



D.E.L.T.A.

Drones:

Experiential Learning and new Training Assets

Intellectual Output 4

MATHEMATICAL PROGRAMME



Condizioni per il riutilizzo:

Licenza Creative Commons Share Alike 4.0



Data di rilascio della versione finale: 19 Luglio 2019

The project is funded by ERASMUS+ Programme of the European Union through INAPP Italian National Agency. The content of this material does not reflect the official opinion of the European Union, the European Commission and National Agencies. Responsibility for the information and views expressed in this material lies entirely with the author(s). Project number: 2016-1-IT01-KA202-005374

Indice

Lista dei partner	3
Introduzione: perché i Droni	4
Capitolo I Il progetto D.E.L.T.A.: obiettivi e struttura	8
Capitolo II Intellectual Output 4: Mathematical Programme	12
II.1 Implementazione del programma di Matematica applicato ai droni	15
II.2 Prodotti fisici della sperimentazione	46
Nota Conclusiva	47

NO.	PARTNER	NOME BREVE	PAESE
P1 - COORDINATORE	CISITA PARMA Scarl	CISITA	Italia
P2	Aerodron Srl	Aerodron	Italia
P3	IIS "A. Ferrari"	Ferrari	Italia
P4 LEADER DI OUTPUT	IISS "A. Berenini"	Berenini	Italia
P5 LEADER DI OUTPUT	IISS "C.E. Gadda"	Gadda	Italia
P6	Centro Público Integrado de Formación Profesional Corona de Aragón	Corona de Aragon	Spagna
P7	Fundación AITIIP	AITIIP	Spagna
P8	Liceul Teoretic de Informatica "Grigore Moisil"	LIIS	Romania
P9	SC Ludor Engineering Srl	LUDOR	Romania
P10	Universidade Portucalense Infante D. Henrique – Cooperativa de Ensino Superior Crl	UPT	Portogallo

Introduzione: Perché i Droni

Alle soglie del 2020, lo scenario UE in fatto di istruzione e formazione professionale evidenzia un divario: da una parte, la forte pressione del mercato del lavoro che è alla costante e crescente ricerca di profili dotati di forti competenze STEM (matematiche, scientifiche, tecniche e ingegneristiche); dall'altra, si riscontra un inadeguato livello di competenze STEM nella popolazione studentesca del ciclo secondario, in cui circa il 22% si trova sotto la media delle capacità e conoscenza rispetto ai propri coetanei europei, con punte del 36% in caso di svantaggio socio-economico. Divario che si amplia ulteriormente se si considera il *gender gap*, dovuto al fatto che un numero ancora insufficiente di ragazze si avvicina alla cultura tecnico-scientifica.

In conseguenza di ciò, mentre il 90% delle posizioni lavorative nei prossimi 10 anni richiederanno competenze STEM, con oltre 7 milioni di posti di lavoro disponibili o in via di creazione in tale ambito, si stima che il disallineamento tra istruzione e mercato del lavoro costi alla UE la mancanza di 825.000 lavoratori qualificati.¹

Per fare fronte a queste criticità, la strategia EU 2020, espressa già nel “Joint Report of the Council and the Commission on the implementation of the strategic framework ET 2020 – New priorities for European Cooperation in Education and Training (2015) punta su un concetto innovativo di istruzione e formazione:

- Si auspica un processo educativo più incentrato sul discente e personalizzato, anche in ottica di superamento della disparità di genere nell'accesso agli ambiti del sapere STEM
- Si scommette sulla tecnologia come strumento in grado di collegare teoria e pratica, materie STEM e oggetti concreti nello spazio fisico, nonché il percorso formativo e il percorso di carriera lavorativa
- Si intende riabilitare e potenziare i percorsi di apprendimento non formali e informali, da affiancare all'apprendimento tradizionale di tipo teorico e frontale
- Si promuove l'apprendimento basato sul lavoro in modalità di project work autogestito dai discenti, come strumento per recuperare e rafforzare la motivazione degli studenti svantaggiati o con basso rendimento scolastico

¹ Fonti: Rapporto Eurydice “Sviluppo delle competenze chiave a scuola e in Europa: sfide e opportunità delle politiche educative”; Rapporto Eurydice Europe “Structural Indicators for monitoring education and training systems in Europe – 2016”, cft Eurostat, sezione “Education & Training”, “Europe 2020 indicators”.

- Si propone un nuovo ruolo per gli insegnanti VET, che diventano facilitatori e mediatori del processo di apprendimento, piuttosto che erogatori di nozioni, anche grazie all'aggiornamento delle metodologie didattiche e pedagogiche

Da questi presupposti è nata l'idea del progetto D.E.L.T.A., che si prefigge di apportare un contributo di innovazione ai percorsi formativi tecnici e professionali a livello europeo, promuovendo l'apprendimento delle discipline curriculari STEM tramite la metodologia del *work based learning*, attraverso l'utilizzo di droni inoffensivi come tecnologia in uso.

Occorre precisare sin da subito che i droni non sono il fine dell'apprendimento, ma il mezzo che permette a studenti del ciclo secondario di affrontare le discipline matematico-scientifiche, spesso percepite ostiche e scoraggianti, attraverso una tecnologia applicabile ad aspetti concreti della vita quotidiana, trasferibile a un contesto di apprendimento partecipativo e collaborativo, in cui gli studenti sono inseriti in una comunità di pratiche in cui si assumono in prima persona la responsabilità e la personalizzazione del proprio percorso di studio.

Secondo MIT Technology Review del 2014 (*10 Breakthrough technologies*) i droni sarebbero diventati una tra le 10 innovazioni tecnologiche con il maggiore impatto sull'economia mondiale, e le previsioni non hanno tardato ad avverarsi. I droni si stanno rivelando strategici per molti scopi inoffensivi e civili: missioni di soccorso dopo eventi catastrofici, come terremoti e trasporto di farmaci salvavita; mappatura degli edifici per l'individuazione dei rischi correlati all'amianto; monitoraggio ambientale per evitare la deforestazione e i rischi idrogeologici; controllo della sicurezza in luoghi pubblici ad alta frequentazione come stazioni, aeroporti, manifestazioni; controllo delle frontiere; monitoraggio del traffico urbano e interurbano; riprese video per attività cinematografiche e documentari; agricoltura di precisione; trasporto e consegna di merci leggere. L'idea che sta alla base del progetto è l'adozione della tecnologia dei droni inoffensivi come mezzo per migliorare le abilità STEM negli studenti VET e per sviluppare abilità tecniche e professionali che li preparino ad entrare più agevolmente nel mercato del lavoro rafforzando la propria occupabilità. La tecnologia dei droni si abbina a molti aspetti presenti nel curriculum STEM europeo, facilmente sfruttabili e trasferibili in termini di costruzione di programmi didattici guidati dagli insegnanti, investiti di un nuovo ruolo di facilitatore dell'apprendimento, portando la teoria alla pratica laboratoriale. L'applicazione della teoria STEM a un oggetto reale aiuterà gli insegnanti a coinvolgere e motivare gli studenti, in particolare quelli con un basso profitto e/o con bisogni

speciali e difficoltà di apprendimento. Di fatto, si ritiene che gli studenti dell'IFP siano maggiormente inclini ad apprendere concetti teorici attraverso attività pratiche piuttosto che attraverso metodi di insegnamento tradizionali in cui l'insegnante spiega solo concetti e assegna compiti ed esercitazioni.

Sulla base di programmi didattici STEM elaborati dal corpo docente in ottica teacher-led, gli studenti hanno cooperato in una comunità di pratiche inserita in un contesto di apprendimento situato che simula il work-place, per studiare, smontare e costruire droni inoffensivi o parti di essi, secondo una logica di apprendimento basato sul lavoro.

Ciò è stato possibile grazie alla cooperazione strategica attuata in seno al partenariato, costituito in base ai seguenti criteri:

a) Per tipologia di partner

Lato Education

- Coordinatore Cisisa Parma, ente di formazione con competenze di progettazione di percorsi formativi e di apprendimento
- 5 scuole VET selezionate da 3 Paesi EU (Italia, Romania, Spagna), dotate di curriculum tecnico-professionale informatico, elettronico, meccanico-ingegneristico, scientifico
- 1 Università (Universidade Portucalense, Portogallo) dotata di dipartimento di Scienze Informatiche e di ricercatori in ambito di tecnologie digitali per l'apprendimento situato

Lato Business

- 1 azienda esperta nello sviluppo di applicazioni digitali per l'utilizzo dei droni in ambito civile e industriale (Italia)
- 1 studio di ingegneria esperto di soluzioni per l'automotive, nonché di sviluppo di applicazioni ingegneristiche a scopo di apprendimento (Romania)
- 1 centro di ricerca esperto in applicazioni tecnologiche sulle materie plastiche, ingegneristiche e dell'automotive, anche in ambito aeronautico (Spagna)

b) Per abbinamento su base territoriale e per logica di "filiera industriale":

sono stati costituiti gruppi di lavoro a livello nazionale, per facilitare la collaborazione grazie alla continuità regionale e linguistica.

In particolare, sono stati identificati i seguenti nodi nevralgici:

Italia

1 ente di formazione con competenze di progettazione di percorsi formativi e di apprendimento (Coordinatore Cisita Parma)

3 scuole VET localizzate Regione Emilia Romagna specializzate nelle discipline ingegneristiche ed elettroniche

1 azienda esperta di applicazioni per l'industria dei droni

Romania

1 scuola VET specializzata in informatica e programmazione

1 azienda esperta di applicazioni tecnologiche, ingegneristiche e digitali

Spagna

1 scuola VET specializzata in chimica industriale, discipline ingegneristiche e dell'automotive

1 centro di ricerca esperto in applicazioni tecnologiche sulle materie plastiche, ingegneristiche e dell'automotive, anche in ambito aeronautico

Capitolo I. Il progetto D.E.L.T.A.: obiettivi e struttura

Sulla base di quanto discusso, il progetto D.E.L.T.A. si è posto i seguenti **obiettivi** fondamentali:

- Contrastare fenomeni di abbandono scolastico e demotivazione degli studenti, attuando strategie didattiche che favoriscano l'acquisizione delle discipline STEM secondo un approccio esperienziale e pratico più adatto allo stile di apprendimento degli studenti VET
- Familiarizzare gli studenti VET con la tecnologia dei droni inoffensivi, quale pretesto per l'applicazione pratica di linguaggi formali matematico-scientifici tradizionalmente insegnati con un approccio teorico
- Creare ambienti di apprendimento in situazione, grazie alla co-progettazione, da parte di istituti educativi e delle imprese, di un setting di apprendimento work-based, organizzato secondo la logica di produzione / industrializzazione di un drone
- Rafforzare le competenze professionali e l'occupabilità in uscita degli studenti VET
- Aggiornare e rafforzare le competenze e le metodologie didattiche dei docenti e formatori VET, attraverso la piena integrazione degli strumenti tecnologici, applicazioni digitali e loro potenzialità

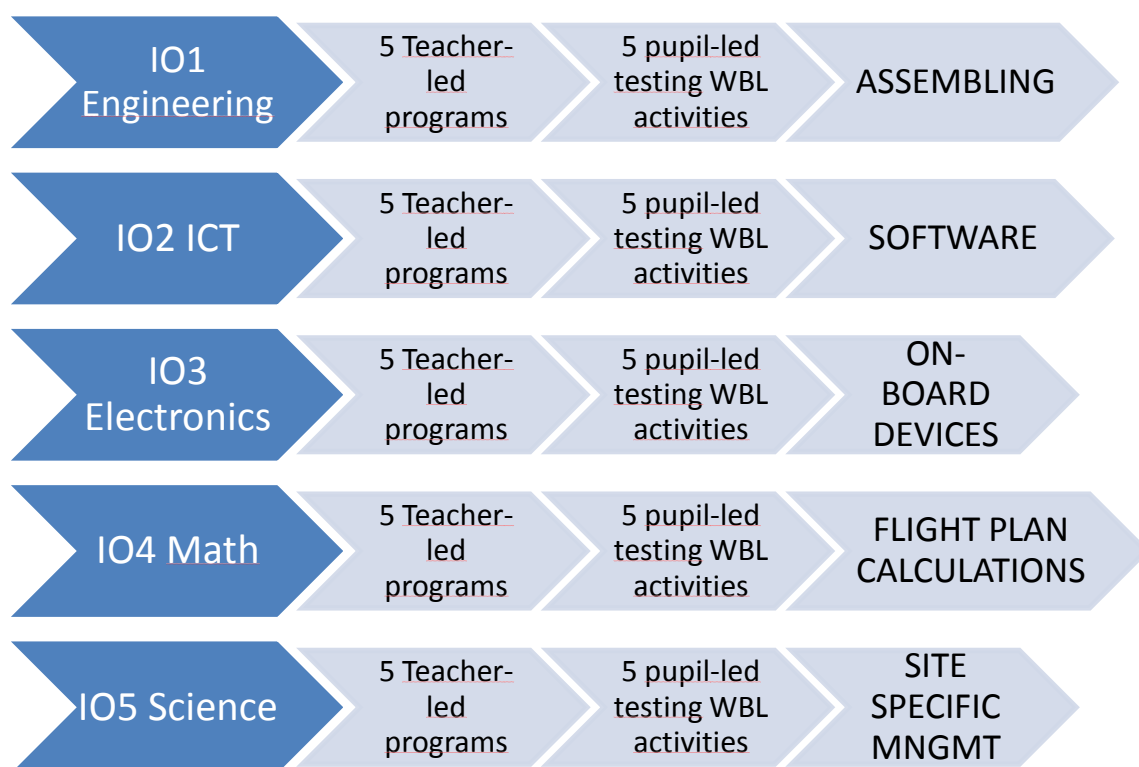


Figura 1 - Struttura generale del progetto D.E.L.T.A.

La struttura generale del progetto D.E.L.T.A. ha previsto di procedere secondo la logica propria dell'industrializzazione di un drone inoffensivo, individuata in fase di co-progettazione operativa grazie alla sinergia tra istituzioni educative e formative da una parte (P1 Coordinatore + P10 Università di Porto), e dall'altra i partner business oriented con speciale riferimento a P2 Aerodron in virtù delle competenze specifiche di settore.

In produzione, infatti, un drone inoffensivo deve essere:

- 1) Progettato, prodotto e assemblato
- 2) Configurato dal punto di vista del software, determinando le condizioni per lo studio e il trattamento dei dati a terra
- 3) Configurato dal punto di vista elettronico, identificando e realizzando i dispositivi da installare a bordo
- 4) Programmato per seguire la corretta traiettoria dei piani di volo
- 5) Programmato per svolgere una missione identificata secondo un'applicazione utile a scopo civile e/o industriale.

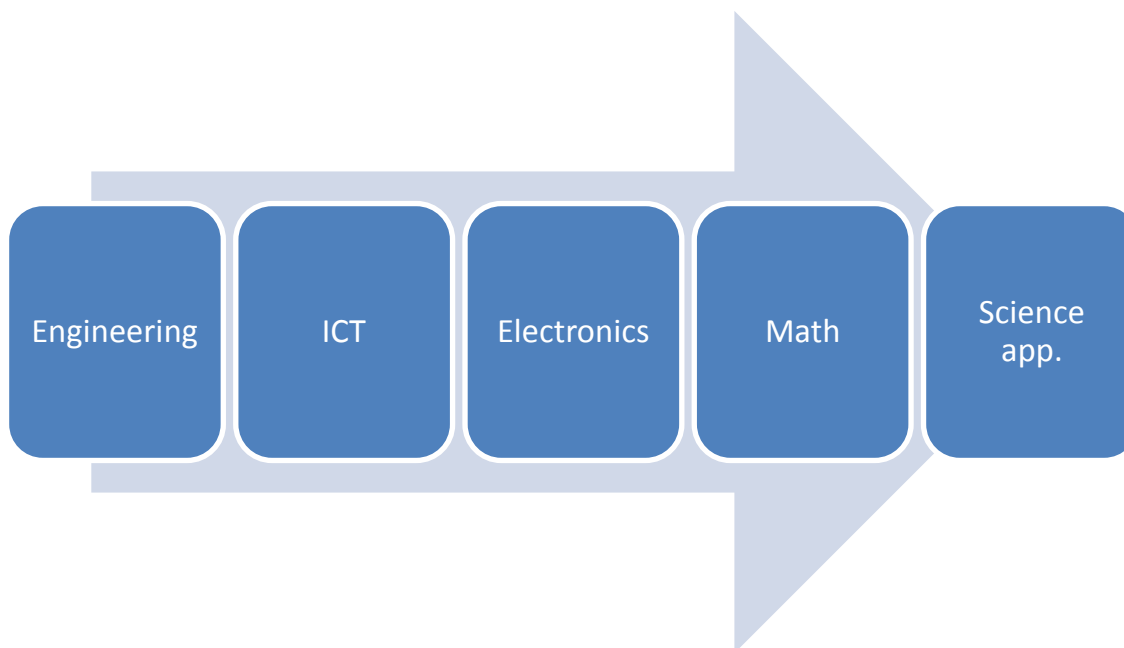


Figura 2 – Il processo di industrializzazione di un drone inoffensivo

Ciascuna di queste fasi è agevolmente attuabile in un contesto di apprendimento in situazione, organizzato attraverso la metodologia didattica del work based learning in ottica di project work pupil-led, basato sulla risoluzione collettiva e laboratoriale di un problema concreto.

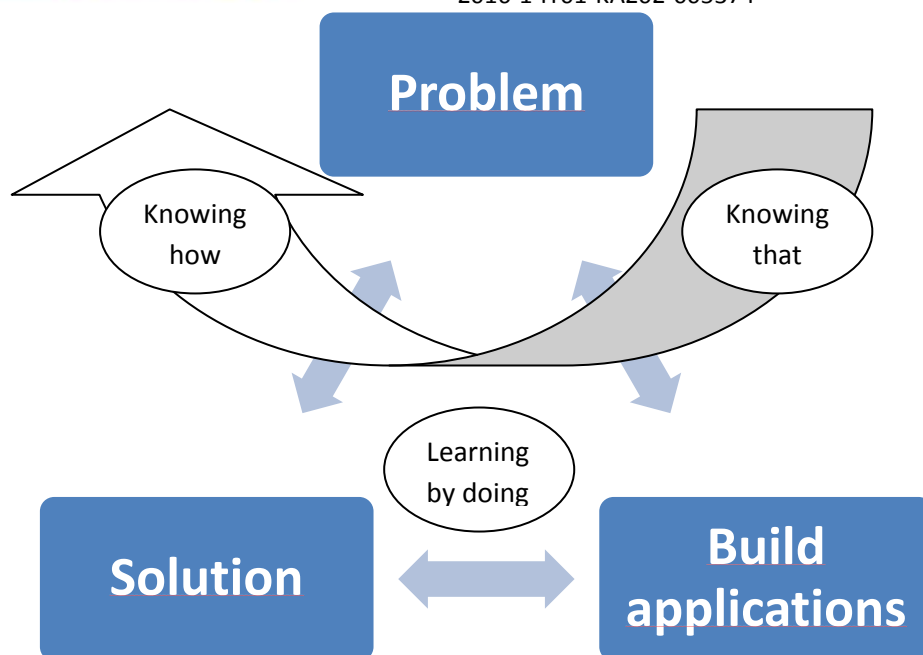


Figura 3 – Schema di applicazione della metodologia didattica del Work Based Learning

Gli studenti, organizzati in gruppi di lavoro che identificano una nascente comunità di pratiche in apprendistato cognitivo, si confrontano con un problema concreto da risolvere, legato alla costruzione o studio di un drone inoffensivo o sue componenti. Immediatamente devono attivare conoscenze pregresse legate al proprio sapere informale o non formale, oltre che ai linguaggi formali appresi nel contesto educativo istituzionale, cooperando per identificare applicazioni, strategie e tecniche per ottenere la soluzione al problema affrontato. In questo modo passano dal “sapere che/ cosa” al “sapere come” un fenomeno accade o si manifesta.

Ciascuna fase del processo di industrializzazione del drone si presta a molteplici modalità di impiego all’interno del curriculum educativo VET, poiché richiede lo studio e la padronanza dei linguaggi formali matematico-scientifici, sia la predisposizione di un ambiente di apprendimento che simula l’organizzazione socio-tecnica del work-place.

Attraverso le fasi del progetto D.E.L.T.A., grazie alla logica interdisciplinare di approccio, gli studenti VET hanno potuto sviluppare:

- a) Competenze professionalizzanti relative a tecnologie chiave dell’era digitale, quali l’informatica per l’elaborazione a terra dei dati raccolti dal drone in volo (IO2) e l’elettronica per l’assemblaggio a bordo velivolo di telecamere, componenti di sensoristica (visione multi-spettro, termica, di “sense & avoid” per l’interazione in volo) e per la geolocalizzazione (IO3);

- b) Competenze curriculari STEM: l'engineering per la progettazione, produzione e manutenzione di droni inoffensivi (IO1); la matematica, attraverso la trigonometria per l'impostazione del piano di volo, e la modellazione 3D attraverso la nuvola di punti per i calcoli volumetrici e il telerilevamento (IO4); le scienze fisiche e naturali per contestualizzare i problemi affrontabili grazie alla tecnologia in uso - come l'agricoltura di precisione, il monitoraggio ambientale e idrologico (IO5).

Capitolo II. Intellectual Output 4 – Mathematical Programme

L'Output consiste in un set disponibile per il riuso, rilasciato in modalità OER (Open Educational Resource), di sperimentazioni didattiche relative alle operazioni di **predisposizione del piano di volo e di sistemi per la gestione delle fasi di atterraggio di un drone**, includendo anche attività di calcolo per decollo, guida a distanza, controllo rotta, organizzate secondo la logica dell'apprendimento basato sul lavoro in un contesto di simulazione del reparto produttivo aziendale.

Le attività dell'Intellectual Output si sostanziano in un programma didattico teacher-led, afferente alle **materie di area matematica teorica e applicata**, per lo svolgimento del curricolo scolastico disciplinare in modalità work-based. Il programma prefigura le condizioni per la replicabilità della sperimentazione e per l'organizzazione pedagogica del work-based-learning setting, in modo che risulti il più possibile autogestito dagli studenti in modalità project work pupil led. Parte integrante dell'Output sono gli oggetti fisici e i prodotti della sperimentazione, documentati tramite video e foto dell'ambiente di apprendimento situato.

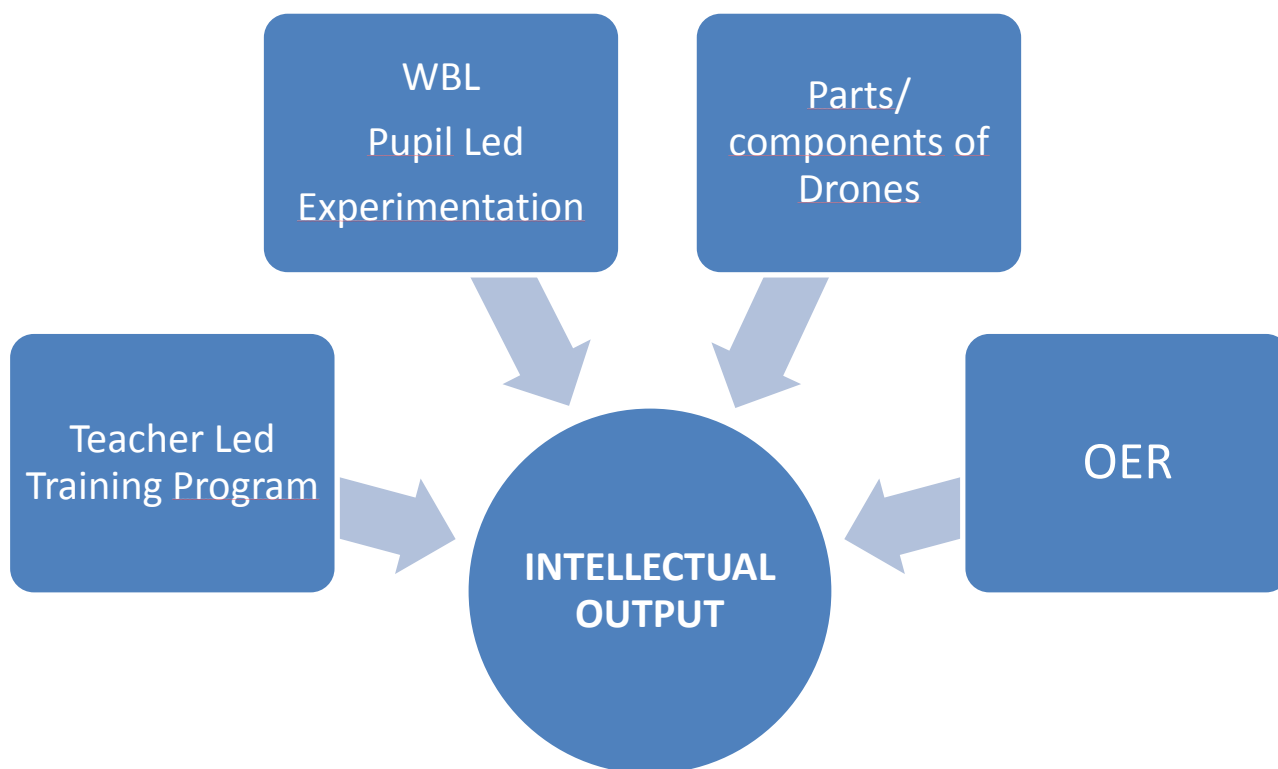


Figura 4 - Struttura dell'Intellectual Output

Intellectual Output 4 si sostanzia in tre distinte **fasi operative: Design – Test – Release**, ciascuna identificata in base ai gruppi target chiave, agli ambienti didattici e pedagogici organizzati, alle tecnologie adottate e alle attività effettivamente svolte. Leader di Output 4 è identificato in P5 IISS C.E. Gadda di Fornovo-Langhirano (PR), in virtù della specializzazione del team leader Prof. Luciano Amadasi, titolare della cattedra di Matematica, laureato in Fisica, con 30 anni di esperienza di insegnamento e didattica.

Fase	Che Cosa	Chi
Fase 1. DESIGN	1.1 Definizione degli Obbiettivi di Apprendimento 1.2 Progettazione del Programma di Docenza 1.3 Progettazione didattica della sperimentazione	Il Leading Partner P8 insieme a P1 definisce le linee guida per l'identificazione degli obiettivi di apprendimento Tutte le scuole identificano gli Obbiettivi di apprendimento e pianificano le sperimentazioni I Business Partners supportano le scuole nella Progettazione e creazione del work-based setting
Fase 2. TESTING	2.1 Testing 2.2 Monitoring & feedback	Tutte le scuole con il supporto dei business partners
Fase 3. RELEASE	3.1 Fine tuning del Programma di Docenza per la validazione e replicabilità 3.2 Rilascio in forma di OER	Tutte le scuole partner

L'impostazione teorica e l'impianto metodologico che regge la sperimentazione didattica dell'Intellectual Output trova il proprio modello scientifico nella **teoria dell'Ambito di Attività di Yrjö Engeström** (1987). Secondo questo modello, il discente nel proprio percorso di apprendimento si confronta con oggetti fisici (il drone in questo caso) e tecnologie (informatiche e applicativi digitali per IO2) che rappresentano gli strumenti per la risoluzione di un problema pratico che l'ambito di attività propone. La soluzione, il nuovo oggetto o la nuova tecnologia in

esito rappresenta il risultato dell'attività stessa. Tuttavia in questo processo di apprendimento il discente non è mai da solo, ma nell'ambito di attività si trova inserito in una comunità di pratiche, in cui convivono altri discenti al medesimo livello, con cui può scambiare conoscenze e competenze secondo un rapporto peer-to-peer, nonché formatori e docenti che svolgono una funzione di scaffolding supportando e facilitando il processo di acquisizione di competenze. In tale comunità di pratiche esistono regole esplicite e convenzioni di comportamento tacite, relazioni strutturate gerarchicamente o più fluide, in base alla condivisione di responsabilità, mansioni e al presidio di medesime o differenti tecnologie. Per questo motivo si può affermare che nella parte superiore dello schema dell'ambito di attività, che rappresenta la parte tangibile e visibile della pratica svolta, emergono le cosiddette "hard skills" o competenze tecniche, mentre nella parte inferiore, sommersa e meno visibile ma dalla forte influenza su tutti gli attori coinvolti, trovano posto le cosiddette "soft skills" o competenze relazionali.

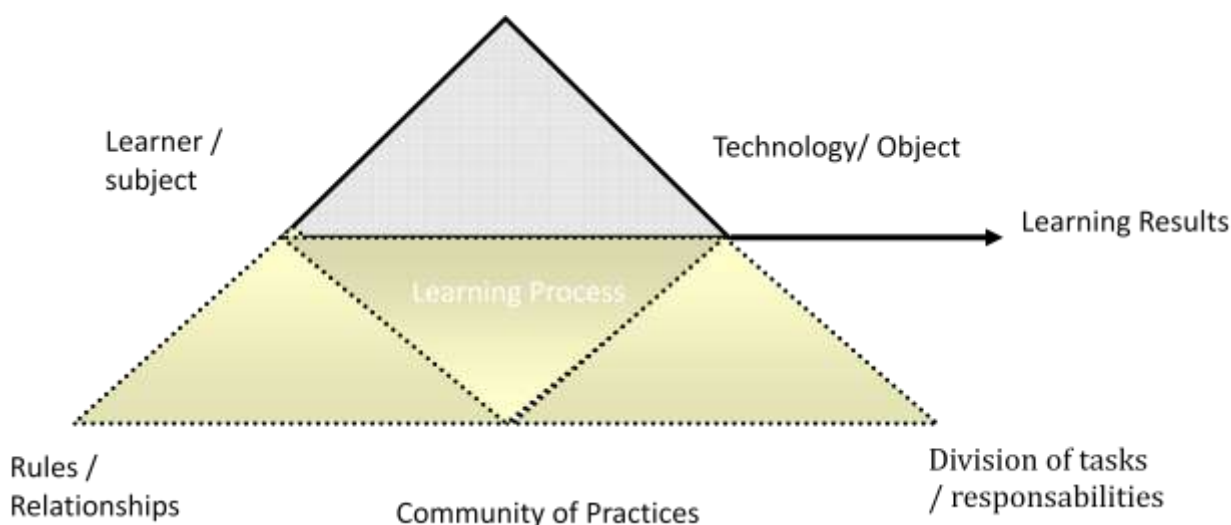


Figura 5 - Rappresentazione grafica della teoria dell'Ambito di Attività di Y. Engestrom

I gruppi target coinvolti nell'ambito di attività superano i tradizionali confini della classe scolastica, perché coinvolgono più attori a vari livelli di responsabilità e operatività:

- Gruppo target 1: studenti VET, di norma frequentanti il triennio superiore del ciclo secondario, iscritti a corsi di meccanica, manutenzione e assistenza tecnica, elettronica e automazione, informatica e programmazione. Si è previsto il coinvolgimento di un intero gruppo classe per ogni scuola (circa 20/30 alunni) oppure si è costituito un gruppo di

apprendimento interdisciplinare proveniente da classi diverse. Una parte significativa del gruppo discendente è stata selezionata in base a condizione di maggior svantaggio socio-economico e rischio di emarginazione scolastica per il basso rendimento o motivazione.

- Gruppo target 2: docenti e formatori VET con incarichi di insegnamento di tecnologie e progettazione meccanica ed impiantistica elettronica. Si sono inoltre coinvolti docenti responsabili della programmazione del curriculum scolastico, nonché i responsabili delle attività di work-placement e di stage curriculare presso le aziende del territorio. Presso ogni scuola VET partner si è costituito, all'interno del corpo docente, un gruppo di lavoro specificamente dedicato al presidio delle attività del progetto D.E.L.T.A.
- Gruppo target 3: imprenditori e tecnici delle aziende partner, in cui si è costituito un gruppo di lavoro composto da esperti di applicazioni legate ai droni, di soluzioni ingegneristiche e di automotive, nonché da tutor aziendali responsabili dell'accoglienza degli studenti in formazione durante percorsi di stage curricolari, o responsabili del recruiting di nuova forza lavoro

II.1 Implementazione del programma di MATEMATICA applicata ai droni

Verranno di seguito presentate sinteticamente le attività di ciascuna delle 5 scuole VET partecipanti, illustrando obiettivi, contenuti e struttura delle sperimentazioni. Si forniranno informazioni sull'organizzazione pedagogica dell'ambiente di apprendimento work-based, il target di alunni coinvolto, la durata nonché alcune indicazioni sugli obiettivi curricolari raggiunti o non raggiunti.

LEADER DI OUTPUT

P5 IISS "C.E. Gadda", Fornovo T. – Langhirano (Parma), Italia

<http://www.itsosgadda.it/>

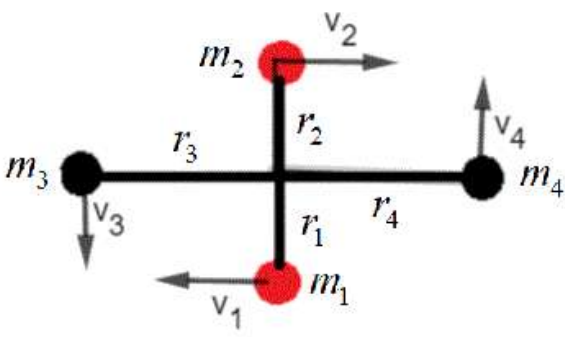
Si tratta di scuola con due sedi distaccate, dotate sia di indirizzi di studio VET (Tecnico Informatico, Tecnico Economico e diploma professionale in Manutenzione e Assistenza Tecnica) sia liceali (Scientifico opzione Scienze Applicate, sia quadriennale sia quinquennale).

Entrambe le sedi distaccate hanno lavorato sul progetto, in modo complementare l'una all'altra. Leader di Output 4 è identificato in P5 IISS C.E. Gadda di Fornovo-Langhirano (PR), in virtù della

specializzazione del team leader Prof. Luciano Amadasi, titolare della cattedra di Matematica, laureato in Fisica, con 30 anni di esperienza di insegnamento e didattica.

P5 Gadda, ha suggerito alle altre scuole partner una serie di approcci differenti per la trattazione della materia curriculare della Matematica applicata ai droni. Ogni approccio è stato pensato per essere integrato e sfruttato con la logica del work –based-learning, con diversi gradi di difficoltà, complessità degli aspetti teorici o tecnologie pratiche a seconda degli studenti target che ogni Istituto intende coinvolgere.

#Approccio 1

<p>Tema:</p> <p>la tecnologia dei droni e la conservazione del momento angolare</p> <p>grado di approccio</p> <p>WBL: ↔</p>	<p>Partendo dal teorema della conservazione della fisica classica, è possibile introdurre un argomento matematico piuttosto semplice: l'equazione di primo grado o un trattamento più complesso del problema legato al vettore.</p> <p>Si consideri il modello seguente: una singola elica collegata a una cornice simmetrica; $m_{1,2}$ sono le masse di ciascuna pala collocate nel centro di gravità corrispondente; $v_{1,2}$ i vettori di velocità delle pale;</p> <p>allo stesso modo $m_{3,4}$ e $v_{3,4}$ sono le masse e i vettori di velocità delle estremità del telaio.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Trattamento più semplice:</p>
---	--

	$P_{\text{starting}} = 0$ $P_{\text{final}} = -m_1 v_1 r_1 - m_2 v_2 r_2 + m_3 v_3 r_3 + m_4 v_4 r_4$ <p>Trattamento del vettore:</p> $\vec{P}_{\text{starting}} = 0$ $\vec{P}_{\text{final}} = \sum m_i \vec{r}_i \times \vec{v}_i$ <p>Dalla legge di conservazione: $P_{\text{final}} = P_{\text{starting}} \dots$</p> <p>Da questo semplice calcolo è possibile calcolare $v_{3,4}$ e capire il motivo per cui la maggior parte dei droni ha un numero di coppie di eliche.</p> <p>L'impossibilità di un drone ad elica singola si presenta in modo naturale.</p> <p>Un argomento interessante, anche se non facile, è il funzionamento di un drone con numero dispari di eliche.</p>
--	--

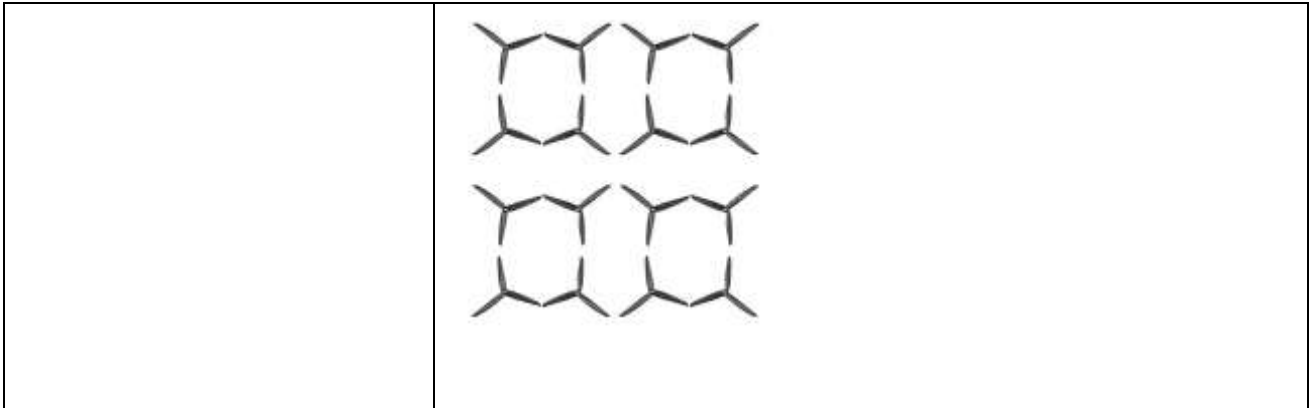
#Approccio 2:

Tema: Diagnostica relativa alla tecnologia dei droni Argomento teorico	La probabilità di ottenere il perfetto funzionamento di un singolo componente di un sistema in funzione del tempo è definita Affidabilità. Secondo la legge di distribuzione di Poisson: $R(t) = e^{-\lambda t}$ dove t è il tempo di funzionamento e λ è la probabilità di guasto. La probabilità di guasto di un componente della funzione t è: $P(t) = 1 - R(t)$ (eventi complementari). L'affidabilità del set completo di eliche di un n-cottero purché il guasto
--	--

	<p>di uno solo di essi provochi la rottura dell'intero sistema (sistema non ridondante) è:</p> $R(t) = e^{-n\lambda t}$ <p>Oppure, in caso di componenti essenziali differenti:</p> $R(t) = e^{-\sum \lambda_i t}$ <p>Un sistema in cui l'errore di un componente non causa la sua completa rottura è definito ridondante. L'affidabilità di un sistema ridondante (in cui la rottura avviene solo quando ogni componente non funziona) è:</p> $R(t) = 1 - \prod(1 - e^{-\lambda_i t})$
--	---

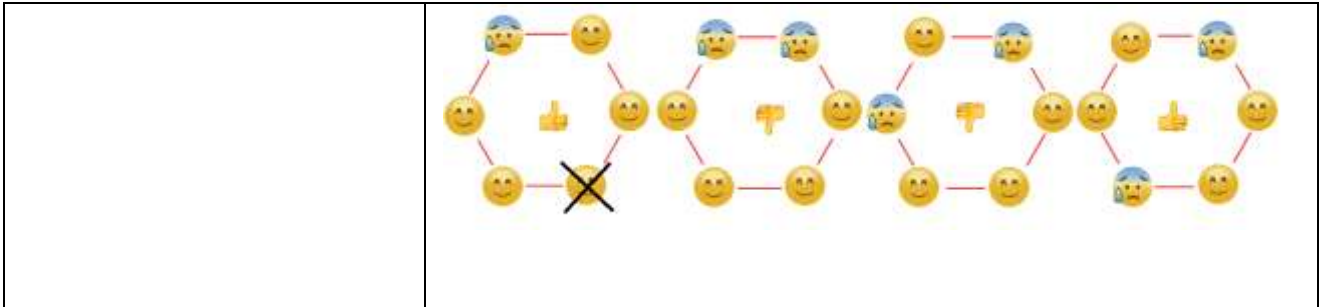
Approccio 3

Tema	COMPUTAZIONE DIRETTA DELLA PROBABILITA' DI GUASTO UN MOTORE BRUSHLESS
Diagnostica relativa alla tecnologia dei droni	<ul style="list-style-type: none"> - Preparare una serie di eliche con un sistema automatico di funzionamento continuo on / off. -Identificare il tempo di funzionamento di ciascun motore.
Esempio n 1	<ul style="list-style-type: none"> - Computazione della probabilità di guasto λ
grado di approccio WBL: ↑	Documentazione https://sciencing.com/calculate-failure-rates-6403358.html



Approccio #4


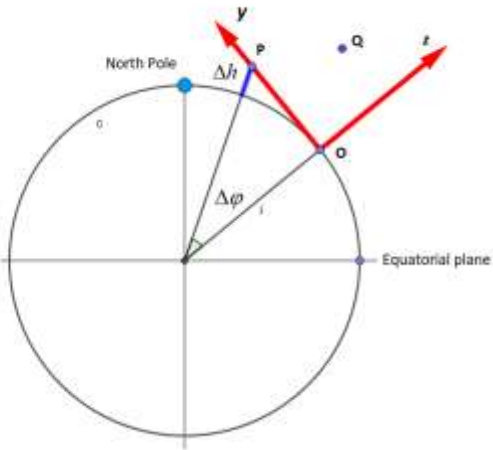
<p>Tema</p> <p>Diagnostica relativa alla tecnologia dei droni</p> <p>Esempio n 2</p> <p>grado di approccio WBL: ↓</p>	<p>LA FUNZIONE ESPONENZIALE</p> <p>Partendo dalla legge fondamentale $R(t) = e^{-\lambda t}$ è possibile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigare la funzione esponenziale (funzione plot, monotonia, $R(0)$, $\lim R(t)$, significato concreto di ciascun punto). - Computare l'affidabilità e la probabilità di guasto del set di eliche di un n-cottero. - Computare il tempo di funzionamento del set di eliche di un n-cottero in cui sussiste la legge $R(t) \geq \alpha$ (equazioni esponenziali e disequazioni). <p>Un altro problema interessante, sebbene non facile, può essere il seguente:</p> <p>Calcolare la funzione di affidabilità dell'insieme di eliche di un esacottero a condizione che la rottura del sistema si verifichi con il guasto di due eliche come mostrato di seguito o con il fallimento di più di due eliche (teoria della probabilità, calcolo combinatorio ...).</p>
---	---



Approccio # 5

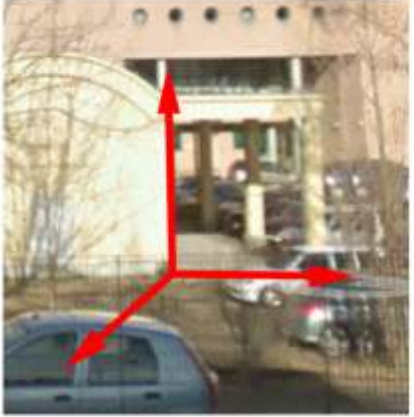
<p>Tema:</p> <p>GPS & WGS84</p> <p>Argomento teorico</p>	<p>GEOLOCALIZZAZIONE</p> <p>Prerequisiti: Coordinate cartesiane tridimensionali. Teoria delle sezioni coniche Trigonometria</p> <p>Significato degli acronimi: GPS ↔ Global Positioning System, WGS84 ↔ World Geodetic System.</p> <div data-bbox="502 1265 1436 1769"> <p> $\overline{OE} = a =$ semi-major axis $\angle PFA = \varphi =$ geodetic latitude $\angle BOA = \lambda =$ geodetic longitude N and S = poles $\overline{ON} = b =$ semi-minor axis $\angle POA = \psi =$ geocentric latitude $OP = r =$ radius vector FP normal to ellipsoid at P </p> </div> <p>©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.</p>
--	---

Approccio #6

<p>Tema:</p> <p>GPS and WGS84</p> <p>Esempio 1</p> <p>grado di approccio WBL:</p> <p>↑</p>	<p>CONVERTIRE COORDINATE LOCALI IN COORDINATE GPS – Approssimazione</p> <ul style="list-style-type: none"> Stabilire una struttura tridimensionale XYZ nel cortile o nella palestra della scuola secondo i seguenti criteri: <p>$x \rightarrow$ Est, $y \rightarrow$ Nord, $z \rightarrow$ direzione locale “in alto”</p> <ul style="list-style-type: none"> Approssimazione dell’ellissoide a una sfera identificata nello spazio locale <p>–Selezionare un insieme di punti nello spazio circostante</p> <p>–Convertire le coordinate locali dei punti in coordinate GPS</p> <p>–Verificare la correttezza dei calcoli per mezzo di uno smartphone</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
--	---

Approccio #7

<p>Tema:</p> <p>GPS & WGS84</p> <p>Esempio 2</p> <p>grado di</p> <p>di</p>	<p>CONVERTIRE COORDINATE LOCALI IN COORDINATE GPS – Metodo esatto</p> <ul style="list-style-type: none"> Stabilire una struttura tridimensionale XYZ nel cortile o nella palestra della scuola secondo i seguenti criteri: <p>$x \rightarrow$ Est, $y \rightarrow$ Nord, $z \rightarrow$ direzione locale “in alto”</p> <ul style="list-style-type: none"> Approssimazione dell’ellissoide a una sfera identificata nello spazio
--	---

<p>approccio WBL: ↑</p>	<p>locale</p> <ul style="list-style-type: none"> -Selezionare un insieme di punti nello spazio circostante -Convertire le coordinate locali dei punti in coordinate GPS -Verificare la correttezza dei calcoli per mezzo di uno smartphone <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> $\begin{bmatrix} e \\ n \\ h \end{bmatrix} = \mathbf{R}(\varphi, \omega) \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} = \mathbf{R}^{-1}(\varphi, \omega) \begin{bmatrix} e \\ n \\ h \end{bmatrix}$ $\mathbf{R}^T(\varphi, \omega) = \begin{bmatrix} -\text{sen } \omega & -\text{sen } \varphi \cos \omega & \cos \varphi \cos \omega \\ \cos \omega & -\text{sen } \varphi \text{sen } \omega & \cos \varphi \text{sen } \omega \\ 0 & \cos \varphi & \text{sen } \varphi \end{bmatrix}$ </div> <div style="flex: 1; border: 1px solid green; padding: 5px;"> $\begin{aligned} X &= X_0 + \Delta X \\ Y &= Y_0 + \Delta Y \\ Z &= Z_0 + \Delta Z \end{aligned}$ </div> <div style="flex: 1; text-align: center;"> $\mathbf{R}^{-1}(\varphi, \omega) = \mathbf{R}^T(\varphi, \omega)$ </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>
-------------------------	---

Approccio #8

<p>Tema:</p> <p>GPS and WGS84</p> <p>Example 3</p> <p>WBL content: ↑</p>	<p>TRAIETTORIE & FUNZIONI</p> <p>Precondizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Convertire le coordinate (vedere esempio precedente). - Theoria delle funzioni <p>Fare volare il drone lungo alcune specifiche traiettorie matematiche.</p> <p>Esemoio:</p> $\begin{aligned} x(t) &= t && \text{(linea retta)} \\ y(t) &= 0 \\ z(t) &= t + 1 \end{aligned}$
--	---

$$x(t) = 0 \quad (\text{onda sinusoidale})$$

$$y(t) = t$$

$$z(t) = 2 + \sin(t)$$

$$x(t) = t + q \quad (\text{su una superficie piana})$$

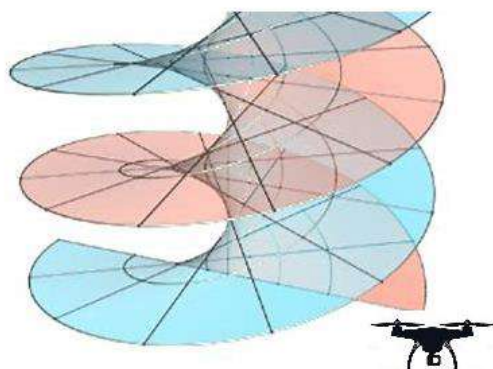
$$y(t) = t - q$$

$$z(t) = 2t + 3$$

$$x(t) = r \cos t$$

$$y(t) = r \sin t \quad (\text{linea elicoidale})$$

$$z(t) = \alpha t$$



A partire da queste possibilità il team della sede di Forno ha scelto di lavorare sugli approcci 5-6-7, applicando un grado di complessità teorica e di integrazione work-based via via crescente mano a mano aumentava la familiarizzazione degli studenti coinvolti con la tecnologia dei droni. Il tema prescelto dal team della sede di Forno è stata la **pianificazione dell'orbita di un drone secondo curve nello spazio tridimensionale**, accompagnata da operazioni di **geolocalizzazione GPS**.

Il setting di apprendimento del work based learning (sede di Forno) è documentato con un video autoprodotta, disponibile pubblicamente sul **canale YouTube ufficiale del Progetto D.E.L.T.A.** al seguente indirizzo <https://www.youtube.com/watch?v=TA8XUf1SOL4>

Il team della sede di Langhirano ha invece puntato sull'approccio 3, computando il tasso di probabilità di guasto di uno dei motori brushless dell' n-cottero grazie ad attività ad alta componente di apprendimento basato sul lavoro.

Il setting di apprendimento del work based learning (sede di Langhirano) è documentato con un video autoprodotta, disponibile pubblicamente sul **canale YouTube ufficiale del Progetto D.E.L.T.A.** al seguente indirizzo <https://www.youtube.com/watch?v=9MWA61weoYg>

Alunni coinvolti:

Sede di Fornovo: n 15 studenti del Liceo Scientifico Opzione Scienze Applicate

Sede di Langhirano: n 15 studenti dell'indirizzo professionale in Manutenzione e Assistenza Tecnica

Durata della fase di progettazione: circa 20 ore

Durata della fase di sperimentazione: circa 30 ore

Obiettivi di apprendimento:

Gli obiettivi di apprendimento sono stati scelti nell'ambito dei programmi curriculari delle discipline STEM) relative agli indirizzi Liceo Scientifico Opzione Scienze Applicate e Istituto Professionale Manutenzione e Assistenza Tecnica. Per ciascuna materia si forniscono indicazioni relative alla modalità di erogazione didattica (lezione frontale, laboratorio, WBL).

Principali criticità nell'apprendimento di: - matematica curricolare - matematica applicata -altre discipline STEM (Scienze, Informatica)	Matematica Applicare le conoscenze teoriche a situazioni reali.
	Scienze: Abituarsi ad utilizzare le potenzialità che la tecnologia moderna offre per lo studio e dell'ambiente terrestre.
	Informatica: Abituarsi ad utilizzare programmi che abbiano una valenza applicativa direttamente verificabile.

Prerequisiti di ingresso	Per Matematica: calcolo algebrico, goniometria, geometria analitica del piano, coniche.
	Per Scienze: concetti base relativi alla superficie terrestre.
	Per Informatica: basi della programmazione imperativa in linguaggio C.
Obbiettivi di apprendimento curricolari	<p>Per Matematica:</p> <p>Studiare il sistema di geolocalizzazione GPS (WPS84);</p> <p>Applicare le conoscenze di geometria analitica e di trigonometria al caso concreto delle coordinate spaziali di punti del nostro pianeta;</p> <p>Trasformare le coordinate di un sistema di riferimento locale in coordinate GPS;</p> <p>Pianificare il volo del drone in modo che la traiettoria segua una curva di data equazione.</p>
	<p>Per Scienze:</p> <p>esercitazione con Google Earth per la geolocalizzazione</p>
	<p>Per informatica:</p> <p>Trasformare le coordinate da un sistema di riferimento locale al sistema WPS84.</p> <p>Generare un file .doc (wp) con le coordinate dei punti di una data curva.</p> <p>Verificare che il drone voli secondo almeno una curva prestabilita.</p>
Obbiettivi di apprendimento extracurricolari	<p>Per Matematica:</p> <p>Elementi di geometria analitica dello spazio tridimensionale, quadriche, curve in R^3, calcolo matriciale.</p> <p>Per Informatica: impostazione di un calcolo matriciale, programmazione di traiettorie.</p>

Organizzazione dell'ambiente di apprendimento secondo l'approccio del work-based-learning

Materia e Durata del Modulo	Modalità di Erogazione	Contenuti	Organizzazione del Work – based learning setting
<p>Matematica</p> <p>20 ore</p>	<p>Lezione Frontale 30%</p> <p>Modalità laboratoriale organizzata secondo l'approccio Work based learning (70%)</p>	<p>Studio del sistema di geolocalizzazione GPS (WPS84). Trattazione della geometria analitica nello spazio tridimensionale finalizzato alla pianificazione della traiettoria di un drone.</p> <p>Applicazione delle conoscenze di geometria analitica e di trigonometria al caso concreto delle coordinate spaziali di punti dello spazio tridimensionale terrestre.</p> <p>Curve parametriche nello spazio tridimensionale e traiettorie.</p>	<p>Il progetto è stato realizzato fornendo agli alunni un insieme di schede di lavoro in ognuna delle quali veniva posto un problema del quale sono state fornite indicazioni essenziali, con simulazioni mediante l'applicazione gratuita per lo studio della matematica GEOGEBRA.</p> <p>Ogni scheda è stata realizzata lavorando in gruppo o talvolta individualmente.</p> <p>La verifica conclusiva è stata svolta individualmente, ad ogni alunno è stata consentita la consultazione delle sole proprie schede di lavoro.</p>
<p>Informatica</p> <p>10 ore</p>	<p>Lavoro di gruppo 100% organizzata secondo l'approccio Work based learning</p>	<p>Programmazione in linguaggio C++</p>	<p>Nel laboratorio di informatica alcuni alunni hanno realizzato un programma in C++ consistente nella pianificazione del volo di un drone secondo una spezzata con vertici su di un'elicoide.</p> <p>Approfondimento sul meccanismo di volo del drone</p>

I ruoli di scaffolding dell'apprendimento situato:

a. Figure di scaffolding individuate all'interno dello staff scolastico e relative professionalità:

<p>Docente di Elettronica</p> <p><i>Ingegnere, docente STEM di classe impegnata nella sperimentazione.</i></p>	<p>Insegnante di laboratorio di elettronica</p> <p><i>Docente STEM di classe impegnata nella sperimentazione.</i></p>	<p>Docente di Tecnologie Meccaniche</p> <p><i>Ingegnere, docente STEM di classe impegnata nella sperimentazione.</i></p>
<p>Docente di Manutenzione e Assistenza Tecnica.</p> <p><i>Ingegnere, docente STEM di classe impegnata nella sperimentazione.</i></p>	<p>Insegnante di Laboratorio tecnologico</p> <p><i>Docente STEM di classe impegnata nella sperimentazione</i></p>	<p>Docente di Diritto</p> <p><i>Si occupa degli aspetti normativi della navigazione di SAPR</i></p>
<p>Docente di Disegno CAD</p> <p><i>Docente di grafica esperto in CAD e stampante 3D</i></p>	<p>Docente Matematica</p> <p><i>Docente STEM di classe impegnata nella sperimentazione. Segue l'intera sperimentazione.</i></p>	<p>Docente di Informatica e applicazioni tecnologiche e sistemistiche</p> <p><i>Docente STEM di classe impegnata nella sperimentazione.</i></p>

b. Figure di scaffolding individuate al di fuori del contesto scolastico:

-professionisti del business partner P2 Aerodron di Parma, in virtù delle seguenti professionalità e competenze tecniche

<p>Fondatore e titolare di AERODRON. Ingegnere elettronico, pilota.</p>	<p>Responsabile commerciale e dei progetti legati alla pubblica amministrazione. Esperto in innovazione tecnologica.</p>	<p>2 piloti esperti di UAV, dotati di abilitazione riconosciuta da ENAC. 1 pilota è anche geologo ed esperto di fotogrammetria e applicazioni digitali</p>
---	--	---

P3 IIS "A. Ferrari", Maranello (Modena), Italia

<https://www.ipsiaferrari.mo.it/>

Si tratta di un istituto VET originariamente fondato da Enzo Ferrari come centro di formazione per i tecnici della rinomata casa automobilistica, e successivamente trasformato in Istituto Professionale Statale. Attualmente annovera 3 indirizzi professionali per il diploma quinquennale (Autoriparazione, Manutenzione dei Mezzi di trasporto, Manutenzione e Assistenza Tecnica) e 1 indirizzo per il diploma tecnico (Trasporto e Logistica, Articolazione Costruzione del Mezzo).

Il team di P3 Ferrari ha scelto di estendere il programma già iniziato durante l'Intellectual Output 2 e 3 di progetto, dedicato agli aspetti di infrastruttura IT ed elettronica del drone, in cui è stata svolta la configurazione e programmazione di base del drone. Partendo dai parametri di base impostati durante IO2, e del circuito elettronico del motore collaudato in IO3, nel corso di IO4 il team ha scelto di fornire agli studenti VET competenze di padronanza dei linguaggi formali matematici che permettessero di svolgere calcoli teorici per il dimensionamento dei multirotori. Il modulo è stato intitolato "La Matematica che mi piace", allo scopo di motivare i discenti dell'Istituto Professionale, in genere poco inclini allo studio teorico di concetti astratti, alla comprensione dell'utilizzo pratico del sapere matematico. A scopo di creare una didattica più coinvolgente, gli studenti sono stati invitati a scaricare sui propri dispositivi mobile la app gratuita Matematica $f(x)$, che permette di disegnare grafici a partire dall'equazione di una linea retta.

Il setting di apprendimento del work based learning è documentato con un video autoprodotta, disponibile pubblicamente sul **canale YouTube ufficiale del Progetto D.E.L.T.A.** al seguente indirizzo <https://www.youtube.com/watch?v=1PumGwos1pc>

Alunni coinvolti:

Circa 30 studenti che hanno costituito un gruppo di lavoro interclasse come parte delle attività di alternanza scuola lavoro, provenienti dagli indirizzi professionali in "Manutenzione e Assistenza Tecnica" e "Manutenzione dei Mezzi di Trasporto".

Durata della fase di progettazione: circa 12 ore

Durata della fase di sperimentazione: circa 36 ore

Obiettivi di apprendimento

Gli obiettivi di apprendimento primari sono stati definiti in base al profilo di competenze in uscita che i diplomati presso l'istituto "IIS A. Ferrari" maturano: al termine del percorso quinquennale gli studenti devono raggiungere risultati di apprendimento relativi al profilo educativo, culturale e professionale. Nello specifico, sono in grado di padroneggiare l'uso di strumenti tecnologici con particolare attenzione alla sicurezza nei luoghi di vita e di lavoro, alla tutela della persona, dell'ambiente e del territorio; devono utilizzare strategie orientate al risultato, al lavoro per obiettivi e alla necessità di assumere responsabilità nel rispetto dell'etica e della deontologia professionale. Gli studenti sono in grado di padroneggiare gli elementi fondamentali del problema facendo osservazioni pertinenti a quanto proposto utilizzando un appropriato linguaggio tecnico. Gli studenti devono inoltre cooperare nel lavoro di gruppo e rapportarsi in modo costruttivo con i docenti, il gruppo dei pari e gli attori che partecipano alla comunità di apprendimento, organizzando al contempo il proprio lavoro, gestire il materiale e esprimere giudizi di merito sul proprio operato.

Obiettivi di apprendimento curricolari:

Conoscenze

Connettivi e calcolo degli enunciati. Ipotesi e tesi. Il principio d'induzione. Insieme dei numeri reali. Unità immaginaria e numeri complessi. Strutture degli insiemi numerici. Il numero π . Teoremi dei seni e del coseno. Potenza n-esima di un binomio. Funzioni polinomiali; funzioni razionali e irrazionali; funzione modulo; funzioni esponenziali e logaritmiche; funzioni periodiche. Le coniche: definizioni come luoghi geometrici e loro rappresentazione nel piano cartesiano. Funzioni di due variabili. Continuità e limite di una funzione.

Abilità

Dimostrare una proposizione a partire da altre. Ricavare e applicare le formule per la somma dei primi n termini di una progressione aritmetica o geometrica. Applicare la trigonometria alla risoluzione di problemi riguardanti i triangoli. Calcolare limiti di successioni e funzioni. Calcolare derivate di funzioni. Analizzare esempi di funzioni discontinue o non derivabili in qualche punto. Rappresentare in un piano cartesiano e studiare le funzioni $f(x) = a/x$, $f(x) = ax$, $f(x) = \log x$. Descrivere le proprietà qualitative di una funzione e costruirne il grafico.

Obiettivi di apprendimento extracurricolari:

L'obiettivo generale è quello di formare degli studenti pronti ad avvalersi delle capacità acquisite durante il corso in modo professionalizzante. Il corso è volto all'acquisizione di capacità pratiche immediatamente applicabili sul campo.

Conoscenze

Calcoli teorici dimensionamento multirotori con software e applicazioni mobile dedicati

Capacità

Assemblaggio, Manutenzione, Riprese aeree e Fotogrammetria con Droni Civili; Sistema di terminazione forzata del volo; Bilanciare le eliche.

Dal punto di vista delle abilità comportamentali:

Adattare il proprio stile di comunicazione a quello dell'interlocutore; Ascoltare e comprendere il punto di vista dell'altro; Aumentare la consapevolezza della struttura dei processi comunicativi e gestirne i contenuti; Comunicare all'interno del gruppo: gestire conflitti e costruire consensi; Sviluppare capacità di sintesi: comunicare in modo conciso; Saper comunicare ed ascoltare in modo attivo e coinvolgente, relazionarsi in modo efficace, un vantaggio competitivo personale e professionale.

Organizzazione dell'ambiente di apprendimento secondo l'approccio del work-based-learning

Materie scolastiche	Programma didattico svolto	Obiettivi di apprendimento effettivamente raggiunti per ciascun modulo	Modalità didattiche utilizzate e loro percentuale Strumenti	Organizzazione del <u>Work – based learning setting</u>
Matematica	Modulo 1 (12 ore): - Ipotesi e tesi - Gruppi di numeri reali; - Il numero π ; - Teoremi di seno e coseno; - Funzioni periodiche - Le coniche: definizioni geometriche e rappresentazione del	Essere in grado di applicare le formule; Essere in grado di riconoscere i grafici	<i>Lezioni frontali 40 %</i> <i>Attività di laboratorio 20 %</i> <i>Lavori di gruppo (pupil led) 20 %</i> <i>Studio individuale 20 %</i>	Aula multimediale dotata di attrezzature informatiche

	diagramma cartesiano Modulo 2 (12 ore) - Funzioni polinomiali; - Funzioni razionali e irrazionali; - Funzione del modulo; - Funzioni esponenziali e logaritmiche; Modulo 3 (12 ore) Funzioni di due variabili; Continuità e limiti di una funzione		Laptop; Cellulare dotato di app per lo studio della matematica	
--	---	--	---	--

I ruoli di scaffolding dell'apprendimento situato:

a. Figure di scaffolding individuate all'interno dello staff scolastico e relative professionalità:

Nell'istruzione professionale, lo scaffolding è sempre stata un'importante tecnica didattica, rafforzata dal ruolo degli ITP (Insegnanti Tecnico Pratici), docenti di sostegno ed educatori. In particolare rispetto al progetto D.E.L.T.A. le figure di scaffolding hanno avuto lo scopo di:

- valorizzare l'esperienza e le conoscenze degli alunni
- attuare interventi adeguati nei riguardi delle diversità
- favorire l'esplorazione e la scoperta
- incoraggiare l'apprendimento collaborativo
- promuovere la consapevolezza del proprio modo di apprendere
- realizzare attività didattiche in forma di laboratorio.

L'insegnante non determina meccanicamente l'apprendimento. Il docente e materiali che propone diventano risorse all'interno di un processo in cui l'apprendimento avviene in molti modi complessi.

La pedagogia del progetto si è rivelata una pratica educativa in grado di coinvolgere gli studenti nel lavorare intorno a un compito condiviso che abbia una sua rilevanza, non solo all'interno dell'attività scolastica, bensì anche fuori di essa. Lavorare per progetti induce la conoscenza di una metodologia di lavoro di grande rilievo sul piano dell'agire, la sensibilità verso di essa e la capacità di utilizzarla in vari contesti. Il progetto D.E.L.T.A., infatti, è stato e può essere un fattore di motivazione, in quanto ciò che viene appreso in questo contesto prende immediatamente, agli occhi degli studenti, la figura di strumenti per comprendere la realtà e agire su di essa.

b. Figure di scaffolding individuate al di fuori del contesto scolastico:

1. Professionisti del business partner P2 Aerodron di Parma, in virtù delle seguenti professionalità e competenze tecniche

Fondatore e titolare di AERODRON. Ingegnere elettronico, pilota.	Responsabile commerciale e dei progetti legati alla pubblica amministrazione. Esperto in innovazione tecnologica.	2 piloti esperti di UAV, dotati di abilitazione riconosciuta da ENAC. 1 pilota è anche geologo ed esperto di fotogrammetria e applicazioni digitali
---	--	--

P4 IISS "A. Berenini", Fidenza (Parma), Italia

<https://www.istitutoberenini.gov.it>

Si tratta di istituto dotato sia di indirizzi di studio VET (Tecnico Meccanico, Tecnico Elettronico/Automazione, Tecnico Chimico) sia liceale (Scientifico opzione Scienze Applicate).

Il team di progetto ha deciso di coinvolgere nella sperimentazione circa 20/25 alunni dell'indirizzo VET in Elettronica/Automazione, che unisce anche competenze di progettazione meccanica alle conoscenze relative a circuiti ed impianti elettronici e schede Arduino.

P4 Berenini ha deciso di puntare sui calcoli matematici da svolgere per la determinazione della posizione nello spazio tridimensionale di un oggetto (persone o il drone stesso) a partire dall'analisi di immagini in 2D, scattate grazie al drone.

Le competenze matematiche allenate grazie a questo programma sono:

- Equazione di una retta
- i sistemi di equazioni
- competenze di computazione grazie all'utilizzo di un foglio di calcolo

Il setting di apprendimento del work based learning è documentato con un video autoprodotta, disponibile pubblicamente sul **canale YouTube ufficiale del Progetto D.E.L.T.A.** al seguente indirizzo <https://www.youtube.com/watch?v=7a9Wn4KtnmU>

Alunni coinvolti:

n 20 studenti dell'indirizzo Tecnico Elettronico e dell'Automazione (classe IV)

Durata della fase di progettazione: circa 8 ore

Durata della fase di sperimentazione: circa 20 ore

Obiettivi di apprendimento:

L'unità di apprendimento si è articolata in 3 distinte fasi:

- 1) Stimolo. Coinvolgimento degli alunni nell'utilizzo di un drone (DJI Spark) dotato di sensori per il rilevamento umano e dei comandi impartiti con semplici gesti delle mani e del corpo, tecnologia che rende possibile comandarlo e gestirne il volo senza flight controller
- 2) Applicazione pratica: Telemetria. Grazie all'utilizzo del Software PIX4D è possibile pianificare il volo di un drone, scattando fotografie che, processate, possono restituire immagini in 3D e mappe termiche.
- 3) Studio matematico su come calcolare le coordinate di un oggetto nello spazio tridimensionale partendo da due diverse immagini bidimensionali coordinate, attraverso il calcolo di equazioni di due rette che convergono in un punto.

Criticità nella didattica della matematica, prerequisiti di ingresso e obiettivi di apprendimento:

Principali criticità nell'apprendimento della matematica curricolare	Mancanza di capacità di astrazione; Difficoltà nella risoluzione delle equazioni; Difficoltà nell'affrontare problemi di geometria analitica e trigonometrici
Prerequisiti di ingresso	Conoscenze di base della geometria euclidea
Obiettivi di apprendimento curricolari	Geometria analitica (studio della retta); Trigonometria (uso della triangolazione per il calcolo delle distanze); Capacità di affrontare problemi di geometria analitica comprendenti le rette
Obiettivi di apprendimento extracurricolari	Utilizzare la trigonometria per applicazioni pratiche; Comprensione delle relazioni lineari tra grandezze fisiche; Fondamenti di ottica
Collegamenti interdisciplinari	Relazioni lineari: meccanica, fisica, elettronica, sistemi

Organizzazione dell'ambiente di apprendimento secondo l'approccio del work-based-learning

Materie scolastiche	Programma didattico svolto	Obiettivi di apprendimento effettivamente raggiunti per ciascun modulo	Modalità didattiche utilizzate e loro percentuale Strumenti	Organizzazione del <u>Work – based learning setting</u>
Tecnologie e Progettazione	Modulo 1: introduzione alla geometria analitica (4 ore)	Modulo 1: uso del piano cartesiano, concetto di coordinate, disegno di rette	Lezioni frontali 20% Studio individuale 10% Studio a gruppi 10%	L'attività viene svolta nel laboratorio di informatica Gli studenti sono divisi in gruppi di

Matematica	<p>Modulo 2: le rette nella geometria analitica (8 ore)</p> <p>Modulo 3: trigonometria (8 ore)</p>	<p>Modulo 2: calcolo dei coefficienti angolari, distanza tra un punto e una retta, distanza tra due punti, calcolo del punto di intersezione tra due rette</p> <p>Modulo 3: calcolo delle distanze con i metodi propri della trigonometria</p>	<p>(gli studenti da soli e in gruppi hanno approfondito le tematiche introdotte a livello generale)</p> <p>Attività di laboratorio guidata 20% (le abilità operative vengono introdotte attraverso semplici esperienze guidate)</p> <p>Lavori di gruppo (pupil led) 40%</p> <p>Tecnologie e strumenti utilizzati: - personal computer - un Drone DJI Spark - foglio di calcolo</p>	<p>lavoro con leader appoggiato dal docente</p> <p>Gli studenti lavorano in modo sostanzialmente autonomo tra pari. Il docente interviene solo in casi di necessità.</p>
------------	---	--	--	--

I ruoli di scaffolding dell'apprendimento situato:

a. Figure di scaffolding individuate all'interno dello staff scolastico e relative professionalità:

2 docenti di Elettronica e Impiantistica industriali

- 1 ingegnere elettronico
- 1 dottore in fisica

Con competenze nella didattica di: Sistemi elettronici ed elettrotecnici, sistemi automatici e impiantistica industriale

b. Figure di scaffolding individuate al di fuori del contesto scolastico:

professionisti del business partner P2 Aerodron di Parma, in virtù delle seguenti professionalità e competenze tecniche

Fondatore e titolare di AERODRON. Ingegnere elettronico, pilota.	Responsabile commerciale e dei progetti legati alla pubblica amministrazione. Esperto in innovazione tecnologica.	2 piloti esperti di UAV, dotati di abilitazione riconosciuta da ENAC. 1 pilota è anche geologo ed esperto di fotogrammetria e applicazioni digitali
---	--	--

P6 Centro Público Integrado de Formación Profesional “Corona de Aragon”, Zaragoza, Spagna

<https://www.cpicorona.es/web/>

Si tratta di istituto VET che offre un biennio professionalizzante come ultimo ciclo dell'istruzione secondaria, accessibile ai diplomati del ciclo secondario inferiore (dai 16 anni in su). L'istituto accoglie anche lavoratori che desiderano riqualificarsi professionalmente o aggiungere / aggiornare le proprie competenze tecniche, in modalità diurna o serale. CPIFP offre, tra gli altri, i seguenti indirizzi di studio:

- Meccatronica Industriale
- Programmazione della produzione nella fabbricazione meccanica
- Sistemi elettrotecnici e automatizzati
- Edilizia Civile
- Chimica Ambientale
- Chimica Industriale

Nelle fasi precedenti del progetto D.E.L.T.A., gli studenti del corso in Meccatronica Industriale hanno svolto attività di configurazione e programmazione dei parametri statici e di volo del drone DJI attraverso il software NAZA M-V2, nell'ambito dei programmi di informatica ed elettronica svolti durante IO2 e IO3. Il corretto funzionamento dei parametri configurati è stato testato indoor attraverso collegamento al software installato su laptop in locale.

Nel corso di IO4, dedicato allo studio della Matematica attraverso l'impiego della tecnologia dei droni, sono stati coinvolti circa 20 studenti del corso dedicato all'Edilizia Civile. Il team di P6 ha quindi deciso di sfruttare gli aspetti legati alla fotogrammetria e al processamento di immagini scattate da un drone, a cui è possibile applicare calcoli matematici per desumere coordinate geografiche, altezza di volo, distanze percorse dal drone e rispettive distanze tra punti, e altre informazioni utili alla geolocalizzazione.

Il setting di apprendimento del work based learning è documentato con un video autoprodotta, disponibile pubblicamente sul **canale YouTube ufficiale del Progetto D.E.L.T.A.** al seguente indirizzo <https://www.youtube.com/watch?v=e2c5B2gjCrU>

Alunni coinvolti:

Circa 20 studenti provenienti dal Corso in Edilizia Civile

Durata della fase di progettazione: 10 ore

Durata della fase di sperimentazione: 20 ore

Obiettivi di apprendimento

Materie scolastiche	Programma didattico svolto	Obiettivi di apprendimento effettivamente raggiunti per ciascun modulo
Rilievi Topografici Fotogrammetria	- Analizzare la documentazione tecnica, comprendendo tutti i dati necessari, facendo calcoli per essere in grado di ottenere un piano di volo, per ottenere fotografie corrette - Rappresentare un'area utilizzando software specifici e immagini ottenute da un volo di droni Confrontare l'attività topografica e fotogrammetria standard rispetto all'attività svolta con un drone, che consente di risparmiare tempo sul lavoro.	- Ottenere e analizzare le informazioni fornite per essere in grado di eseguire lavori topografici. - Ottenere parametri per rappresentare un'area, elaborare i dati raccolti e calcolare coordinate, altezze, distanze

Organizzazione dell'ambiente di apprendimento secondo l'approccio del work-based-learning

Modalità didattiche utilizzate e loro percentuale Strumenti	Organizzazione del <u>Work – based learning</u> setting
Lezioni teoriche 20% Laboratorio 80% Tecnologia & strumenti utilizzati: Computer dotati di programmi software specifici per la fotogrammetria e i rilievi topografici come PhotoScan	La sperimentazione è avvenuta all'interno del modulo del corso di studio dedicato ai lavori di edilizia e ingegneria civile, in cui gli studenti devono sviluppare abilità relative alla tecniche fotogrammetriche e ai rilievi topografici. - Scaffolding: i sistemi scolastici si basano su diversi moduli industriali erogati da docenti con competenze eterogenee. CPIFP per coordinare tutta la formazione organizza un incontro settimanale con un docente incaricato del coordinamento generale. -Relazioni: gli studenti imparano e hanno bisogno di lavorare in gruppo. Gli insegnanti prestano supporto e monitorano lo sviluppo delle competenze

I ruoli di scaffolding dell'apprendimento situato:
a. Figure di scaffolding individuate all'interno dello staff scolastico e relative professionalità:

Un docente di Ingegneria meccanica e industriale, coordinatore esperto di progetti di innovazione e di organizzazione di set di apprendimento work based, sia nel ciclo secondario superiore sia presso l'Università di Saragozza

Un tecnico esperto di fotogrammetria e rilievi topografici

Docenti esperti di progettazione CAD

Docente esperto di stampa 3D

Pilota di UAV certificato per veicoli fino a 5 kg

b. Figure di scaffolding individuate al di fuori del contesto scolastico:

1 professionista del business partner P7 AITIIP di Saragozza, con esperienza di co-progettazione di ambienti di apprendimento che simulano la progettazione industriale in ambito automotive e aeronautico

1 tutor dell'Università di Saragozza, esperto di progetti di ingegneria meccanica e applicazioni industriali, con esperienza di progettazione di ambienti di apprendimento secondo l'approccio del work based learning de in virtù delle seguenti professionalità e competenze tecniche

P8 Liceul Teoretic de Informatica "Grigore Moisil", Iasi, Romania

<http://www.liis.ro/>

Si tratta di una scuola di eccellenza nell'ambito degli studi tecnici in ambito di informatica, sistemistica e programmazione. È sede certificata di CISCO Academy e ogni anno scolastico circa un centinaio di neodiplomati si inserisce immediatamente nel mercato del lavoro della regione della Moldavia Rumena, hub tecnologico e informatico in costante crescita.

Trattandosi di un istituto fortemente specializzato in informatica, LIIS offre all'interno del proprio programma didattico un solido programma di matematica, che viene affrontata tuttavia da un punto di vista teorico e formale. Per affrontare gli aspetti più pratici, laboratoriali e work based previsti dal progetto D.E.L.T.A., è stata progettato da parte del team di progetto un club pomeridiano denominato "Eurodrone", che si è configurato come attività extra curriculare facoltativa, opzionabile dagli studenti interessati su base volontaria, a cui hanno aderito circa 30 studenti (con una proporzione piuttosto bilanciata tra maschi e femmine).

Grazie al progetto D.E.L.T.A. circa 30 studenti frequentanti il corso liceale regolare hanno potuto beneficiare di una didattica della matematica applicata alla tecnologia dei droni.

Le principali criticità che gli studenti di P8 presentano nello studio della matematica sono le seguenti:

Il livello non omogeneo di conoscenze e abilità con cui gli studenti hanno affrontato l'implementazione analitica di una traiettoria (matematica applicata in fisica - lo studio della traiettoria)

Difficoltà nell'applicazione delle istruzioni - documentazione in inglese, non sempre ben strutturata.

Difficoltà nel lavoro di gruppo, lavoro di gruppo, studenti di diversi livelli di avanzamento e capacità

Difficoltà nel tasking multidisciplinare (computer science, fisica, matematica, scienze)

La varietà di programmi open source usati ha creato difficoltà: applet java Bootstrap 3.4 matcad (tutti i programmi che non sono stati studiati in base al curriculum nazionale) e il fatto che gli studenti hanno varie preoccupazioni e un diverso livello di padronanza nelle materie STEM nel tempo.

Obbiettivi di apprendimento

L'attività prosegue il programma avviato durante IO2 e IO3, relativo alla costruzione di una app in grado di processare e trattare immagini acquisite dal drone, permettendo l'acquisizione di informazioni ambientali (per esempio, una possibile crepa nella pittura del muro della palestra della scuola).

Durante IO2 gli studenti di P8 LIIS hanno lavorato in particolar modo alla programmazione del drone e alla costruzione del database in grado di ospitare le immagini e le informazioni; nel corso di IO3, invece, i discenti hanno configurato il circuito del drone dal punto di vista elettronico.

L'obiettivo di IO4 risiede nello studio della matematica finalizzato a **calcolare e stabilire la traiettoria del drone per ottimizzare l'acquisizione di dati** (punti nello spazio relativi alla raccolta di dati riguardanti la traiettoria di volo; acquisizione di immagini in volo).

Obbiettivi ulteriori, relativi all'intera sperimentazione del progetto D.E.L.T.A. nel suo complesso sono:

Creazione di una serie di foto dell'interno di un edificio (palestra), immagini da immagazzinare sul server, analizzate e introdotte in un database da osservare in termini di possibili difetti o crepe nei muri.

Creazione di un programma di follow-up e identificazione dell'oggetto secondo un colore / caratteristica principale.

Fasi di studio / implementazione del programma

1. Equazione di una traiettoria in un campo gravitazionale
2. Programmazione del drone seguendo i parametri della traiettoria
 - a. Introduzione di variabili e impostazione dei punti di avvio / arresto in LIBRE PILOT
 - b. Controlli di volo, comprensione del software tecnico utilizzando open source: terminologia / posizione
3. Correggere gli errori nell'equazione della traiettoria a causa di fattori di disturbo esterni
 - a. Gli studenti hanno lavorato su simulazioni matematiche per la traiettoria dei droni in UNITY, per seguire i compiti imposti al drone (raggiungendo i punti di acquisizione dei dati dove verranno scattate le foto)

Il setting di apprendimento del work based learning è documentato con un video autoprodotta, disponibile pubblicamente sul **canale YouTube ufficiale del Progetto D.E.L.T.A.** al seguente indirizzo <https://www.youtube.com/watch?v=qNr0uwGCeWc>

Alunni coinvolti:

Circa 30 studenti su base volontaria, generalmente selezionati tra i più interessati ad approfondire tematiche di applicazione industriale, ingegneria e auto motive, nonché di modellazione 3D

Durata della fase di progettazione: 30h (6 settimane)

Durata della fase di sperimentazione: 60h (8 settimane)

Obiettivi di apprendimento curricolari

Matematica	Processare database di grandi dimensioni Espressioni analitiche che definiscono la traiettoria di volo del drone Programmare il drone (impostazione / inizializzazione / istruzioni per evitare lo schianto contro i muri) Lo spazio tridimensionale
Fisica	Il movimento nel campo gravitazionale

Geolocalizzazione	Acquisizione dati GPS necessary per le equazioni matematiche relative alla traiettoria di volo del drone
Geometria Vettoriale	Utilizzare i vettori relative alla posizione del drone per elaborare equazioni analitiche relative alla traiettoria
Inglese (<i>estensione non-STEM</i>)	Terminologia relativa alla tecnologia dei droni. Documentazione di livello complesso in forma non sintetica e non aggregata

Obiettivi di apprendimento extra curricolari che concorrono alle competenze professionalizzanti in uscita degli studenti:

Scienze Informatiche	Software LIBRE PILOT GCS Applet java Bootstrap 3.4 matcadJavascrptsi CSS3 Bootstrap 3.4, MySQL
Sistemistica e network di dati	Stoccaggio di immagini su server Processamento di immagini Applicazione e visualizzazione su software di concetti matematici (differenti tipologie di coordinate spaziali)
Matematica	Coordinate cartesiane e coordinate tridimensionali polari applicate alla nuvola di punti.
Didattica per bisogni speciali	Utilizzo server con set di immagini stoccate Utilizzo di programmi open source per la visualizzazione
Inglese (<i>estensione non-STEM</i>)	Terminologia relativa alla tecnologia dei droni. Documentazione di livello complesso in forma non sintetica e non aggregata

Organizzazione dell'ambiente di apprendimento secondo l'approccio del work-based-learning

Materie scolastiche	Programma didattico svolto	Obiettivi di apprendimento	Modalità didattiche utilizzate e loro percentuale	Organizzazione del Work – based learning setting
Matematica	<p>Movimento nello spazio gravitazionale. Traiettoria di volo. Equazione della traiettoria. Coordinate. Principio di Bemoulli e l'effetto di Venturi</p> <p>15h</p>	Identificazione delle variabili che influenzano la traiettoria. Uso dei corretti strumenti matematici	<p><i>Lezioni teoriche / frontali 70%</i></p> <p><i>Laboratorio 30%</i></p> <p><i>Lavori di gruppo : (pupil led)50 %</i></p> <p><i>Studio individuale 50%</i></p> <p><i>Tecnologie e strumenti utilizzati:</i></p> <p><i>Computer, drone, Raspberry PI</i></p>	<p>Laboratorio di Fisica</p> <p>Laboratorio di Informatica</p>
Matematica Applicata	<p>Definizione di stabilità statica e dinamica</p> <p>Stabilità longitudinale</p> <p>Influenza della posizione del centro di gravità su controllo della stabilità longitudinale</p> <p>Stabilità laterale e direzionale</p>	<p>Tradurre nelle equazioni matematiche i programmi di lavoro imposti dal drone</p> <p>Stabilire relazioni tra sensori di dati per una corretta navigazione</p>	<p><i>Lezioni teoriche / frontali 70%</i></p> <p><i>Laboratorio 30%</i></p> <p><i>Lavori di gruppo : (pupil led) 50 %</i></p> <p><i>Studio individuale 50%</i></p>	<p>- Laboratorio di Fisica</p> <p>-Laboratorio di Informatica</p>

	15h			
Aerodinamica (Fisica)	<p>Carico del drone e resistenza all'avanzamento</p> <p>Momento angolare e suo equilibrio</p> <p>Peso, trazione del peso e resistenze</p> <p>Metodi di bilanciamento del drone</p> <p>Pozionamento e rotazione del drone</p>	<p>Sviluppare un modello per far abbassare e atterrare i droni attraverso un flusso laminare (senza vento) e in un ambiente turbolento (con vento)</p>	<p><i>Lezioni teoriche / frontali 30%</i></p> <p><i>Laboratorio 30%</i></p> <p><i>Lavori di gruppo : (pupil led) 20 %</i></p> <p><i>Studio individuale 20%</i></p>	<p>Laboratorio di Fisica</p> <p>Laboratorio di Informatica</p>
	5h			

I ruoli di scaffolding dell'apprendimento situato:

a. Figure di scaffolding individuate all'interno dello staff scolastico e relative professionalità:

1 docente di lingua inglese, coordinatrice del Progetto e responsabile dell'organizzazione pedagogica della sperimentazione, dell'implementazione e verifica degli obiettivi di apprendimento, nonché della gestione dei rapporti con il Coordinatore P1 Cisisita Parma per il monitoraggio delle fasi progettuali;

2 docenti di Scienze Informatiche

1 tecnico di Laboratorio Informatico

1 docente di Matematica

1 docente di Fisica

1 docente di ingegneria delle reti e sistemi, istruttore CISCO/ORACLE

1 docente di scienze economiche

b. Figure di scaffolding individuate al di fuori del contesto scolastico:

PhD Ing. Doru Cantemir, titolare di P8 Ludor Engineering, esperto di applicazioni tecnologiche a scopo didattico e industriale, modellazione 3D, prototipazione rapida e manufacturing additivo.

Continental Corporation, azienda multinazionale del settore automotive con sede a IASI: 1 tutor aziendale

II. 2 Prodotti fisici della sperimentazione

IO4 consta di 3 elementi distinti e complementari fra loro:

1) il presente documento, che ha lo scopo di fornire le linee guida per la replicabilità e trasferibilità della sperimentazione ad altro contesto educativo-formativo, di qualsiasi livello, ordine e grado

2) 6 video che documentano il setting work based della sperimentazione (2 video per P5 Gadda e 1 video per ognuna delle 4 VET school P3 Ferrari, P4 Berenini, P6 CPIFP e P8 LIIS), disponibili pubblicamente al canale YouTube del Progetto D.E.L.T.A.
<https://www.youtube.com/channel/UCoLeV-LZzAYRj7pr1wckprA>

3) materiali didattici utili alla replicabilità della sperimentazione quali presentazioni con specifiche tecniche relative alle tecnologie adottate in IO4. I materiali sono pubblicamente consultabili al link condiviso <https://drive.google.com/open?id=1XeLrImzlxC2uzl7vclCn77cr3jhwkqVo>

Nella cartella denominata IO4 – Mathematics è possibile trovare:

- a. La proposta di P4 Gadda per l'implementazione del programma di Matematica applicato ai droni
- b. La proposta di P8 LIIS per l'implementazione del programma di Matematica applicato ai droni

Nota Conclusiva

Gli Intellectual Output e i risultati del progetto sono rilasciati secondo la licenza internazionale [Creative Commons Share Alike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). I prodotti sono disponibili per il riuso, il trasferimento e la modifica tramite adattamento, in forma di Risorsa Didattica Aperta (OER – Open Educational Resources): qualsiasi utente interessato alla OER può scaricare, modificare e diffondere l'Intellectual Output a scopo non commerciale, a condizione di darne credito all'autore Cisita Parma scarl e purchè la nuova OER sia condivisa secondo gli stesso termini di licenza.

È possibile consultare e scaricare gratuitamente le risorse del progetto presso i seguenti canali:

Website ufficiale multilingue del Progetto D.E.L.T.A.:

www.deltaproject.net

(Risorse disponibili in lingua Italiana, Inglese, Spagnola, Rumena e Portoghese)

Official YouTube Channel del Progetto [Delta Project](https://www.youtube.com/channel/UC...), in cui è possibile visualizzare 30 video dedicati al setting dell'apprendimento work-based: ciascuno dei 5 istituti scolastici partner ha autoprodotta un video a documentazione dell'ambiente laboratoriale ed esperienziale in cui gli studenti hanno materialmente prodotto o hanno progettato e studiato componenti dei droni, per ciascuno dei 5 Intellectual Output previsti (P5 Gadda ha prodotto 2 video * Output, per ciascuna delle sue due sedi di Fornovo e Langhirano).

Cartella condivisa su Google Drive appartenente all'account D.E.L.T.A. project deltaeuproject@gmail.com, da cui è possibile scaricare i materiali didattici per ciascun Intellectual Output, progettati in ottica di replicabilità, all'indirizzo <https://drive.google.com/open?id=1XeLrlmzlxC2uzl7vclCn77cr3jhwkqVo>

Website istituzionale di Cisita Parma scarl, Coordinatore del Progetto D.E.L.T.A.:

<https://www.cisita.parma.it/cisita/progetti-internazionali/progetto-erasmus-ka2-delta/>

(Risorse disponibili in lingua Italiana, Inglese, Spagnola, Rumena e Portoghese)

Repository pubbliche nazionali e internazionali per la condivisione di OER – Open Educational Resources:

OER Commons, libreria digitale in lingua inglese dedicata nello specifico alle Risorse Didattiche Aperte <https://www.oercommons.org/>

TES, portale britannico per la condivisione libera e gratuita di materiale didattico multidisciplinare, <https://www.tes.com/>

Alexandrianet, portale italiano per la condivisione libera e gratuita di materiale didattico multidisciplinare, <http://www.alexandrianet.it/htdocs/>

Aggiornamenti social sono inoltre pubblicati su:

Pagina Facebook ufficiale del Progetto D.E.L.T.A. @deltaeuproject
<https://www.facebook.com/deltaeuproject/>

Canali digitali istituzionali del Coordinatore Cisita Parma scarl:

Facebook <https://www.facebook.com/CisitaPr/>

Twitter <https://twitter.com/CisitaPr>

LinkedIn <https://www.linkedin.com/company/cisita-parma-srl/>