

Science and Engineering for Grades 6-12: Investigation and Design at the Center¹

Sintesi e traduzione a cura di Annarita Annunziata, Gruppo di Ricerca in Didattica della Fisica del Dipartimento di Fisica "E. Pancini".

Questo documento fornisce indicazioni per insegnanti di scuola media e superiore, per i dirigenti o per coloro che progettano i curricula scolastici. Fornisce idee e risorse che possono essere utilizzate per aiutare gli studenti a sviluppare curiosità per il mondo naturale e per permettere loro di imparare attraverso la scienza e l'ingegneria a studiare i fenomeni e a progettare soluzioni a problemi che via via si presentano.

Il documento si basa sul report *A Framework for K–12 Science Education*² del 2012 e sulle sue tre dimensioni: pratiche scientifiche e ingegneristiche, idee centrali delle varie discipline scientifiche e concetti trasversali. Si veda il Box S-1 in figura 1 per i dettagli di ogni dimensione.

Permettere ai ragazzi di fare scienza e ingegneria offre loro la preziosa opportunità di approfondire le loro conoscenze in modi che vanno ben oltre la memorizzazione di concetti o la riproduzione di esperienze di laboratorio prescritte. Gli studenti imparano a usare insieme le tre dimensioni per dare un senso al mondo complesso che li circonda in un modo che sia inclusivo e rilevante per la loro vita quotidiana e che li aiuti a diventare adulti in grado di prendere decisioni basate su quanto appreso. Centrare l'istruzione scientifica sull'indagine e la progettazione può migliorare l'istruzione nelle scuole medie e superiori e aiutare gli studenti a imparare a dare un senso ai fenomeni e sviluppare soluzioni.

L'indagine scientifica e la progettazione ingegneristica offrono un veicolo promettente per ancorare l'apprendimento degli studenti in contesti significativi. La ricerca ha dimostrato che la familiarità del contesto, in particolare per quanto riguarda la cultura, attiva la conoscenza precedente e quindi migliora la comprensione.

L'adolescenza rappresenta un periodo di grande mutazione nella vita degli studenti, sperimentano una rapida crescita fisica, uno sviluppo cognitivo e un cambiamento sociale. È un momento in cui, grazie alla scienza e all'ingegneria, potrebbero modellare la loro identità futura come potenziali scienziati o ingegneri. Sfruttare le indagini scientifiche e la progettazione ingegneristica potrebbe consentire loro di sviluppare abilità e interessi che ampliano notevolmente le loro prospettive sulle opportunità e le possibilità di carriera, oltre a fornire una base per prendere decisioni che dipendono dalla comprensione scientifica e tecnologica.

Per imparare è necessario creare connessioni tra concetti e far sì che quanto appreso sia utile in nuovi contesti. Le connessioni tra i concetti si formano e si arricchiscono quando gli studenti interagiscono con il mondo, rispondono ai bisogni umani, prendono decisioni e danno un senso alle nuove esperienze che incontrano. Esempi di connessioni

¹ THE NATIONAL ACADEMIES PRESS (2019)

² K-12 sta per "kindergarten to 12th grade" e indica il periodo scolastico che va dai 5 anni circa fino ai 18-19. Il documento è scaricabile all'indirizzo web: <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts#>

THE THREE DIMENSIONS OF THE FRAMEWORK

1 Scientific and Engineering Practices

1. Asking questions (for science) and defining problems (for engineering)
2. Developing and using models
3. Planning and carrying out investigations
4. Analyzing and interpreting data
5. Using mathematics and computational thinking
6. Constructing explanations (for science) and designing solutions (for engineering)
7. Engaging in argument from evidence
8. Obtaining, evaluating, and communicating information

2 Crosscutting Concepts

1. Patterns
2. Cause and effect: Mechanism and explanation
3. Scale, proportion, and quantity
4. Systems and system models
5. Energy and matter: Flows, cycles, and conservation
6. Structure and function
7. Stability and change

3 Disciplinary Core Ideas

Physical Sciences

PS1: Matter and its interactions

PS2: Motion and stability: Forces and interactions

PS3: Energy

PS4: Waves and their applications in technologies for information transfer

Life Sciences

LS1: From molecules to organisms: Structures and processes

LS2: Ecosystems: Interactions, energy, and dynamics

LS3: Heredity: Inheritance and variation of traits

LS4: Biological evolution: Unity and diversity

Earth and Space Sciences

ESS1: Earth's place in the universe

ESS2: Earth's systems

ESS3: Earth and human activity

Engineering, Technology, and Applications of Science

ETS1: Engineering design

ETS2: Links among engineering, technology, science, and society

Figura 1 Le tre dimensioni individuate dal Framework per l'insegnamento delle scienze.

sono quelle tra nuovi concetti e conoscenze ed esperienze precedenti, quelle episodiche legate a esperienze vissute e alle storie che ascoltano, quelle che consentono di vedere analogie e differenze tra concetti diversi e di mettere in relazione le astrazioni con oggetti ed esperienze concrete. Man mano che gli individui usano le loro conoscenze, tra loro si instaurano più connessioni attraverso interazioni sociali e fisiche con gli altri e il mondo. Quando la conoscenza è organizzata attraverso numerose connessioni significative, si può attingere ad essa per risolvere problemi, prendere decisioni e apprendere di più. Le elaborate reti di concetti collegati sono chiamate schemi e sono importanti per la comprensione, per ricordare e per l'apprendimento. Quando una rete viene attivata, il carico cognitivo risulta inferiore rispetto a una situazione in cui non ci sono legami con conoscenze pregresse, consentendo agli studenti di apprendere di più, apprendere più

rapidamente o risolvere un nuovo problema.

Le azioni sono fondamentali per le indagini. Sperimentare fenomeni e nuove sfide e dar loro un senso attraverso lo sviluppo di modelli, la discussione delle evidenze, la pianificazione e lo svolgimento di un'indagine o la costruzione di una spiegazione basata sull'evidenza sono fondamentali per la scienza e l'ingegneria.

Un'altra considerazione riguarda il modo in cui gli studenti usano le loro percezioni, cosicché possano iniziare a vedere (ascoltare, sentire e annusare) il mondo in modo diverso. Coinvolgere l'apprendimento in varie esperienze multimodali - leggere e scrivere testi, sperimentare fenomeni, usare simulazioni, interpretare grafici - è essenziale per l'apprendimento significativo.

Lavorare con i propri pari o con esperti aiuta le persone ad apprendere nuove idee e abilità che non avrebbero appreso per conto proprio. Gli insegnanti devono incoraggiare gli studenti alla collaborazione, all'ascolto, all'apertura e al rispetto delle idee altrui, così come al loro utilizzo e a fare domande per avere ulteriori informazioni.

La motivazione è un meccanismo chiave per migliorare i risultati di apprendimento degli studenti nella scienza e la ricerca si è concentrata su ciò che gli studenti percepiscono come ostacoli alla motivazione, in particolar modo riguardo la scienza e l'ingegneria. Alcuni studenti sono semplicemente convinti che proprio non possano "fare" scienza o ingegneria.

Esistono numerosi modelli teorici che descrivono come sviluppare e mantenere l'interesse e la motivazione nella scienza e nell'ingegneria e questa maggiore motivazione è collegata ad un aumento dell'apprendimento e dei risultati.

Per la teoria dell'aspettativa/valore la motivazione è una funzione dell'aspettativa di successo e del valore percepito.

La teoria dell'attribuzione spiega perché le persone rispondono in maniera diversa ad una certa esperienza.

La teoria socio-cognitiva si concentra sulle interazioni reciproche tra fattori personali, comportamentali e ambientali e ritiene che la chiave per la motivazione stia nel credere nelle proprie capacità di successo in situazioni specifiche o nello svolgere un compito.

La teoria dell'orientamento agli obiettivi si concentra sul fatto che gli studenti tendano a impegnarsi per padroneggiare i contenuti (obiettivo di padronanza), per fare meglio degli altri (obiettivo di approccio alla prestazione) o per evitare fallimenti (obiettivo di evitamento delle prestazioni). Gli obiettivi di padronanza sono associati all'interesse e all'apprendimento profondo, mentre gli obiettivi di prestazione sono associati a voti migliori. La teoria dell'autodeterminazione esplora i fattori motivazionali intrinseci ed estrinseci. La motivazione intrinseca riguarda quegli studenti che svolgono una particolare attività per un riconoscimento personale, mentre la motivazione estrinseca caratterizza gli studenti che vogliono guadagnare una ricompensa o evitare una punizione. In didattica l'uso della motivazione estrinseca è tuttora in discussione, ma usata in combinazione con quella intrinseca può essere utile per l'apprendimento.

La ricerca ha messo a punto diversi metodi per mantenere e accrescere l'interesse per potenziare efficacemente l'apprendimento durante le attività di indagine scientifica e progettazione ingegneristica. In particolare, le linee guida includono:

1. la scelta o l'autonomia nell'apprendimento; l'opportunità di fare delle scelte aiuta gli studenti ad acquisire un senso di competenza, ma dinanzi a troppe scelte e con poche conoscenze possono sentirsi sopraffatti; gli insegnanti devono essere attenti a strutturare gli ambienti di apprendimento;
2. la promozione della rilevanza personale; per accrescere l'impegno e favorire l'apprendimento è importante che la ricerca scientifica e la progettazione

ingegneristica siano rilevanti per gli studenti.

3. la presentazione di materiale opportunamente stimolante;
4. l'inserimento delle indagini in contesti socialmente e culturalmente appropriati.

Basandosi sull'approccio suggerito dal *Framework*, l'insegnante struttura le lezioni facendo in modo che gli studenti si pongano delle domande e cerchino di costruire delle spiegazioni attraverso l'osservazione e basandosi sulle loro conoscenze ed esperienze precedenti. Sviluppano modelli per le relazioni tra i componenti dei sistemi, e sviluppano argomenti su come le prove raccolte nelle indagini supportino le spiegazioni. Progettano soluzioni che si basano sulla loro comprensione delle relazioni tra i componenti e testano tali soluzioni. Comunicano il ragionamento con se stessi e con gli altri attraverso modelli e argomenti per mostrare come le prove sviluppate supportino la spiegazione e/o la soluzione. Usano manufatti e rappresentazioni che comunicano il ragionamento e rispondono alle idee degli altri mentre si impegnano in un discorso produttivo. Gli studenti collegano l'apprendimento attraverso più contesti riflettendo sul proprio apprendimento e vedendo i collegamenti tra ciò che fanno durante le indagini e progettando esperienze con fenomeni e problemi al di fuori della classe; partecipano a progetti di gruppo e lavorano in modo collaborativo per condividere idee, spiegazioni e pensieri. I libri di testo perdono il loro ruolo centrale diventando una delle tante fonti di informazione a supporto delle spiegazioni. L'insegnante diventa responsabile della scelta dei fenomeni da trattare, fornendo risorse scientificamente accurate, guidando la discussione, tenendo presente come l'indagine scientifica e la progettazione ingegneristica aiutino gli studenti a dare un senso all'universo sfruttando le conoscenze precedenti.

Una componente importante per preparare gli studenti all'indagine scientifica è individuare insieme a loro cosa documenteranno come prove e come terranno traccia di ciò che stanno cercando di capire. In particolare dovrebbero capire come i dati sono costruiti attraverso la misurazione e il campionamento (cosa viene misurato, come quelle misurazioni riflettono il sistema in esame e quando, quanto spesso o dove vengono raccolte le misurazioni). Conoscendo la natura e le caratteristiche dovrebbero riuscire a trarre informazioni sul fenomeno in esame.

Un aspetto centrale è la costruzione di modelli per la spiegazione del fenomeno. Definire un sistema e costruire un modello di tale sistema consente a scienziati e ingegneri di mostrare l'interazione tra i componenti del sistema o tra sistemi che causano quel fenomeno. Gli studenti progettano soluzioni basate sulla comprensione delle relazioni tra i vari componenti e verificano queste soluzioni condividendo i loro ragionamenti con gli altri attraverso manufatti e rappresentazioni e discussioni produttive. È poi importante che colleghino quanto imparato a contesti diversi e che riconoscano le connessioni tra ciò che fanno a scuola attraverso l'indagine e la progettazione e quanto accade al di fuori della classe.

Qual è invece il ruolo dell'insegnante nel coinvolgere gli studenti nell'indagine e nella progettazione? Sicuramente insegnare vuol dire organizzare le lezioni in modo tale da consentire agli studenti di apprendere e non dare semplicemente loro delle informazioni. Gli insegnanti dovrebbero selezionare fenomeni e sfide interessanti, agevolare le connessioni tra idee di base e concetti trasversali, comunicare le aspettative sull'utilizzo di dati ed evidenze, dare agli studenti la possibilità di comunicare i propri ragionamenti, far sì che le classi siano rispettose, accoglienti e inclusive ed evidenziare collegamenti tra argomenti, moduli e corsi. Coinvolgere gli studenti nell'indagine scientifica e nella progettazione ingegneristica può implicare un interesse nell'apprendimento e questo interesse può accrescere la motivazione. Per migliorare

l'apprendimento delle scienze bisogna spostare l'attenzione sul ragionamento circa le cause dei fenomeni e sull'utilizzo delle evidenze a supporto di tale ragionamento. L'indagine e la progettazione possono guidare questo passaggio. Il cambiamento arriva in cinque parti:

1. coinvolgendo gli studenti nelle prestazioni scientifiche e nelle sfide di progettazione ingegneristica durante le quali usano ciascuna delle tre dimensioni per dare un senso ai fenomeni;
2. valorizzando e coltivando la curiosità degli studenti sui fenomeni scientifici e l'interesse ad affrontare bisogni insoddisfatti;
3. sviluppando ambienti di apprendimento culturalmente rilevanti incentrati sullo studente;
4. guidando gli studenti ad usare la scienza come processo per ottenere conoscenze supportate da prove empiriche;
5. facendo in modo che gli studenti ricorrano all'ingegneria per utilizzare le evidenze, così da creare progetti che rispondano alle esigenze sociali e ambientali.

Gli standard ispirati al *Framework* sono coerenti con ciascuno di questi cambiamenti per l'insegnamento e l'apprendimento delle scienze.

L'indagine scientifica e la progettazione ingegneristica si basano su risorse didattiche che guidino gli insegnanti e aiutino gli studenti a capire come usare la scienza e l'ingegneria per dare un senso ai fenomeni e al loro mondo che ci circonda.

Studi rivelano che le risorse didattiche tradizionali saltano da un argomento all'altro, senza aiutare gli studenti a costruire delle idee pezzo per pezzo, a metterle insieme nel tempo e a stabilire connessioni con altre idee e con le proprie esperienze. Nella tabella 1 sono confrontate le caratteristiche chiave delle risorse didattiche tradizionali e quelle previste dal *Framework*.

Un ruolo importante come risorsa didattica e come strumento per facilitare l'apprendimento è quello giocato dalla tecnologia. Può essere utilizzata come fonte di dati, per la loro raccolta e analisi, per la modellazione, per la visualizzazione, per le simulazioni e per le presentazioni. Un esempio di strumento tecnologico particolarmente interessante è fornito da sensori di vario tipo e dai software ad essi collegati, in quanto consentono agli studenti di raccogliere, rappresentare graficamente e visualizzare una grande varietà di dati. In generale la tecnologia informatica ha il potenziale per supportare gli studenti nella conduzione di tutti gli aspetti delle indagini scientifiche. Computer, accesso a Internet altri dispositivi ampiamente disponibili vengono utilizzati in una vasta e diversificata serie di indagini e progettazioni fornendo i mezzi per raccogliere e analizzare rapidamente i dati, condividere i risultati e accedere a ulteriori informazioni.

La progettazione di risorse didattiche di qualità richiede tempo, impegno, intenzione e diversi tipi di esperienza. I materiali didattici sono più efficaci quando vengono sviluppati da team che includono insegnanti ed esperti, ciascuno con le proprie competenze.

Particolarmente importante è la formazione degli insegnanti così che possano distinguere gli scopi e le strutture delle risorse didattiche e selezionarle in maniera coerente. Gli insegnanti hanno uno dei ruoli di maggiore importanza nel sistema educativo ed hanno bisogno di tempo e supporto per imparare a coinvolgere gli studenti nelle indagini e nella progettazione.

Per cambiare il modo di insegnare scienza bisogna apportare cambiamenti nella formazione non solo degli insegnanti che già lavorano a scuola ma anche di coloro che aspirano a diventare insegnanti. L'insegnante deve certamente conoscere i contenuti

Tradizionali	Framework
Dare un senso ai fenomeni e progettare sfide	
<ul style="list-style-type: none"> • Trattamento separato dei contenuti e degli obiettivi; gli insegnanti spiegano e gli studenti applicano le idee; fenomeni utilizzati come esempi per illustrare idee precedentemente insegnate. • Risorse centrate sull'argomento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendere i fenomeni e affrontare le sfide della progettazione. • Guidare e facilitare l'apprendimento tridimensionale. • Rilevanza per la vita degli studenti. • Risorse centrate sull'indagine e sulla progettazione.
Raccogliere e analizzare dati e informazioni	
<ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo dei dati per verificare un principio scientifico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le risorse supportano l'uso dei dati per costruire spiegazioni e sviluppare argomenti a supporto di tali spiegazioni.
Costruire spiegazioni	
<ul style="list-style-type: none"> • Le spiegazioni vengono fornite dall'insegnate o cercate nel libro di testo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le risorse aiutano gli studenti mentre sviluppano argomenti e creano modelli su come le evidenze supportano le spiegazioni o mentre valutano una proposta di progettazione.
Comunicare un ragionamento	
<ul style="list-style-type: none"> • Domande, esercizi e relazioni di laboratorio. • Non si supportano gli studenti nello sviluppare le idee come risorse. • Poca attenzione alla necessità di collegarsi alle esperienze e alle identità degli studenti e di garantire un'equa partecipazione alla discussione in classe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agli studenti vengono offerte molteplici opportunità per costruire modelli o altri artefatti che rappresentino quanto appreso. • Gli insegnanti si avvalgono di valutazioni formative per innescare e interpretare i ragionamenti degli studenti. • Si mira ad una partecipazione equa.
Applicare quando appreso al di fuori della classe	
<ul style="list-style-type: none"> • L'apprendimento è specifico e limitato ai fenomeni o alle sfide presentati nell'unità didattica. • Le lezioni e le unità sono divise in moduli e la logica della sequenza didattica non è chiara agli studenti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vengono chiarite le possibilità di applicare quanto appreso a fenomeni e sfide al di fuori della classe. • Le unità didattiche offrono opportunità di indagine e progettazione coerenti che supportano il dare un senso al mondo naturale e costruito.
Obiettivi di apprendimento	
<p>Sono espressi con verbi generici che si riferiscono alle aspettative di apprendimento di concetti o processi scientifici (ad esempio, identificare, descrivere, spiegare, analizzare) .</p>	<p>Sono espressi come pratiche (ad esempio, sviluppare modelli, analizzare dati, costruire spiegazioni).</p>

Tabella 1 Strategie didattiche tradizionali confrontate con quelle basate sul Framework.

scientifici, ma soprattutto deve aver fatto in prima persona esperienze di indagine e progettazione e deve poter riflettere insieme con i colleghi sui possibili miglioramenti. Le esperienze di apprendimento universitario devono servire da modelli per i futuri insegnanti e consentire loro di sperimentare la ricerca scientifica e la progettazione ingegneristica come studenti. In questo contesto diventa un ruolo chiave anche quello dei dirigenti, per far in modo che queste opportunità siano disponibili e accogliere con favore tali cambiamenti. Inoltre, le conoscenze degli insegnanti sulla pedagogia, sul modo in cui gli studenti apprendono e sui modi per riconoscere e rispettare le loro diverse esigenze

sono importanti quanto la loro conoscenza dei concetti scientifici e ingegneristici. Man mano che il processo di cambiamento viene messo in atto, dovrebbero essere chiariti i seguenti punti:

1. quali corsi/esperienze sono cruciali per gli insegnanti;
2. quali sono i buoni punti di partenza;
3. cosa possono imparare gli insegnanti alle prime armi una volta che sono in classe.

Per quel che riguarda gli spazi per fare scienza e ingegneria, sarebbero ideali dei laboratori flessibili che permettano di realizzare il modello didattico tridimensionale che mette lo studente al centro. Bisognerebbe costruire nuovi spazi o rinnovare quelli esistenti per fornire a tutti gli studenti esperienze di apprendimento scientifico e ingegneristico di qualità. Gli studenti dovrebbero lavorare in piccoli gruppi e dedicarsi a progetti di ingegneria e a indagini scientifiche e necessitano, quindi, di uno spazio dove poter accedere ai materiali e alle attrezzature di cui hanno bisogno, quando ne hanno bisogno. Le aule dovrebbero essere progettate in maniera tale da poter essere facilmente riorganizzate per permettere ai ragazzi di lavorare in gruppo secondo necessità e adattarsi a molteplici approcci didattici. Le postazioni di lavoro dovrebbero avere tutti i materiali necessari per supportare sia il lavoro pratico che di ragionamento e la disposizione dei posti a sedere dovrebbe essere centrata sullo studente invece della tradizionale organizzazione frontale. Sono importanti anche gli spazi di apprendimento all'aperto, vale a dire orti scolastici o altri ambienti naturali a pochi passi dalla scuola ma anche da raggiungere durante una gita. Questi spazi possono essere sfruttati per aumentare l'alfabetizzazione ambientale, sviluppare competenze sociali e incoraggiare la responsabilità, creando un legame tra gli studenti e l'ambiente. Inoltre, la tecnologia e le attrezzature specializzate migliorano notevolmente le esperienze di indagine scientifica e progettazione ingegneristica e migliorano la capacità degli studenti di raccogliere dati significativi e accurati per supportare le spiegazioni dei fenomeni.

Il coinvolgimento di tutti gli studenti nelle indagini e nella progettazione richiede sforzi significativi da parte degli insegnanti e può verificarsi solo se anche i fattori complessi al di fuori della classe supportano il loro lavoro. Le influenze provengono dalle politiche e dalle pratiche a livello scolastico, distrettuale, regionale e nazionale. L'implementazione di questo modello di educazione è influenzata, come detto fin qui, da molti fattori: disponibilità di aule ben equipaggiate con strumenti, tecnologia, attrezzature e forniture; risorse didattiche di alta qualità ed esperienze di apprendimento professionale per gli insegnanti; tempo per preparare e utilizzare le risorse disponibili.

Alcuni aspetti che influenzano ciò che gli studenti incontrano riguardano i programmi di preparazione degli insegnanti, i regolamenti sulla preparazione degli insegnanti, il modo in cui gli insegnanti vengono valutati e i requisiti di certificazione statali e locali. Altri incidono sul contenuto del materiale utilizzato nelle aule, come il curriculum e le risorse didattiche. Anche le politiche di valutazione influenzano ciò che accade in classe. I test standardizzati incidono su ciò che viene percepito come importante e la situazione può complicarsi quando il focus o il formato dei test non si allineano correttamente con l'approccio didattico scelto. Altri fattori importanti da considerare includono il ruolo di genitori, famiglie e comunità che aiutano a modellare l'apprendimento di uno studente.

L'implementazione dell'indagine e della progettazione come punto centrale dei corsi di scienze e ingegneria nelle scuole medie e superiori richiede molti cambiamenti significativi e non dovrebbe avvenire in una sola volta. Un modello di miglioramento potrebbe derivare dall'unione degli sforzi in tre aree specifiche: cultura organizzativa, capacità, politica e gestione. La cultura organizzativa riguarda le aspettative di

collaborazione e riflessione degli educatori e il contesto locale delle norme, delle routine e delle pratiche dei distretti scolastici e scolastici. Gli aspetti chiave di quest'area includono leadership, responsabilità, processo decisionale basato sui dati e collaborazione. Le aspettative, le priorità e il grado di impegno dei dirigenti scolastici e degli insegnanti creano insieme un clima istruttivo che incoraggia o scoraggia particolari approcci pedagogici. La seconda area riguarda la capacità di attuare curricula e strategie e dipende dalle competenze degli educatori. Gli aspetti chiave di quest'area comprendono la familiarità con gli approcci allineati al *Framework*, le risorse didattiche del tipo descritto in precedenza e il fatto che gli educatori siano qualificati e abbiano accesso a esperienze di apprendimento professionale di qualità. Inoltre l'opportunità di collaborare con altri insegnanti e formare comunità di apprendimento professionale per lavorare insieme sull'attuazione e il perfezionamento dell'insegnamento influisce sulla capacità di cambiamento. La politica e la gestione costituiscono l'area che riguarda il finanziamento, le risorse, la programmazione, il personale e l'attribuzione delle responsabilità, compresi il monitoraggio e l'orientamento e include molti degli argomenti precedentemente discussi come spazio, attrezzature, forniture, tempo e programmazione, nonché politiche del personale.

La ricerca può aiutare a comprendere quali sono i modi più efficaci per apprendere attraverso l'indagine scientifica e la progettazione ingegneristica e fornire maggiori informazioni sugli effetti a lungo termine e sulla causalità. Inoltre dovrebbe esaminare l'impatto dei cambiamenti basati sul *Framework*, concentrandosi su ciò che viene attuato, come viene attuato, a quali condizioni si verifica l'implementazione, perché l'implementazione funziona o non funziona e per chi funziona.