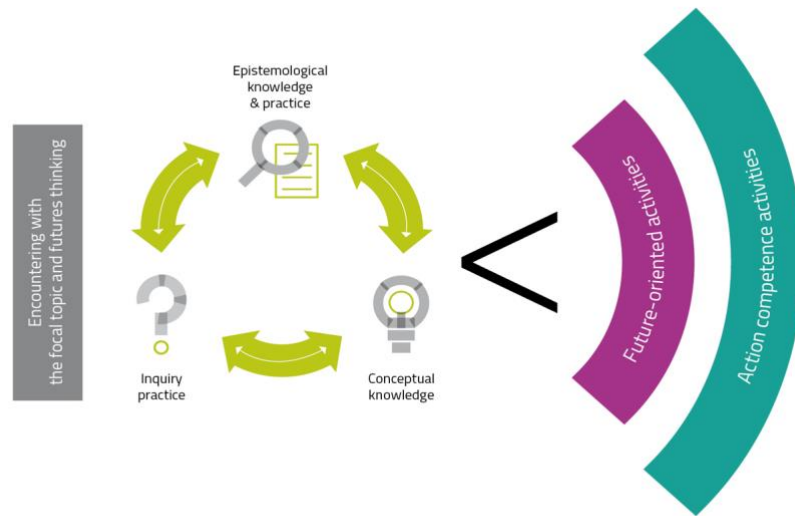


Figura 1. Struttura principale per un modulo I SEE

Le diverse fasi di insegnamento-apprendimento sono rappresentate nella figura con colori diversi. Si chiamano: *incontro col problema focale (encountering the focal issue)*; *impegnarsi nell'interazione tra idee scientifiche e futuro (engaging with the interaction between science ideas and future)*; *attività di bridge (bridge activities)*; *attività orientate al futuro (future-oriented activities)*; *attività di competenza d'azione (action competence activities)*.

Di seguito, dopo una breve descrizione di ogni fase, evidenziamo i principi per progettare le attività corrispondenti. Infine, per esemplificare come rendere operativi i principi di progettazione, per ogni fase, ci riferiamo al primo modulo I SEE sui cambiamenti climatici implementato nella scuola estiva (giugno 2017).

***Incontro col problema focale (encountering the focal issue)***

Il modulo inizia con gli studenti che incontrano i problemi focali (la sezione di sinistra nella Figura 1). Questa prima esperienza ha lo scopo di sviluppare un livello preliminare di consapevolezza dei modi in cui la conoscenza scientifica concettuale ed epistemologica, il linguaggio specifico, gli approcci metodologici e pedagogici si intrecciano nel modulo. A questo punto, agli studenti vengono anche introdotte alcune questioni sociali ed aspetti problematici dell'argomento. In particolare, i problemi focali sono caratterizzati dalle connessioni con STEM e futuro.

Principio di progettazione
<p>Nella progettazione delle attività di apertura, le lezioni o il <i>teamwork</i> devono guidare gli studenti ad affrontare sia l'argomento scientifico e le sue molteplici dimensioni, sia le problematiche future e le carriere STEM.</p> <p>Assicurarsi che le attività debbano: a) aprire il linguaggio specifico, le dimensioni concettuali ed epistemologiche, nonché le questioni sociali, politiche, etiche, economiche connesse all'argomento e b) introdurre il pensiero al futuro e la prospettiva futura come un orizzonte di tutto il modulo.</p>





Nel modulo sul cambiamento climatico, due lezioni plenarie di un climatologo (C. Cacciamani) e di un futurista (P. Bishop) dovevano consentire agli studenti di costruire un quadro globale, rispettivamente, degli studi sui cambiamenti climatici e sui futuri ed iniziare a vedere l'interconnessione tra scienza e futuro.

***Impegnarsi nell'interazione tra idee scientifiche e futuro (Engaging with the interaction between science ideas and future)***

Questa fase del modulo (sezione centrale nella Figura 1) presenta gli elementi fondamentali dell'argomento con cui gli studenti si impegnano. Essa rappresenta un cerchio che collega, in una dinamica circolare, le tre dimensioni della scienza che dovrebbero dare agli studenti un senso di autenticità disciplinare (Kapon, Laherto, Levrini, 2018):

- I. *conoscenza concettuale (CK, conceptual knowledge)* - questa dimensione si riferisce alla conoscenza del contenuto disciplinare. CK è trattato nel modulo secondo i principi della ricostruzione didattica (Duit, 2007) che implica che i contenuti scientifici sono ricostruiti per l'educazione attraverso l'analisi della struttura del contenuto scientifico, i risultati della ricerca empirica sull'apprendimento degli studenti nell'argomento, nonché il principali vincoli di contesto scolastico. Nel nostro caso, viene prestata particolare attenzione anche ai "dettagli critici" necessari per favorire l'apprendimento significativo e la coerenza tra le questioni locali e la logica globale (Viennot, 2006);
- II. *conoscenza e pratica epistemologica (EKP, epistemological knowledge & practice)*: questa dimensione si riferisce a pratiche epistemiche come modellizzazione, argomentazione e spiegazione. Questa dimensione ha dimostrato di essere fondamentale per un apprendimento profondo e significativo (Chinn, 2018; Tasquier, Levrini, Dillon, 2016). Inoltre, in molti degli argomenti complessi e rilevanti per il futuro (come nel caso del cambiamento climatico), gli studenti devono essere guidati per cogliere il passaggio nel paradigma epistemologico (dal paradigma deterministico alla prospettiva di sistemi complessi);
- III. *pratica di indagine (IP, inquiry practice)* – si riferisce alla capacità di indagine come porre domande, formulare ipotesi, progettare indagini, innescare interazioni peer-to-peer, riconoscere la modellizzazione come un processo di isolamento di un particolare fenomeno e passare da modelli ad esperimenti e viceversa.

Principio di progettazione
<p>Nella progettazione delle attività relative agli argomenti scientifici, devono essere prese in considerazione tre dimensioni della scienza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CK</b>: conoscenza dei contenuti disciplinari;</li> <li>• <b>EKP</b>: pratiche epistemiche come modellizzazione di fenomeni, argomentazione e spiegazione;</li> <li>• <b>IP</b>: capacità di indagine come porre domande, formulare ipotesi, progettare indagini, innescare interazioni peer-to-peer, riconoscere la modellizzazione come un processo di isolamento di un particolare fenomeno e passare da modelli ad esperimenti e viceversa.</li> </ul> <p>Le dimensioni EKP e IP sono molto importanti perché possono spianare la strada per collegare i contenuti scientifici alle fasi successive, legate al futuro: modellizzazione, indagine, argomentazione sono, in effetti, pratiche che possono essere sfruttate e sviluppate come <i>future-scaffolding skill</i>.</p>

Nel modulo sui cambiamenti climatici, le dinamiche circolari tra le tre dimensioni sono state sperimentate attraverso attività di laboratorio in cui gli studenti sono stati guidati per sviluppare e praticare competenze scientifiche, concettuali, epistemologiche e di indagine. Tali competenze includevano: modellizzazione di





fenomeni, verifica di ipotesi, previsione, osservazione, pianificazione, interpretazione di grafici ed esecuzione controllata di esperimenti e misure, analisi di dati, comunicazione di risultati a gruppi di pari e formazione di argomenti sulla base di risultati empirici.

In particolare, sono state sviluppate competenze epistemiche e di indagine sui concetti e sui modelli che riguardano l'effetto serra e che sono necessarie per coglierne le implicazioni globali. Sono stati trattati i seguenti argomenti: il processo di interazione tra materia e radiazione; il meccanismo di bilancio energetico che spiega perché i cambiamenti nella composizione dell'atmosfera possono causare variazioni della temperatura superficiale della Terra; il concetto di gas serra antropogenici e la loro relazione con il riscaldamento globale; il concetto di feedback positivo necessario per spiegare i fenomeni (ad es. fusione dei ghiacciai); e le scale spaziali e temporali della modellizzazione climatica. La modellizzazione climatica implica un approccio sistemico e globale che include un nuovo modo di esaminare possibili scenari futuri, da modelli predittivi a modelli probabilistici e proiettivi.

### **Bridge activities**

Questa fase del modulo ("punta della freccia invertita" nella Figura 1) riguarda le attività dette di ponte. Queste attività collegano conoscenze e pratiche scientifiche, conoscenza concettuale ed epistemologica (come le capacità di indagine) con la questione del futuro.

Principio di progettazione
<p>Nella progettazione delle attività di ponte, è necessario porre particolare attenzione a sfruttare la connessione tra l'argomento scientifico, sviluppato nelle attività precedenti, e il resto del modulo.</p> <p>Questo è un momento critico e delicato per la progettazione, poiché implica un'analisi approfondita dell'argomento scientifico in modo da concretizzare il suo potenziale di sviluppo, dalla scienza, <i>alle future-scaffolding skills</i>. Possono fare riferimento ai modelli causali impliciti nell'argomento scientifico, al <i>system thinking</i> (sistema come un insieme di parti) o alle sue implicazioni sociali, politiche, etiche ed economiche. La progettazione delle attività del ponte deve essere eseguita insieme alle precedenti e alle successive.</p>

All'interno della scuola estiva, gli studenti sono stati direttamente coinvolti nell'analisi di un complesso contesto di cittadinanza della pianificazione urbana, tenendo conto delle implicazioni sociali, politiche ed economiche che hanno le decisioni.

### **Attività orientare al futuro (future-oriented activities)**

Questa fase del modulo (la prima parte della sezione a destra rappresentata da archi in Figura 1) riguarda le attività orientate al futuro.

L'approccio I SEE prevede almeno tre tipi di pratiche orientate al futuro che possono essere sviluppate con lo scopo di trasformare la conoscenza in *future-scaffold skill* e competenze:

- attività per rafforzare la struttura orientata al futuro del discorso scientifico, del linguaggio e dei concetti;
- attività ispirate ai *future studies* o dalla vita lavorativa e da questioni sociali;
- exposure activities* per allargare l'immaginazione su possibili future carrier STEM.

**Il primo tipo di attività (a)** ha lo scopo di evidenziare che il concetto di futuro è intrinseco alla natura della scienza, poiché l'obiettivo della previsione è al centro della modellizzazione scientifica. Nonostante sia raramente sottolineato nell'insegnamento delle scienze, il futuro è assorbito e integrato nella struttura epistemologica della scienza ed è strettamente collegato ai suoi modelli di spiegazione causale, che vengono



gradualmente elaborati per fare previsioni (Levrini et al., under review). La scienza ha sviluppato molti modelli temporali e modelli epistemologici di spiegazione causale, dai modelli lineari fino a quelli probabilistici elaborati nella scienza moderna (come ad esempio quelli della scienza dei sistemi complessi che sono applicabili a molti argomenti STEM dall'analisi degli ecosistemi, climatologia e geofisica, all'informatica). Questi campi possono offrire concetti potenti (come spazio di possibilità, scenari futuri, proiezione anziché previsione deterministica, incertezza, forte dipendenza dalla condizione iniziale, feedback e causalità circolare) che sono adatti a problematizzare la causalità lineare e che possono diventare abilità per pensare e parlare al futuro.

**Il secondo tipo di attività (b)** sono costruite per infondere l'educazione scientifica con la prospettiva degli *future studies* (FS), che è un campo interdisciplinare complesso sviluppato da una comunità di sociologi, filosofi e accademici in STEM, in economia, in politica e nel regno imprenditoriale. Attingendo alla scienza dei sistemi complessi, FS problematizza la convinzione comune che i futuri siano solo una questione di fare previsioni e li enfatizza come modi per aprire possibilità e soluzioni. Una delle idee principali è che, poiché previsioni accurate non sono necessarie e non sono possibili (a causa di vincoli scientifici), è socialmente, economicamente e personalmente importante sviluppare abilità per pensare a possibilità e a modi per realizzare possibili futuri piuttosto che prevedere esattamente cosa. In questa prospettiva, l'esistenza di una pluralità di futuri è cruciale e la parola "scenario" diventa una parola chiave.

Nell'ambito dell'approccio I SEE, abbiamo trovato particolarmente illuminante la distinzione, fatta all'interno degli FS, tra futuri possibili, plausibili, probabili e desiderabili. La relazione tra loro è spesso rappresentata da un "cono dei futuri" (Hancock & Bezold, 1994), elaborato da Voros (2003) e ora rivisto da noi (Figura 2).

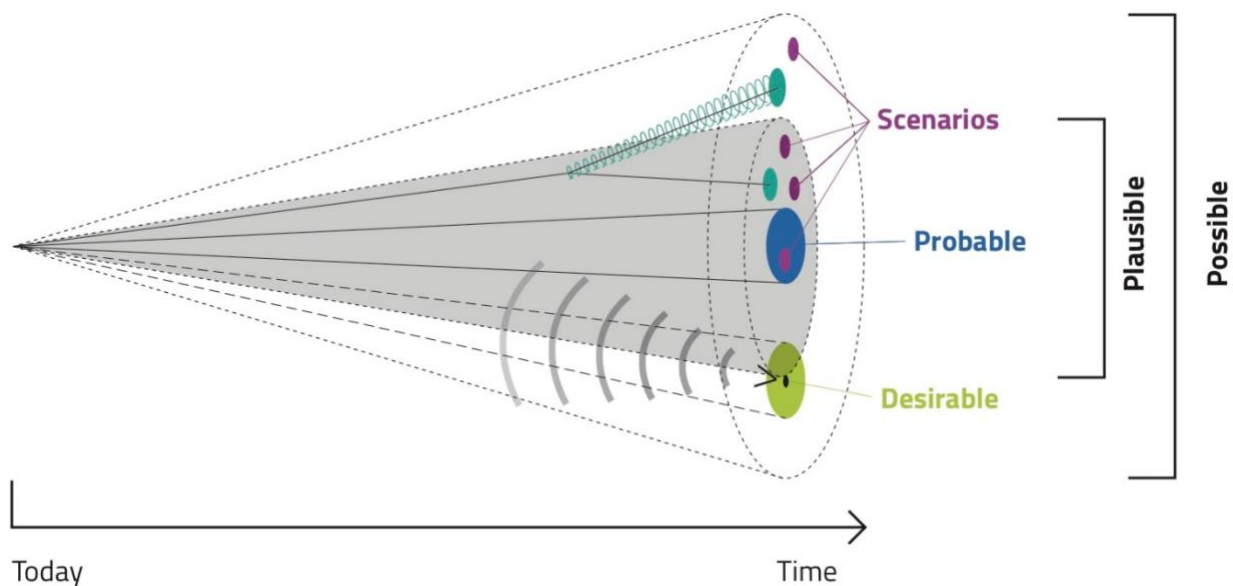


Figura 2. Cono dei future di Voros (versione rivisitata)

L'approccio I SEE pone particolare enfasi a scenari preferibili (anche chiamati desiderabili) (Figura 2). Mentre i futuri plausibili e probabili riguardano più che altro la conoscenza informativa o cognitiva, gli scenari preferibili (o desiderabili) riguardano i desideri o le aspirazioni delle persone. In altre parole, questi futuri sono in gran parte emotivi ed etici piuttosto che cognitivi e sono quindi più soggettivi degli altri tipi futuri. Per pensare in termini di futuri preferibili, gli studenti devono far fronte ai loro valori e desideri attuali, alle



loro identità, alle loro competenze e ai loro punti di vista culturali, e immaginare uno scenario preferito in cui vorrebbero vivere.

**Il terzo tipo di attività (c)** fa parte dell'approccio con l'obiettivo di ampliare l'immaginazione degli studenti su possibili carriere STEM future. In particolare, le attività di questo tipo si basano sull'idea che un individuo, per poter scegliere tra futuri alternativi, debba essere esposto al loro senso. Le *exposure activities* rendono più intriganti le carriere STEM perché, pensiamo, non solo potranno aiutare gli studenti a sperimentare direttamente l'acquisizione di competenze professionali autentiche, ma li potranno aiutare anche a far fronte in modo razionale, emotivo, creativo e reattivo al loro futuro.

Principio di progettazione
<p>Nella progettazione delle attività orientate al futuro, si deve porre particolare attenzione a trasformare la conoscenza in <i>future-scaffolding skills</i> e competenze: abilità che hanno la caratteristica di rendere rilevante l'apprendimento delle scienze - personalmente, socialmente, professionalmente e scientificamente - e di fare riferimento all'abilità di costruire visioni del futuro che potenzino l'azione nel presente con un occhio all'orizzonte (vedi capitolo 1).</p> <p>Nella progettazione delle attività, devono essere prese in considerazione almeno tre tipi di pratiche orientate al future:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• attività per rafforzare la struttura orientata al futuro del discorso scientifico, del linguaggio e dei concetti;</li> <li>• attività ispirate ai <i>future studies</i> o dalla vita lavorativa e da questioni sociali;</li> <li>• <i>exposure activities</i> per allargare l'immaginazione su possibili future carrier STEM.</li> </ul> <p>Soprattutto per il primo tipo di pratiche, assicurarsi che gli studenti siano stimolati a: a) approfondire i modelli temporali e le strutture del ragionamento causale elaborate nella scienza; b) trasformare concetti di base - come causalità lineare o circolare, feedback, forte dipendenza dalle condizioni iniziali - in abilità per analizzare testi in cui sono descritti argomenti basati su dinamiche complesse.</p>

Nella scuola estiva, dopo una lezione interattiva volta ad introdurre la prospettiva della complessità e i suoi concetti di base, gli studenti sono stati direttamente coinvolti nell'analisi di un testo sui biocarburanti. Più specificamente, è stato chiesto loro sia di indicare il ragionamento causale alla base dell'argomentazione, sia i cicli di *feedback* positivi e negativi (**primo tipo di attività - a**). Per quanto riguarda il **secondo tipo di attività (b)**, il cono è stato introdotto dal Prof. Bishop nella sua conferenza plenaria e, durante la parte centrale del modulo, gli studenti sono stati impegnati in una discussione e nel confronto di possibili scenari futuri per una città immaginaria che dipendevano da diverse possibili decisioni del sindaco della città. Le diverse possibili decisioni, come accade comunemente, non erano neutrali e gli studenti dovevano tener conto della complessità della situazione attuale in cui il progresso tecnologico, sociale e culturale deve affrontare il grande problema del cambiamento climatico. Agli studenti è stato chiesto non solo di indicare i valori su cui si basano i diversi modelli di sviluppo e i diversi scenari futuri, ma anche di discutere in gruppi la loro "città ideale in cui vivere nel 2030". Il **terzo tipo di attività (c)** consisteva in *exposure activities* svolte attraverso una tavola rotonda con esperti di vari settori riguardanti il clima. Gli esperti hanno discusso dei loro percorsi di carriera, delle scelte che hanno fatto, delle loro ambizioni professionali e di altri fattori trainanti. Dopo la discussione, sono rimasti disponibili per un confronto con gli studenti.





Successivamente nella scuola, gli studenti hanno realizzato un progetto finale, una parte del quale richiedeva di immaginare loro stessi nel futuro ad occupare un certo ruolo professionale in modo da rafforzare l'immaginazione che avevano già iniziato a sviluppare nell'*exposure panel*.

### Action competence activities

Questa fase del modulo (la seconda parte della sezione a destra rappresentata dagli archi nella Figura 1) riguarda le attività di *action competence*. Queste attività sono pensate per innescare la consapevolezza della pluralità di prospettive in gioco nei processi decisionali e quindi per sostenere gli studenti nell'espansione della loro considerazione etica mentre avanzano nel prendere decisioni intenzionali e intraprendere azioni deliberate.

Questa fase finale del modulo richiede agli studenti di sintetizzare le idee e le pratiche che hanno incontrato e che li hanno coinvolti in tutto il percorso. Dopo l'esperienza delle attività precedenti, gli studenti sono pronti per la parte più creativa del modulo. In primo luogo, lavorando individualmente, identificano delle questioni rilevanti per l'argomento e di loro interesse. Vengono quindi raggruppati in base agli interessi comuni e guidati attraverso un processo che include l'analisi, la valutazione e la pianificazione del problema. In questa attività si assumono la responsabilità del loro futuro e pianificano un'azione in grado di realizzare il loro futuro desiderabile. Questo è un momento importante di sintesi e di verifica incrociata dei valori, poiché devono scegliere ciò che possono negoziare e ciò che non è possibile negoziare. Questo è anche un momento in cui le conoscenze e le pratiche acquisite lungo l'intera sequenza iniziano a trasformarsi in *action competence*. Gli studenti sono sfidati a trovare il loro ruolo attivo nella complessa interazione tra individui e natura.

Questa parte del modulo è molto impegnativa per l'immaginazione degli studenti ma anche per il loro pensiero critico e le loro capacità analitiche. Serve come un'attività complessa stimolante e potenziante, nonché un trampolino di lancio per la creazione di altri moduli su argomenti diversi, o in effetti di molti altri tipi di attività di apprendimento che si basano sull'immaginazione e sul pensiero dei sistemi futuri.

La sintesi di idee non è solo legata alla fine del modulo, ma si prevede che gli studenti, ispirati dall'esperienza I SEE, possano continuare a sviluppare una mentalità responsabile e pianificare azioni dopo il modulo.

Principio di progettazione
<p>Nella progettazione di queste attività, è necessario porre particolare attenzione per attivare una dinamica di ritorno tra presente e futuro.</p> <p>Avere cura di incoraggiare gli studenti a prendere coscienza della pluralità di prospettive in gioco nei processi decisionali e ad ampliare la loro considerazione etica nel prendere decisioni intenzionali e ad intraprendere azioni deliberate.</p> <p>Avere anche cura di presentare agli studenti il compito di decidere collettivamente su un problema, determinando come investigarlo e come risolverlo. Ciò offre loro molteplici modalità di partecipazione e supporta diverse competenze e interessi personali, in particolare per quanto riguarda le differenze culturali.</p>

Nella scuola estiva, è stato richiesto agli studenti di proiettarsi in un futuro desiderabile nel 2030 e di pianificare e raccontare la loro storia di successo - sotto forma di attività di *backcasting* durante le loro presentazioni finali - di come sono riusciti a risolvere un problema critico (in questo caso sui cambiamenti



climatici) utilizzando un “punto di leva” per cambiare il sistema. Dovevano lavorare insieme raggruppandosi secondo valori condivisi. Ogni studente ha avuto un ruolo nel cambiamento che aveva scelto per sé stesso ed i gruppi hanno presentato ai loro coetanei i loro scenari futuri come una narrazione ambientata nel 2013 in cui raccontavano, nei panni dei personaggi da loro scelti ed interpretati, i vari step che li hanno portati alla risoluzione del problema.

### Learning outcomes

L'approccio I SEE all'insegnamento e all'apprendimento mira alla *action competence* (Mogensen & Schnack, 2010) e al *transformative learning* (Dirkx, Mezirow & Cranton 2006) piuttosto che a semplici risultati di apprendimento cognitivo. Poiché gli obiettivi del progetto sono quelli di sviluppare le *future-scaffolding skills* e di promuovere l'azione individuale (*agency*), sociale e vocazionale e l'identità degli studenti, i risultati principali ricercati sono le competenze e la capacità di metterle in azione. Il *transformative learning* in genere mira a sviluppare il pensiero riflessivo e critico, la comprensione olistica e sistemica ed il trasferimento di tale comprensione in azione (Dirkx et al., 2006; Sterling, 2010). Nell'approccio I SEE lo sviluppo di tale competenza e dell'azione (*agency*) implica obiettivi di apprendimento a tre livelli, corrispondenti ai tipi di attività sopra presentate: conoscenza concettuale ed epistemologica, *future-scaffolding skills* e *action competence*. Di seguito, sono specificati alcuni risultati di apprendimento per ciascun livello rispetto al modulo sul cambiamento climatico.

In primo luogo, i risultati di apprendimento relativi alle conoscenze concettuali ed epistemologiche implicano che gli studenti imparino a modellizzare l'effetto serra come un fenomeno scientifico. Per raggiungere questa comprensione, gli studenti imparano o rivedono alcuni concetti fisici come, ad esempio quello di radiazione, di calore, di temperatura e di interazione tra materia e radiazione elettromagnetica. Oltre alle conoscenze concettuali, gli studenti dovrebbero apprendere l'epistemologia scientifica e le abilità di lavoro in laboratorio, come testare ipotesi, fare previsioni, osservare, pianificare ed eseguire esperimenti controllati e comunicare i risultati ai gruppi di pari.

I risultati di apprendimento relativi alle *future-scaffolding skills* implicano che gli studenti conoscano i concetti di base della scienza dei sistemi complessi (ad es. forte dipendenza dalle condizioni iniziali, causalità circolare, circuiti di *feedback* positivi e negativi) e familiarizzino con uno dei principali strumenti della scienza di sistemi complessi, la simulazione. Gli studenti hanno appreso che l'approccio ai fenomeni scientifici, che coinvolgono problemi di cittadinanza (ad esempio i cambiamenti climatici), implica un cambiamento dal punto di vista epistemologico di guardare i fenomeni stessi: apprendono, ad esempio, che il clima è un sistema complesso e che l'interpretazione dei fenomeni ad esso correlati implica nuovi tipi di spiegazione, modellizzazione e argomentazione. Imparano anche che avvicinarsi ed affrontare gli effetti dei cambiamenti climatici implica un cambiamento nel modo in cui viviamo nella vita quotidiana e, collettivamente, nel modo in cui prendiamo decisioni. Si impegnano anche personalmente a delineare uno scenario desiderabile e / o indicare un obiettivo desiderabile da raggiungere in futuro.

I risultati di apprendimento relativi all'*action competence* e all'azione (*agency*) comprendono la capacità di criticare e rivedere le proprie visioni sul futuro alla luce di nuove conoscenze e prospettive. Gli studenti diventano in grado di definire, mappare e analizzare un problema riguardante il cambiamento climatico di loro scelta e di articolare una strategia per ottenere una soluzione desiderabile per il problema, basata sul suo contesto sistemico.



## Capitolo 3

### Sperimentazione del modulo in classe

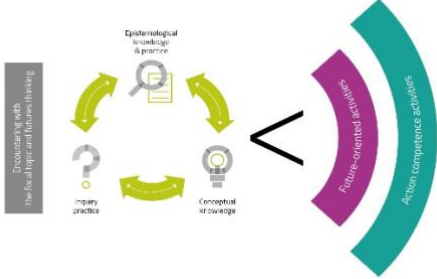
In questo capitolo forniamo esempi concreti di come i principi di progettazione, evidenziati nel capitolo 2, possono essere riconosciuti nei nostri moduli e possono essere utilizzati per progettare ed implementare nuovi moduli. Gli esempi sono tratti dalle attività sviluppate nei moduli sul sequestro del carbonio, sull'intelligenza artificiale e sul calcolo quantistico; questi moduli sono stati realizzati nelle scuole secondarie in Islanda, Italia e Finlandia e implementati in modo incrociato.

I moduli completi possono essere scaricati al seguente indirizzo: <https://iseeproject.eu/category/teaching/>

Tutte le attività di ogni modulo sono descritte in dettaglio (i loro obiettivi, la loro articolazione in attività, i materiali, i metodi ...) seguendo uno specifico modello descritto nel seguente paragrafo.

#### 3.1 La struttura (modello) di progettazione delle attività

Il seguente modello è stato utilizzato per progettare e presentare tutte le attività dei moduli I SEE. Quindi, può essere utilizzato per consultare e comparare le attività già esistenti, ma anche come guida per progettarne nuove.

<p><b>Posizione nel modulo</b></p>	<p>L'attività è, innanzitutto, collocata all'interno del modulo.</p>  <p>La sua posizione viene spiegata attraverso una breve introduzione all'attività.</p>
<p><b>Obiettivi</b></p>	<p>Gli obiettivi dell'attività sono articolati in concettuali, epistemologici e sociali/emotivi.</p>
<p><b>Tempo richiesto</b></p>	<p>Il tempo richiesto per ogni fase dell'attività è scritto esplicitamente in modo da dare un'informazione concreta o in modo da decidere il livello di dettagli e il grado di profondità che l'attività dovrebbe raggiungere.</p>
<p><b>Materiali / metodi di insegnamento</b></p>	<p>In questo campo, viene riportata una descrizione sintetica del supporto fisico dei materiali (diapositive, video, lezione videoregistrata, fogli di lavoro, tutorial, testi, questionario di intervista ...) e / o una descrizione del flusso concettuale dei contenuti dei materiali.</p> <p>La descrizione dei materiali può includere le richieste che l'insegnante fa agli studenti.</p>
<p><b>Consigli per gli insegnanti da precedenti</b></p>	<p>Questo campo include consigli, commenti, osservazioni utili per gli insegnanti.</p> <p>Possono essere identificate due tipi di note per gli insegnanti:</p>



<p><b>esperienze in classe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suggerimenti, commenti, osservazioni provenienti dalle implementazioni, che sono considerati utili per condurre attività e trovare strategie appropriate al contesto di classe;</li> <li>• suggerimenti, commenti, osservazioni provenienti dal processo iterativo di progettazione e revisione che mostrano come gli aspetti sono stati modificati alla luce della reazione degli studenti. In altre parole, questi commenti mostrano come si è ottenuta la bozza finale dell'attività.</li> </ul>
------------------------------------	--

### 3.2 Raccomandazioni operazionali per implementare/progettare le attività

#### 3.2.1 Gli obiettivi

Gli obiettivi sono stati / dovrebbero essere scritti per essere il più possibile vivi e stimolanti, ma anche abbastanza specifici da chiarire in che modo sono collegati all'attività; gli obiettivi sono centrati sullo studente, quindi la loro formulazione deve mostrare ciò che gli studenti dovrebbero imparare e non ciò che l'insegnante dovrebbe insegnare.

#### Obiettivi concettuali

<p><i>Gli obiettivi concettuali si riferiscono a</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• concetti scientifici;</li> <li>• concetti collegati ai <i>future studies</i> (i.e. I concetti di scenario, cono dei futuri ...);</li> <li>• problemi metodologici (i.e. il concetto di mappa causale, <i>action competence</i>...);</li> <li>• processi di pensiero legati all'acquisizione di conoscenza concettuale o abilità.</li> </ul>
<p><i>Esempi di come formulare gli obiettivi</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• per capire il concetto di...</li> <li>• per comprendere ...</li> <li>• per familiarizzare con...</li> <li>• per imparare ad applicare il concetto di...</li> <li>• .....</li> </ul>

#### Obiettivi epistemologici

Questi obiettivi sono forse i più complicati ma anche i più speciali perché collegano la scienza ed il futuro.

<p><i>Gli obiettivi epistemologici si riferiscono a</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pratiche scientifiche epistemiche come la modellizzazione, la discussione, la spiegazione, l'argomentazione... come sono tipicamente usate nella scienza e come sono accettate per caratterizzare la scienza come una speciale forma di conoscenza.</li> <li>• abilità metacognitive, cioè al riconoscere che alcune caratteristiche della conoscenza concettuale e</li> </ul>
---	---







	procedurale caratterizzano la conoscenza scientifica o le pratiche.
<i>Esempi di come formulare gli obiettivi</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• per comprendere ...</li> <li>• per familiarizzare con l'idea o col concetto di ...</li> <li>• per comparare il modello XXX con ...</li> <li>• per riconoscere il modello XXX di spiegazione causale dietro a XXX ...</li> <li>• per muoversi dalla visione deterministica ad una spiegazione a ...</li> <li>• ...</li> </ul>

### **Obiettivi sociali/emotivi**

<i>Gli obiettivi sociali/emotivi si riferiscono a</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I modi in cui l'attività impatta sullo sviluppo personale del l'allievo;</li> <li>• l'apprendimento sociale ed emotivo degli studenti come individui e come individui come parte della società.</li> </ul>
<i>Esempi di come formulare gli obiettivi</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• per mettersi in gioco personalmente nella discussione collettiva...</li> <li>• per diventare consapevoli dei valori implicati...</li> <li>• per imparare a condividere diversi punti di vista</li> <li>• per imparare ad affrontare razionalmente, emotivamente, creativamente e responsabilmente il loro futuro</li> <li>• per allargare l'immaginazione riguardo possibili carriere STEM future.</li> <li>• .....</li> </ul>

Il livello di meta-cognizione può facilmente sovrapporsi con la dimensione concettuale. La distinzione dipende dall'insegnante, da come sottolinea in che misura un aspetto concettuale rende quel pezzo di conoscenza o processo scientifico (in che misura un insegnante indica la dimensione epistemologica della conoscenza).

### **3.2.2 Attività di incontro col problema focale (encountering focal issue activities) e col futures thinking**

Secondo il principio di progettazione, queste attività devono guidare gli studenti ad affrontare l'argomento scientifico, le sue molteplici dimensioni (concettuali, epistemologiche, sociali, politiche, etiche, economiche ...), le problematiche future e le carriere STEM.

Raccomandazioni operazionali: quando si implementano o progettano le proprie attività, si tenga a mente che le attività di incontro devono essere efficaci per attivare la curiosità e fornire delle idee "grandi" in grado di supportare una navigazione consapevole ma personale attraverso il modulo.

### **Esempi da....**





### **Modulo sulle intelligenza artificiale**

Questa fase dell'attività è stata sviluppata in due attività.

#### **a) "Two overview lectures" activity**

Questa attività riguarda due lezioni che avevano lo scopo di aprire la conoscenza concettuale ed epistemologica che sta dietro sia all'argomento scientifico (IA) sia al *futures thinking* (la prospettiva della complessità).

In particolare:

- la prima lezione offre una panoramica sullo sviluppo dell'intelligenza artificiale negli ultimi anni, sottolineando l'idea che a metà degli anni '90 si è verificato un cambio di paradigma, quando le reti neurali e l'apprendimento automatico sono diventati un approccio diffuso all'IA. In questa lezione vengono introdotti i concetti chiave dell'IA in modo da spianare la strada alla loro analisi e sviluppo futuri in tutte le attività della sezione CK-EKP-IP;
- la seconda lezione è stata realizzata per aprire alla prospettiva della complessità. I concetti introdotti in questa seconda lezione (non linearità, dipendenza sensibile delle condizioni iniziali, feedback, livelli di descrizione, proprietà emergenti ...) dovrebbero inquadrare l'intero modulo e, in particolare, le attività orientate al futuro (attività 7-8 - 9-10).

#### **b) "Where can Artificial Intelligence (AI) be encountered today?"**

L'attività guida gli studenti a costruire un quadro generale di dove oggi si può incontrare l'intelligenza artificiale ed introduce le diverse dimensioni (politica, sociale, economica, professionale, etica ...) che sono coinvolte nelle applicazioni dell'IA. Concretamente, nel lavoro di gruppo, gli studenti sono guidati ad analizzare sei diverse schede - ognuna riferita ad un diverso campo di applicazioni AI. Gli studenti vengono guidati attraverso domande per selezionare l'applicazione che trovano più interessante e per esplorare le loro implicazioni sulle professioni future. Le domande sono state formulate per favorire il coinvolgimento personale, l'attivazione di interessi personali e per imparare a condividere diversi punti di vista e a mediare tra di loro.

### **Modulo sulla computazione quantistica**

Questa fase del modulo è stata sviluppata in due attività.

#### **a) "The Future Quiz"**

Questa attività analizza le idee che gli studenti hanno sul futuro. Li incoraggia a mettere in discussione il loro modo di pensare iniziale e a guardare al futuro in modo più aperto.

Gli studenti rispondono al *future quiz* che contiene domande del tipo:

*Possiamo conoscere il futuro?*

*C'è solo un futuro o più futuri?*

*Quanto lontano dal futuro possiamo fare previsioni in modo che sia ancora utile?*

*Il futuro è predefinito?*

*Cosa influenza maggiormente il futuro?*

*Qual è la ragione più importante per le previsioni sbagliate?*

*È utile raccontare storie su futuri improbabili ma possibili?*



Dopo aver fatto il quiz, le domande e le risposte degli studenti sono discusse assieme. Il quiz e le discussioni su questo costruiscono il terreno per le successive attività orientate al futuro.

**b) "The history, present and future of ICT"**

La lezione introduce l'evoluzione dell' ICT e della potenza di calcolo nel corso della storia e specula sul loro possibile sviluppo futuro. Guida gli studenti a meditare sul proprio atteggiamento nei confronti della tecnologia e mostra modi alternativi di vederlo. L'attività offre una buona opportunità per discutere il ruolo della tecnologia in una società in continuo cambiamento e nella vita lavorativa. La computazione quantistica viene introdotta come possibile passo futuro nella progressione dell'ICT e della potenza di calcolo.

**Modulo sul Cambiamento Climatico e Sequestro del Carbonio**

Questa fase del modulo è stata sviluppata in un'attività.

**"Introduction to climate change and carbon sequestration"**

Questa lezione introduce agli studenti i concetti più essenziali necessari per comprendere i cambiamenti climatici e il sequestro del carbonio. Gli argomenti trattati comprendono: chimica del carbonio, effetto serra, circuiti di retroazione, cicli del carbonio organico e inorganico e sequestro del carbonio attraverso la mineralizzazione. Alla fine della lezione, gli studenti comprenderanno il quadro generale del perché e del modo in cui i cambiamenti climatici e il sequestro del carbonio funzionano e perché sono così importanti da capire ed essere in grado di agire per il future.

**3.2.3 Attività riguardanti la conoscenza concettuale (conceptual knowledge - CK); conoscenza e pratica epistemologica (epistemological knowledge & practice - EKP); pratica di indagine (inquiry practice - IP)**

In accordo col principio di progettazione, queste attività devono essere collegate a concetti disciplinari (CK) insieme allo sviluppo di pratiche epistemiche (EKP) e di indagine (IP).

*Raccomandazioni operazionali:* quando si progettano le proprie attività, si tenga presente che gli obiettivi principali sono quelli concettuali, ma anche quelli epistemologici sono molto importanti. Grazie a queste attività gli studenti possono essere guidati a cogliere il contributo che la scienza può fornire allo sviluppo delle *future-scaffolding skill*: le forme di ragionamento del discorso scientifico e, in particolare, le strutture di ragionamento casuale che caratterizzano il passaggio dal paradigma deterministico alla prospettiva di sistemi complessi. Si consiglia di stimolare gli studenti con attività incentrate sullo studente stesso, sul lavoro di gruppo e domande sul tipo di ordine superiore dell'insegnante.

**Esempi da...**

**Modulo sull'intelligenza artificiale**

Questa fase del modulo è stata sviluppata in sei attività.

Le attività guidano gli studenti a cogliere il cambio di paradigma nella programmazione dell'intelligenza artificiale che si è verificato con il *machine learning*: a differenza delle forme tradizionali di programmazione, nel *machine learning* una macchina impara a risolvere un problema o ad eseguire un compito senza conoscere la strategia (una conoscenza esplicita base o sequenze di azioni da eseguire). Impara "guardando" esempi presi da database appropriati.





Per raggiungere questi obiettivi, è stato scelto un problema - vincere il gioco del TRIS- e gli studenti sono guidati a confrontare il modo in cui i diversi approcci di programmazione affrontano il problema. In particolare, è stata progettata una serie di sei attività: tre attività (*Attività 3-4-5*) introducono i tre diversi approcci (imperativo, logico-dichiarativo, *machine learning*) e tre attività (*Attività 3bis - 4bis - 5bis*) mostrano come un computer può essere programmato per giocare al "TRIS" seguendo i vari approcci.

Gli esempi sono programmi nel linguaggio tipico di ogni approccio - rispettivamente Python per la programmazione imperativa; Prolog per la programmazione dichiarativa; MATLAB per il *machine learning*, ma gli studenti non devono conoscere il linguaggio. Le attività sono progettate per sottolineare la logica e non i tecnicismi.

Le sei attività sono progettate per favorire una dinamica circolare per collegare conoscenze concettuali ed epistemologiche e pratiche epistemiche. In particolare, il loro confronto dovrebbe consentire a un insegnante di sottolineare:

- il tipo di struttura del ragionamento causale (lineare e non) e il tipo di paradigma di predizione (deterministico e non) che sta dietro ogni approccio e quale proprietà caratterizzano ogni forma di ragionamento;
- il punto di vista della complessità che caratterizza l'approccio basato su esempi con rispetto a quelli "classici".

### **Modulo sulla computazione quantistica**

Questa fase è stata sviluppata in 7 attività.

In queste attività, studiando diversi sistemi numerici, operazioni logiche, algoritmi e componenti hardware, gli studenti si preparano ad affrontare il cambiamento fondamentale nel paradigma informatico e sostituire i bit con i qubit. L'apprendimento delle proprietà quantistiche mediante l'approccio "spin first" apre la strada alla comprensione degli algoritmi quantistici e quindi alla superiore potenza di calcolo e alle opportunità future offerte dai computer quantistici.

Nella prima parte del modulo, gli studenti apprendono che i computer classici usano il sistema numerico binario per presentare informazioni. Imparano ad eseguire operazioni algebriche di base sui bit e poi procedono con operazioni più complicate. Viene anche loro introdotta l'idea di un algoritmo come ricetta per risolvere i problemi.

Nella seconda parte del modulo, vengono introdotti i concetti chiave della meccanica quantistica e dell'informatica quantistica in un'attività descritta più dettagliatamente di seguito. Vengono mostrati i limiti dell'informatica classica nella simulazione di sistemi complessi e vengono introdotte le possibilità offerte dai computer quantistici. Gli studenti imparano ad eseguire le operazioni di base sui qubit e il modulo culmina in un'introduzione all'algoritmo quantistico reale più semplice, l'algoritmo di Deutsch.

#### ***"Introduction to Quantum Mechanics"***

Questa attività introduce i concetti chiave della meccanica quantistica e dell'informatica quantistica. L'introduzione è fatta usando una descrizione semplicistica di esperimenti sintetici (l'esperimento di Stern-Gerlach) e lo scopo è quello di rendere la meccanica quantistica il più accessibile possibile senza perdere l'accuratezza scientifica. Gli studenti sono incoraggiati ad abbandonare il modo di pensare classico e passare dalla logica causale a fare previsioni probabilistiche.

L'introduzione alla meccanica quantistica inizia con l'osservazione della proprietà binaria dell'elettrone: lo spin. Utilizzando l'esperimento di Stern-Gerlach, viene mostrato come queste proprietà binarie si





manifestano nelle misurazioni e viene introdotto il concetto di sovrapposizione e di interpretazione probabilistica della meccanica quantistica. Gli studenti imparano anche ad esprimere matematicamente semplici sistemi quantistici usando la cosiddetta notazione di Dirac.

Abbiamo sviluppato l'attività in modo da sviluppare la conoscenza concettuale ed epistemologica cioè

- capire il concetto di vettore e di sovrapposizione di vettori,
- acquisire familiarità con il concetto di vettore di stato,
- acquisire familiarità con le idee di interpretazione probabilistica e di normalizzazione dello stato vettore,
- discuter ed oltrepassare le barriere epistemologiche tra il mondo classico e quantistico,
- realizzare che i problemi di fisica non hanno sempre una soluzione definita.

### Modulo sul sequestro del carbonio

Questa fase del modulo è stata sviluppata in due attività.

Queste due attività conducono gli studenti al ruolo dello scienziato, facendo loro calcolare la quantità di anidride carbonica che è possibile sequestrare attraverso due metodi: rimboschimento e mineralizzazione.

Nell'attività "*Carbon binding in trees*" gli studenti hanno l'opportunità di imparare sul campo come misurare e calcolare il contenuto di carbonio degli alberi. In classe, mettono in relazione queste misurazioni e calcoli con la quantità note di emissioni di carbonio.

I principali punti di apprendimento dell'attività includono:

- come trovare il peso di un albero usando il teorema di Pitagora,
- come usare gli strumenti per misurare il diametro di un tronco,
- come calcolare la massa stazionaria di carbonio contenuta in un campione di foresta dalla biomassa del campione ed estrapolarla in un'area più ampia della foresta,
- mettere in relazione la massa stazionaria del carbonio con la quantità di carbonio vincolante all'anno per la foresta,
- confrontare la quantità di sequestro con le emissioni in base alle varie attività di emissione di CO<sub>2</sub>.

Nell'attività "*carbon sequestration through mineralization*" gli studenti acquisiranno competenze nel calcolo delle quantità teoriche di carbonio che possono essere sequestrate attraverso la mineralizzazione, sulla base di ricerche all'avanguardia nel mondo reale. Prima di questa attività, gli studenti avrebbero già dovuto affrontare la questione focale del cambiamento climatico e del sequestro del carbonio e dopo di essa saranno preparati per attività di bridge, orientate al futuro e di sintesi

### 3.2.3 Attività di ponte (Bridge activities)

In accordo con il principio di progettazione, le attività di ponte devono sfruttare la connessione tra conoscenza scientifica, concettuale ed epistemologica e la pratica con il tema del futuro.

*Raccomandazioni operative:* quando si progetta la propria attività, si tenga a mente che lo scopo principale (epistemologico) è quello di condurre gli studenti a riconoscere che le pratiche epistemiche come la modellizzazione, l'argomentazione, il porsi domande..., tipiche del discorso scientifico, sono strumenti di pensiero che possono essere usati per analizzare, nel presente, molti contesti complessi.

*Esempi da...*





### Modulo sulle intelligenze artificiali

**“Analysis of a complex citizenship context of urban planning”:** quali implicazioni sociali, politiche, economiche, etiche può avere una decisione sull'intelligenza artificiale (AI)? Quali parti interessate, valori, questioni scientifiche, tecnologiche e sociali sono coinvolte in una decisione riguardante l'IA?

Questa attività guida gli studenti a trasformare i concetti scientifici relativi ai sistemi complessi (concetti sviluppati nelle attività 1-1bis-6) in abilità per analizzare in profondità un problema e per aprire al problema del futuro.

Per raggiungere questo scopo, è stata costruita “la città di Ada”, cioè la descrizione di una città inventata il cui sindaco deve affrontare un problema complesso di pianificazione urbana legato allo sviluppo dell'intelligenza artificiale.

Questa attività e le seguenti incoraggiano gli studenti ad analizzare e a riconoscere la complessità di un problema (la molteplicità degli stakeholder coinvolti, i sistemi complessi delle loro relazioni, ...). Inoltre, gli studenti sono guidati a condividere, discutere e negoziare, con i loro compagni di classe, i valori, i sogni, le preoccupazioni e le speranze che caratterizzano, più o meno esplicitamente, la loro analisi di una situazione complessa e il loro processo decisionale.

### Modulo sulla computazione quantistica

**“Back to the Future”**

Questa attività costruisce un ponte dalla storia al futuro nel campo delle ICT. L'obiettivo è quello di mostrare quanto sia stato rapido lo sviluppo tecnologico degli ultimi decenni e che i cambiamenti abbiano avuto ampi effetti sull'intera società. Inoltre, l'attività mostra la difficoltà di fare previsioni e mostra come le ipotesi iniziali possano portare a previsioni errate. Gli studenti sono incoraggiati a considerare i limiti del proprio pensiero e ad ampliare la propria immaginazione sul futuro.

L'attività inizia con l'analisi di un vecchio documentario sulle ICT degli anni '80 e '90 e con l'esplorazione delle previsioni immaginarie del mondo nel 2015 fatte negli anni '80. Vengono discusse le differenze e le somiglianze con il presente e vengono prese in considerazione le loro ragioni.

Abbiamo progettato l'attività in modo che promuova una dinamica circolare per collegare la conoscenza concettuale ed epistemologica.

I principali punti di apprendimento dell'attività includono:

- riconoscere gli impatti multidimensionali dello sviluppo tecnologico sulla società – e l'impatto dello sviluppo sociale sulla tecnologia,
- imparare ad applicare le idee del pensiero sullo scenario creativo nel campo delle ICT,
- capire le sfide di *predicting / forecasting* nel campo delle ICT.
- capire il ruolo delle ipotesi nel fare predizioni,
- allargare l'immaginazione riguardo i future delle ICT,
- cogliere il senso di agency per quanto riguarda lo sviluppo delle ICT ed il futuro degli studenti.

### Modulo su sequestro del carbonio

L'attività consiste in due interviste registrate con scienziati che lavorano su soluzioni alla sfida del cambiamento climatico. Uno scienziato sta lavorando al progetto di ricerca CarbFix sul sequestro del





carbonio attraverso la mineralizzazione (vedere l'attività 3). L'altro scienziato sta lavorando al sequestro del carbonio attraverso il rimboschimento (vedere l'attività 2).

Entrambi questi modelli di ruolo affrontano come sono diventati gli scienziati e come vedono il potenziale per influenzare il futuro in meglio.

Lo scopo di questa attività è consentire agli studenti di relazionarsi personalmente con la ricerca appresa nelle attività precedenti ascoltando direttamente le persone dietro di loro. Gli scienziati rappresentano degli esempi per gli studenti e parlano del potenziale per le carriere STEM di cambiare il sistema climatico.

Questa *exposure activity* serve a collegare tra le due attività di conoscenza epistemologica e concettuale e pratica di indagine le attività orientate al futuro (numeri 5 e 6) mettendo in relazione il contenuto scientifico con le possibilità future.

### 3.2.4 Attività orientate al futuro (Future oriented activities)

In accordo con il principio di progettazione, queste attività guidano gli studenti a trasformare conoscenza concettuale ed epistemologica in *future-scaffolding skills* e competenze.

*Raccomandazioni operazionali:* nella progettazione delle proprie attività, si tenga a mente che le attività dovrebbero: a) passare dall'idea di un futuro unico all'idea della pluralità di futuri; b) trasformare i concetti scientifici come la predizione, la proiezione e lo spazio delle possibilità in abilità per pensare a diversi modi per realizzare possibili scenari futuri e per pensare al proprio futuro desiderabile.

Si tenga anche a mente che il principale obiettivo (epistemologico) è di portare gli studenti a riconoscere che il modello lineare di spiegazione causale della previsione deterministica in qualche modo non funziona in contesti complessi: previsioni accurate sono raramente possibili e, di solito, non necessarie. È anche importante che gli studenti riconoscano che è socialmente, economicamente e personalmente rilevante adottare un modo di pensare in termini di possibilità ed esplorare diversi modi per realizzare possibili futuri (obiettivi sociali / emotivi).

*Ricordare:* la parola **scenario** diventa una parola chiave.

#### Esempi di...

##### Modulo sull'intelligenza artificiale

Questa fase del modulo è stata sviluppata in due attività.

*“Possibili scenari futuri: quali valori, quali questioni scientifiche, tecnologiche, sociali sono coinvolte in ciascuna di esse?”*

L'attività guida gli studenti a trasformare i concetti scientifici di previsione, proiezione, spazio di possibilità, scenari (concetti sviluppati nelle attività 1-7-8) in abilità per pensare a diversi modi per realizzare possibili scenari futuri.

Per raggiungere questo obiettivo, sono stati progettati tre diversi scenari per la città di Ada e gli studenti sono guidati ad analizzarli e discuterli. In particolare, gli studenti sono guidati a confrontare i valori che hanno, a pensare alle loro preferenze e idiosincrasie e a pensare ai possibili eventi, legati alle diverse decisioni o piani di cittadinanza, che potrebbero averli causati.

*“Futuro desiderabile, back-casting e action planning: quali azioni e quali competenze d'azione possono contribuire a realizzare il futuro desiderabile?”*





La prima parte dell'attività è strettamente correlata all'attività sopra e guida gli studenti ad immaginare il loro futuro desiderabile, dove desiderano vivere

### Modulo sulla computazione quantistica

#### *"Basics of creative thinking"*

Questa attività evidenzia l'importanza della creatività nel *futures thinking* e nella *action competence*. Mostra come anche gli esperti lottano per prevedere il futuro e perché i modi di pensare rigidi e formali spesso portano a previsioni sbagliate. L'obiettivo è incoraggiare gli studenti ad usare la propria immaginazione e a mantenere i propri sogni e la propria creatività.

All'inizio dell'attività vengono introdotte le tre componenti della creatività: competenza, motivazione e capacità di pensiero creativo. Vengono discussi i paradossi del lavoro creativo e vengono osservate vecchie previsioni errate. Le previsioni provengono dal campo della tecnologia e collegano l'attività anche allo sviluppo tecnologico. Infine, agli studenti vengono introdotti alcuni *block* e *blockbuster* della creatività e viene chiesto loro di ripensare i propri scenari futuri. Prendendo questa nuova prospettiva più aperta al proprio progetto, possono vedere nuove possibilità nei loro scenari.

I principali punti di apprendimento dell'attività includono:

- identificare i *block* e *blockbuster* della creatività (anche nel modo di pensare);
- riconoscere il ruolo delle ipotesi e dei valori dietro alle predizioni;
- muoversi dall'idea di un singolo futuro all'idea di una pluralità di futuri;
- imparare a osservare come tutto il pensiero (incluso quello scientifico) e le previsioni si basano su previsioni, valori e aspetti culturali.

### Modulo sul sequestro del carbonio

In questa attività, gli studenti colgono le caratteristiche dell'ambiente e della società che compongono il loro mondo e le confrontano nel passato, nel presente e in un futuro desiderabile.

Agli studenti vengono poste domande di intervista da porre ai nonni o ad un'altra persona anziana. Quindi rispondono alle stesse domande su sé stessi. Infine, immaginano quali potrebbero essere le risposte per il loro nipotino teorico in un futuro desiderabile. La discussione guida gli studenti attraverso la creazione di significati riguardo ai tipi di cambiamenti possibili nel giro di poche generazioni.

### 3.2.5. Attività di action competence (Action competence activities)

Secondo il principio di progettazione, le attività guidano gli studenti ad attivare una dinamica di ritorno tra presente e futuro.

*Raccomandazioni operative:* quando si progettano le proprie attività, tenere presente l'importanza di: a) coinvolgere gli studenti nel compito di selezionare e di discutere un problema, determinando come investigarlo e affrontarlo; b) guidare gli studenti ad attivare previsioni e back-casting dinamici tra presente e futuro; c) condurre gli studenti a pianificare azioni che possano contribuire a realizzare uno scenario desiderabile in cui ogni individuo può diventare agente e svolgere un ruolo attivo e responsabile; d) guidare gli studenti ad ampliare la loro immaginazione su possibili future carriere STEM.

Si tenga anche presente che l'obiettivo principale (obiettivo sociale / emotivo) è quello di indurre gli studenti a riconoscere che a) i futuri desiderabili sono principalmente emotivi ed etici piuttosto che cognitivi; b) ogni individuo deve far fronte ai propri valori e desideri, identità, competenze e diverso punto di vista culturale;







c) ogni individuo può diventare agente in una società complessa e, quindi, può svolgere un ruolo attivo e responsabile per creare il proprio futuro.

### Esempi da...

#### Modulo sull'intelligenza artificiali

***“Futuro desiderabile, back-casting e action planning: quali azioni e quali action competence possono contribuire a realizzare il futuro desiderabile?”***

L'attività è focalizzata sul concetto di scenario desiderabile e, attraverso strategie di *action competence*, gli studenti sono guidati a giocare con le previsioni e con la dinamica di back casting tra presente e futuro.

Gli studenti sono guidati a lavorare in gruppo e a pianificare azioni che possono contribuire a realizzare il loro scenario desiderabile e a risolvere, con un'idea originale, quelli che oggi sono sentiti come un problema.

Questa è l'ultima attività del modulo e, alla fine, gli studenti devono presentare la loro storia di successo sotto forma di **attività di back-casting**.

#### Modulo sulla computazione quantistica

***“Future Projects”***

L'attività *future projects* è prevista per l'intero modulo. Le istruzioni vengono fornite agli studenti all'inizio del modulo in modo che possano iniziare subito a pensare ad argomenti e ad applicazioni interessanti. Durante il modulo, gli studenti sono supportati nella realizzazione dei progetti futuri che vengono presentati e commentati alla fine del modulo.

In questa attività, agli studenti viene fornita una panoramica delle fasi dei progetti futuri. Questi costituiranno "la spina dorsale" dell'intero modulo. Successivamente, viene chiesto loro di scegliere un argomento a cui sono interessati. La sua scelta spetta completamente agli studenti, purché comportino problemi di rilevanza sociale / globale. Dopo l'attività, l'insegnante raggrupperà gli studenti in gruppi di circa quattro in base ai loro interessi.

Gli obiettivi di apprendimento dell'attività includono per esempio:

- di focalizzarsi su argomenti che sono rilevanti da un punto di vista personale;
- di iniziare a pensare a visioni personali e professionali del futuro e alla loro relazione;
- di iniziare a realizzare il proprio potenziale nell'agire per cambiare il futuro;
- di iniziare lo sviluppo delle proprietà del proprio futuro.

Gli argomenti scelti dai gruppi di studenti delle prime due sperimentazioni del modulo finlandese includono ad esempio i cambiamenti climatici, l'inquinamento degli oceani (microplastiche), la resistenza agli antibiotici, la crisi delle pensioni, la sicurezza informatica (privacy), la tecnologia genetica e il riciclaggio.

#### Modulo sul carbone sequestrato

In questa attività finale, gli studenti hanno l'opportunità di dimostrare l'abilità che hanno acquisito durante il modulo. Nella prima parte del modulo, hanno rafforzato la loro comprensione sui concetti epistemologici fondamentali relativi al cambiamento climatico e al sequestro del carbonio.



Nella seconda parte del modulo, hanno misurato e calcolato il potenziale per il sequestro del carbonio attraverso la vegetazione e la mineralizzazione. Nell'attività 5 del modulo, hanno iniziato ad apprezzare i tipi di cambiamento che possono avvenire nel corso di poche generazioni e li hanno proiettato nel futuro.

Lo scopo di questa attività è che gli studenti sintetizzino queste nuove conoscenze e competenze e le mettano in relazione con le visioni personali e professionali sul futuro e con il loro ruolo e scopo in futuro.

Innanzitutto, gli studenti identificano un problema rilevante per il modulo su cui sono interessati a lavorare. Gli studenti sono raggruppati in base agli interessi. Lavorano quindi in gruppi per condurre un'analisi di sistemi sulla questione, per valutare il sistema in modo da identificare i punti di leva, quindi progettare una strategia per influenzare il sistema usando questi punti di leva.

Il prodotto finale sono le presentazioni dei gruppi delle loro storie dal futuro (ritrasmesse al presente da un momento futuro) di come hanno ottenuto il successo nel cambiare il sistema e quali ruoli hanno giocato ciascuno nel cambiamento.

Dopo le presentazioni delle loro storie di successo, gli studenti compiono il primo passo dei loro piani strategici, che sono mappe di un futuro desiderabile, subito nel presente.





## Capitolo 4

### Strumenti per monitorare e valutare le implementazioni dei moduli

Oltre agli strumenti utilizzati tradizionalmente (esercizi e questionari) per valutare la comprensione da parte degli studenti dei contenuti scientifici, sono stati progettati ed utilizzati altri strumenti utili per monitorare e valutare le reazioni degli studenti circa gli aspetti più caratteristici dei moduli I SEE.

In particolare si sono progettati strumenti in grado di valutare e monitorare:

- la percezione che gli studenti hanno del futuro all'inizio e poi alla fine del modulo;
- il livello di interesse, apprezzamento e coinvolgimento sugli argomenti di carattere scientifico che sono stati trattati e sulle attività orientate al futuro;
- il livello di consapevolezza circa le diverse dimensioni coinvolte (concettuale, epistemologica, orientata al futuro, *action competence*) e sulle loro possibili connessioni;
- il livello di consapevolezza circa la necessità di sviluppare sia un pensiero concettuale-epistemologico sia un pensiero orientato al futuro.

Di seguito descriviamo alcuni strumenti che abbiamo progettato con una breve descrizione mettendo in evidenza, per ogni tipo di strumento, di che cosa si tratta (cosa è), dove e quando è stato utilizzato o può essere utilizzato, quanto tempo è necessario per la sua somministrazione, quali sono gli obiettivi, qual è la struttura e/o gli esempi di domande.

#### 4.1 Questionario In-progress

**Collegamento ai questionari.** (4 strumenti: [student evaluation questionnaire Summer School](#); [feedback questionnaire 1&2 Finland CQ module](#); [questionnaire future studies Iceland](#); [questionnaire Carbon Sequestration Iceland](#))

Sono state progettate diverse versioni di questa tipologia di strumenti per adattarli allo specifico modulo in cui sono stati usati, ma tutti sono stati costruiti con la stessa filosofia.

<b>Cosa è</b>	Questionario a scelta multipla con alcune domande aperte
<b>Quando e dove lo strumento è stato utilizzato</b>	Il questionario è stato progettato per monitorare giorno dopo giorno l'implementazione del primo modulo ISEE alla scuola estiva (modulo sul cambiamento climatico). Il questionario è stato poi adattato e utilizzato per monitorare altri moduli (modulo sulla computazione quantistica e sul sequestro del carbonio); è stato dato al termine della trattazione di ogni argomento specifico.
<b>Obiettivi</b>	Dare agli studenti l'opportunità ma anche il tempo per ripensare all'argomento e/o alle attività svolte; Aiutare i docenti a migliorare e perfezionare quelle attività in futuro o le attività successive; Aiutare i docenti a valutare cosa gli studenti hanno ricavato dalla loro partecipazione al corso e in quale misura le attività hanno soddisfatto le loro aspettative.
<b>Quanto tempo per la somministrazione</b>	Al massimo 10-15 minuti
<b>Struttura e esempi di domande</b>	Alla fine della discussione di ogni argomento specifico, sono state poste 2 domande a scelta multipla e 2 domande aperte.





	<p>Le domande a scelta multipla si riferiscono principalmente all'aspetto concettuale dell'argomento e sono del tipo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prima di frequentare il corso, quanto avevi familiarità con l'argomento (es. con l'elettronica, temi orientati al futuro ...)?                  Molto                      Abbastanza                      Un po'                      Per nulla</li> <li>.....</li> </ul> <p>Le domande aperte si riferiscono maggiormente al tipo di attività e alla sua utilità per l'apprendimento e sono del tipo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Per le attività che reputi migliori, spiega perché e come queste attività per te sono state efficaci.</li> <li>.....</li> </ul>
--	---

#### 4.2 Protocollo di intervista

Link agli strumenti (3 versions: [interview protocol for climate change and artificial intelligence modules](#), [Icelandic interview protocol for climate change module](#), [Finnish interview protocol for quantum computing module](#)).

Sono state progettate diverse versioni di questo strumento, adattandolo al modulo specifico in cui è stato utilizzato, ma sempre con la stessa filosofia; le domande specifiche possono inoltre essere personalizzate per focalizzarsi sui temi di cui lo studente sembra avere qualcosa di interessante da dire.

<b>Cosa è</b>	Protocollo d'intervista, con riferimento alle diverse dimensioni prese in considerazione nel modulo: concettuale, epistemologica, orientata al futuro, <i>action competence</i> .
<b>Quando e dove lo strumento è stato utilizzato</b>	Gli studenti sono stati intervistati alla fine di ogni modulo, individualmente o in focus group.
<b>Obiettivi</b>	<p><i>Obiettivo generale</i>                  Consentire agli studenti di esprimere liberamente il loro pensiero sugli argomenti trattati nel modulo.</p> <p><i>Obiettivi specifici</i>                  Valutare la consapevolezza degli studenti circa le competenze sviluppate durante il modulo                  Sono monitorate due macro-categorie di competenze.</p> <p>a) competenze legate al ragionamento concettuale-epistemologico, che è la capacità di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- riconoscere le relazioni causali, temporali e logiche nel discorso scientifico;</li> <li>- distinguere tra dettagli disciplinari e quadro complessivo;</li> <li>- riconoscere la scienza come un laboratorio per prepararsi al futuro;</li> </ul> <p>b) competenze legate alla capacità di pensare al futuro, che è la capacità di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- passare dal pensare localmente al pensare globalmente (e viceversa);</li> <li>- passare dal pensare al presente al pensare al futuro (e viceversa);</li> <li>- passare dal pensare al singolo individuo al pensare alla comunità sociale;</li> </ul>





	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pensare in modo creativo per immaginare nuove possibilità e azioni concrete;</li> <li>- bilanciare il bisogno di realizzare i propri desideri e la necessità di tenere i “piedi per terra”;</li> <li>- pensare in modo interdisciplinare.</li> </ul>
<b>Quanto tempo per la somministrazione</b>	Circa 20/30 minuti
<b>Struttura e esempi di domande</b>	<p>Il questionario è costituito da diverse parti - anche se non dichiarate esplicitamente - relative alle diverse dimensioni prese in considerazione nel modulo.</p> <p><i>Consistenza complessiva del modulo</i>          Le domande riguardano la struttura del modulo, le aspettative e il gradimento degli argomenti.          Le domande sono del tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli argomenti sono stati come ti aspettavi?</li> <li>• Il modulo comprendeva attività molto diverse l'una dall'altra. Hai visto collegamenti tra le attività? Se sì quali?</li> <li>• .....</li> </ul> <p><i>Contenuti del modulo</i>          Le domande si riferiscono ai contenuti e mirano a valutare il livello di consapevolezza degli studenti riguardo la costruzione di una loro “impalcatura razionale”.          Le domande sono del tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dopo questo corso potresti spiegare il significato delle parole determinismo e complessità e le loro differenze?</li> <li>• Quali attività sono state importanti in questo senso e perché?</li> <li>• .....</li> </ul> <p><i>Percezione del futuro</i>          Le domande si riferiscono alla capacità di pensare al futuro e mirano ad esplorare il livello di consapevolezza degli studenti nel pensare che la scienza possa essere considerata un laboratorio per prepararsi al futuro...          Le domande sono del tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Che tipo di discussioni si sono attivate nel gruppo per delineare il vostro scenario desiderabile? Hai trovato queste discussioni interessanti? Perché?</li> <li>• Come avete esplorato la ricerca di un'idea creativa in grado di risolvere, in futuro, un problema nel presente?</li> <li>• .....</li> </ul>

### 4.3 Questionario di approvazione del corso

Questo strumento è un esempio di questionario online - progettato dall'Università di Bologna - per sapere in che misura il corso ha soddisfatto le aspettative iniziali degli studenti. Il questionario fornisce un *feedback* non solo al gruppo dei docenti, ma soprattutto alle istituzioni.





<b>Cosa è</b>	Questionario a scelta multipla con alcune caselle per commenti opzionali
<b>Quando e dove lo strumento è stato utilizzato</b>	Alla fine di ogni modulo implementato dal gruppo italiano
<b>Obiettivi</b>	Per raccogliere informazioni su: <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'utilità del corso per riflettere su sé stessi;</li> <li>• l'utilità del corso per orientare le scelte future (scelte di carriera e scelte scolastiche);</li> <li>• il livello di conoscenza richiesto rispetto a quello che ha ciascuno studente;</li> <li>• l'efficacia del corso dal punto di vista relazionale (le relazioni instaurate con il tutor e il gruppo di lavoro);</li> <li>• la valutazione di alcuni aspetti strutturali del corso: efficacia delle attività, chiarezza della presentazione dell'argomento, gestione del tempo.</li> </ul>
<b>Quanto tempo per la somministrazione</b>	Le domande sono a scelta multipla quindi per completare il questionario, non ci vuole molto tempo: circa 10/15 minuti.
<b>Struttura e esempi di domande</b>	Le domande riguardano sia le reazioni personali di ogni studente - il coinvolgimento dal punto di vista dei contenuti (gli argomenti trattati) e dal punto di vista emotivo e relazionale - sia la valutazione dell'efficacia della struttura complessiva del corso. Le domande sono del tipo: Quanto pensi che questo corso ti abbia aiutato a <ul style="list-style-type: none"> <li>• riflettere sulle tue caratteristiche personali (come sei)</li> <li>• riflettere sulle tue capacità (cosa sei in grado di fare)</li> <li>• riflettere sui tuoi interessi (cosa ti piace fare)</li> <li>• capire cosa ti aspetti circa le scelte che farai.</li> </ul> La valutazione è la seguente: 1=per nulla 2=poco 3=abbastanza 4=molto 5=completamente





## Capitolo 5

### Bibliografia ed elenco di risorse aggiuntive

#### 5.1 Bibliografia

- Branchetti, L., Cutler, M., Laherto, A., Levrini, O. Palmgren, E.K., Tasquier, G., Wilson, C. (2018). The I SEE project: An approach to futurize STEM education. *Visions for Sustainability*, 9: 00-00. DOI: 10.13135/2384-8677/2770, ISSN 2384-8677.
- Chinn, C. A. (2018). Modeling, explanation, argumentation, and conceptual change. In Amin, T. G., Levrini, O. (Eds.) (2018). *Converging Perspectives on Conceptual Change: Mapping an Emerging Paradigm in the Learning Sciences*. London & New York: Routledge, 206-226.
- Dirkx, J. M., Mezirow, J., & Cranton, P. (2006). Musings and reflections on the meaning, context, and process of transformative learning: A dialogue between John M. Dirkx and Jack Mezirow. *Journal of Transformative Education*, 4(2), 123-139.
- Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 3-15.
- Hancock, T., Bezold, C. (1994). Possible futures, preferable futures. *Healthcare Forum Journal*, 37(2), 23-29.
- Jensen, B. B., & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163-178.
- Kapon, S., Laherto, A., Levrini, L. (2018). Disciplinary authenticity and personal relevance in school science. *Science Education*, DOI: 10.1002/sce.21458
- Leccardi, C. (2009). *Sociologie del tempo*. Soggetti e tempo nella società dell'accelerazione. Eds: Laterza.
- Mogensen, F., & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new' discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 16(1), 59-74.
- Rosa, H. (2013). *Beschleunigung und Entfremdung - Entwurf einer kritischen Theorie spätmoderner Zeitlichkeit*, Suhrkamp (Eng. Trans: *Acceleration and Alienation - Towards a Critical Theory of Late-Modern Temporality*, 2015).
- Sterling, S. 2010. Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. *Environmental Education Research* 16 (5-6), 511-528.
- Tasquier, G., Levrini, O., & Dillon, J. (2016). Exploring Students' Epistemological Knowledge of Models and Modelling in Science: Results From a Teaching/Learning Experience on Climate Change. *International Journal of Science Education*, 38(4), 539-563.
- Viennot, L. (2006). Teaching rituals and students' intellectual satisfaction. *Physics Education*, 41, 400-408.
- Voros, J. (2003). *A generic foresight process framework*. *Foresight*, 5(3), 10-21.





## 5.2 Risorse aggiuntive

Se si vuole approfondire il modello di insegnamento/apprendimento (modello SSI-TL) che ha ispirato l'approccio I SEE si consiglia di leggere:

Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.

Sadler, T.D., Foulk, J.A. & Friedrichsen, P.J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87. DOI:10.18404/ijemst.55999

Zeidler, D.L. & Sadler, D.L. (2011). An inclusive view of scientific literacy: Core issues and future directions of socioscientific reasoning. In C. Linder, L. Ostman, D.A. Roberts, P. Wickman, G. Erickson, & A. MacKinnon (Eds.), *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction* (pp. 176–192). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.

Se si vuole approfondire l'approccio legato all'action competence per far sì che gli studenti diventino più consapevoli delle decisioni e delle azioni che intraprendono, si consiglia di leggere:

Jensen, B. B., & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163-178.

Mogensen, F., & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new' discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 16(1), 59-74.

Elder, G.H., & Luscher, K. (1995) (Eds.), *Examining lives in context: Perspectives on the ecology of human development* (pp. 101–139). Washington, DC: American Psychological Association.

Se si vuole approfondire quell'apprendimento (apprendimento trasformativo) che promuove l'identità e l'agenzia personale, sociale e professionale degli studenti, si consiglia di leggere:

Dirkx, J. M., Mezirow, J., & Cranton, P. (2006). Musings and reflections on the meaning, context, and process of transformative learning: A dialogue between John M. Dirkx and Jack Mezirow. *Journal of Transformative Education*, 4(2), 123-139.

Sterling, S. 2010. Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. *Environmental Education Research* 16 (5–6), 511–528.

Roth, W.M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88, 263-291.







Se si vogliono approfondire quelle dimensioni della scienza in grado di dare agli studenti un senso di autenticità disciplinare, si consiglia di leggere:

Chinn, C. A. (2018). Modeling, explanation, argumentation, and conceptual change. In Amin, T. G., Levrini, O. (Eds.) (2018). *Converging Perspectives on Conceptual Change: Mapping an Emerging Paradigm in the Learning Sciences*. London & New York: Routledge, 206-226.

Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 3-15.

Kapon, S., Laherto, A., Levrini, L. (2018). Disciplinary authenticity and personal relevance in school science. *Science Education*, DOI: 10.1002/sce.21458

Tasquier, G., Levrini, O., & Dillon, J. (2016). Exploring Students' Epistemological Knowledge of Models and Modelling in Science: Results From a Teaching/Learning Experience on Climate Change. *International Journal of Science Education*, 38(4), 539-563.

Viennot, L. (2006). Teaching rituals and students' intellectual satisfaction. *Physics Education*, 41, 400-408.

Se si vuole approfondire circa le competenze di futuro nell'ambito dell'istruzione STEM, si consiglia di leggere:

Levrini, O., Tasquier, G., Branchetti, L., Barelli E. (under review). Developing future-scaffolding skills through Science Education. Submitted to *International Journal of Science Education (minor revisions)*

Se si vogliono approfondire argomenti che riguardano campi trasversali e che possono essere rilevanti per il futuro degli studenti, sia a livello personale sia professionale e sociale, si consiglia di leggere:

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.

If you want to deepen on "Futures Studies" we recommend you to read:

Voros, J. (2003). *A generic foresight process framework*. *Foresight*, 5(3), 10-21.

Hancock, T., Bezold, C. (1994). Possible futures, preferable futures. *Healthcare Forum Journal*, 37(2), 23-29.

Di interesse sono anche

EP EB395 (2014). Flash Eurobarometer of the European Parliament: European youth in 2014. Analytical synthesis. Brussels: Public Opinion Monitoring Unit of the Directorate-General for Communication.

Eurobarometer (2015). Public opinion on future innovations, science and technology. Aggregate Report, Eurobarometer Qualitative Study, June 2015. Retrieved on June 4, 2018 from: [http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/quali/ql\\_futureofscience\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/quali/ql_futureofscience_en.pdf)

Ministry for Education, Science and Culture (2014). The Icelandic national curriculum guide for compulsory schools - with subjects areas. Reykjavík: Mennta- og menningarmálaráðuneyti.



