

Gli studenti portano la scienza nello Spazio. L'innovazione didattica con i progetti: l'esperienza dell'esperimento XenoGRISS

Stefano Cartocci, ITIS "A. Meucci", Firenze

Alessandro Fortuna, ITIS "A. Meucci", Firenze

Cristina Meringolo, ITIS "A. Meucci", Firenze

Monica Monici, ASAcampus, Università di Firenze

Angela Maria Rizzo, DISFEB - Università degli Studi di Milano

Germana Galoforo, Agenzia Spaziale Italiana

Introduzione¹

Come insegnanti e formatori siamo sollecitati dalle indicazioni nazionali ed europee, ma anche dall'esperienza personale, a sviluppare una didattica che stimoli negli allievi una partecipazione più motivata alle attività e agli argomenti proposti, a presentare le materie non come discipline separate, a far cogliere le intersezioni fra i vari saperi. Come insegnanti di materie tecnico-scientifiche di un Istituto Tecnico Industriale questo approccio si sostanzia con l'azione congiunta tra teoria, esercitazione pratica, osservazione, esperimento, con l'obiettivo di evidenziare l'interazione fra scienza, tecnologia e società.

¹ Questo progetto è stato realizzato nell'ambito dell'Accordo dell'Agenzia Spaziale Italiana 2018-38-HH.0 ed è stato sostenuto dal programma di sovvenzioni del Dipartimento di Eccellenza al DiSFEB del Ministero dell'Università e della Ricerca (MIUR).

I *payload* selezionati per la missione "Beyond" sono finanziati e coordinati dall'ASI, in seguito a bandi pubblici aperti a scuole e università. L'ASI, nell'ambito della sua missione nazionale di promozione e diffusione della cultura dello Spazio nel Paese, fornisce alla comunità di ricerca italiana l'accesso all'ISS come laboratorio spaziale. L'ASI è un punto di riferimento nel supporto alle attività scolastiche, universitarie, post-universitarie e nella formazione tecnico-scientifica di studenti, laureandi e giovani ricercatori nel campo delle scienze spaziali. Il progetto XenoGRISS si inserisce nelle attività con finalità educative dell'ASI per stimolare e guidare i giovani verso la scelta delle discipline tecnico-scientifiche per la propria carriera universitaria.

Kaysler Italia, responsabile dell'hardware dell'esperimento, ha collaborato con il team scolastico in tutte le fasi della progettazione della parte tecnologica, di industrializzazione e collaudo del sistema, di *refurbishment* del Biokon, il contenitore dell'esperimento. Ha seguito e valutato l'attività degli studenti secondo quanto previsto dal Progetto Formativo P.C.T.O (ex ASL) condiviso con la scuola.

Argotec / Telespazio (Team UTISS) ha fornito servizi di supporto all'utilizzo della Stazione Spaziale Internazionale, ovvero valutazione della sicurezza, manifestazione del carico utile e processo di qualificazione, garantendo che consegna, utilizzo, integrazione a bordo della ISS e recupero del *payload* fossero sicuri ed efficienti.

Realizzare progetti collegati a bandi e a concorsi è un modo per mettere in pratica le esortazioni e i principi contenuti nelle Linee Guida del Nuovo Ordinamento della Secondaria Superiore: «Vieni a vedere dove nasce il futuro [...], alla base della scuola ci deve essere un'anima, [...] che coinvolge allievi e docenti nel gusto della scoperta, della ricerca, [...] nella soddisfazione di creare qualcosa di nuovo [...]. Quando gli esseri umani condividono un sogno danno il meglio di loro stessi».

Lavorare a scuola con i progetti mette alla prova le competenze degli insegnanti, incorpora nell'attività didattica *il problem-solving, inquiry e design based learning*, occupandosi di sfide reali in un contesto reale. In questo modo la professione "Insegnante" cambia. Si modificano approccio, metodologia, obiettivi, strumenti e criteri della valutazione. Nei progetti gli insegnanti devono gestire, promuovere, organizzare, programmare, collaborare interfacciandosi con realtà esterne, sia istituzionali che industriali o di ricerca, partecipare e relazionare alle periodiche verifiche di avanzamento, rendicontare in base al budget, eccetera.

Gli allievi e i docenti sono coinvolti in attività basate sulla ricerca, la scoperta, *la soddisfazione di creare qualcosa di nuovo*, fanno parte di un team il cui lavoro deve raggiungere degli obiettivi in tempi prestabiliti, e i cui risultati dipendono dalla capacità di lavorare in team. Nel processo innescato da questo nuovo modo di lavorare la scuola perde la caratteristica dell'autoreferenzialità, a cui spesso viene associata e che la connota come distante dalla realtà. Quante volte abbiamo sentito e letto che la scuola non è al passo coi tempi!

L'Istituto "A. Meucci" di Firenze ha un'esperienza consolidata nella partecipazione a concorsi nazionali e progetti interdisciplinari, esperienza che con l'introduzione dell'Alternanza Scuola-Lavoro nella didattica curricolare si è ulteriormente rafforzata. Un'occasione unica per mettere alla prova il livello delle competenze specifiche e trasversali che l'Istituto riesce a esprimere si è presentata con il bando "YiSS – Youth ISS Science 2019" dell'Agenzia Spaziale Italiana.

1. Il bando ASI "YiSS – Youth ISS Science 2019"

"YiSS – Youth ISS Science" è il bando di concorso dell'Agenzia Spaziale Italiana rivolto alle scuole secondarie di secondo grado, per incoraggiare la collaborazione fra scuole e Università, invitate a proporre idee di esperimenti da svolgere a bordo della ISS durante le missioni di astronauti italiani. Il progetto è coordinato e finanziato da ASI e gestito con Università italiane e imprese del settore nell'ambito dei diritti nazionali di utilizzazione della ISS per sperimentazioni sulla Stazione Spaziale. L'obiettivo è sviluppare competenze STEM approfondendo la metodologia della ricerca scientifica e la conoscenza delle attività di ricerca nello Spazio.

I criteri di selezione degli esperimenti del bando "YiSS – Youth ISS Science" dell'ASI contengono molte delle caratteristiche associate a una didattica innovativa e orientata all'approccio STEM:

- originalità;

- interdisciplinarietà;
- impatto sulla vita quotidiana;
- pertinenza del curriculum;
- interesse scientifico e tecnologico;
- implementazione tecnica.

L'invio sulla ISS impone limiti di dimensioni e peso e inoltre deve seguire specifiche tecniche tali che consentano l'esecuzione dell'esperimento a bordo della ISS. La semplicità della realizzazione tecnica dell'esperimento costituiva elemento prioritario.

Nella fase di presentazione dell'esperimento per la partecipazione al bando 2019 gli studenti dovevano ideare il nome del Team, il logo e il motto dell'esperimento, e realizzare un video YouTube in cui presentavano Team ed esperimento. L'argomento scientifico era stato proposto dai partner universitari capofila del progetto, la PI Prof. Angela Maria Rizzo del Dipartimento di Scienze Farmacologiche e Biomolecolari dell'Università degli Studi di Milano e la coPI Dr. Monica Monici del Laboratorio Congiunto ASAcampus Div. Ric. ASA - Dip. di Scienze biomediche sperimentali e cliniche dell'Università degli Studi di Firenze: il monitoraggio della crescita e della rigenerazione tissutale di girini di *Xenopus laevis* sulla ISS, cioè in microgravità. Ma l'aver dato il nome e l'immagine al progetto ha fatto sì che gli studenti lo sentissero come il "loro progetto": si sono appropriati in tempi record delle problematiche esposte dai ricercatori universitari; le hanno elaborate per produrre, nei tempi strettissimi della presentazione della domanda di partecipazione al bando, il logo e il video richiesti, dimostrando anche notevoli competenze con i programmi di grafica e multimedialità che normalmente non vengono utilizzati a scuola; hanno lavorato con la passione di chi sceglie di accettare la sfida per raggiungere un obiettivo. A questo riguardo bisogna sottolineare che gli studenti che sono entrati nel Team XenoGRISS sono stati scelti fra quelli di diverse classi seconde e terze alle quali era stato presentato il bando ASI, ma con il criterio dell'ordine in cui sono arrivate le adesioni, fermandosi al numero di nove come numero massimo imposto dal bando. Gli insegnanti, che avevano accettato anch'essi per convinzione propria la proposta dei ricercatori universitari, erano sicuri in questo modo di due cose: primo, non fare alcun torto agli eventuali esclusi; secondo, che i selezionati si sarebbero entusiasmatisi immediatamente al progetto. La tempistica della scadenza del bando ha subito confermato quest'ultima ipotesi: l'adesione degli studenti è stata richiesta alla fine di Maggio 2018, con la *dead-line* del bando il 16 giugno; la maggior parte del lavoro è stato prodotto quindi ad attività curriculari già terminate e a vacanze estive iniziate.

Dopo la consegna della proposta, il Team Leader scolastico, che in quell'anno non era in alcuno dei consigli di classe degli studenti selezionati, ha scritto loro la seguente e-mail:

Buongiorno ragazzi,

[...]

Sono molto contento che ci sia stata questa occasione per conoscerci e per avervi visto all'opera. Speriamo che sia soltanto l'inizio [...]

In attesa del responso dell'ASI [...] vi auguro di cuore un sereno periodo di riposo [...].

Credo che l'esperienza di questa settimana abbia dato a tutti qualcosa di cui essere soddisfatti, indipendentemente dall'esito che avrà: aver fatto un buon lavoro col massimo impegno per un obiettivo aggiunge a ognuno valore da spendere nella vita futura, che nessuno e niente può togliere.

Stefano Cartocci (Team leader scolastico Progetto XenoGRISS)

Anche la Prof.ssa Monici ha voluto aggiungere un saluto:

Cari ragazzi,

io e la mia collega di Milano, Angela Maria Rizzo, desideriamo congratularci con voi per l'ottimo lavoro svolto. Siete stati bravissimi. Abbiamo molto apprezzato l'impegno, l'entusiasmo e lo spirito di collaborazione che c'è stato nel team [...]. Da questa esperienza avrete capito che preparare progetti è un'attività impegnativa: finché non si è spedito il progetto bisogna continuare a lavorare per curare anche i minimi dettagli. Voi avete svolto questo compito egregiamente. È stato un vero piacere collaborare. [...]

Monica Monici (coPI Progetto XenoGRISS)

Credo che questi messaggi diano un'idea precisa di cosa riesce a produrre un lavoro ben coordinato fra persone che puntano a un obiettivo e convinte della qualità espressa. La domanda che i ricercatori e gli insegnanti del Team si ponevano nel periodo di attesa del risultato del bando era quella di chi avrebbe avuto il coraggio di informare gli studenti dell'eventuale sconfitta. Il decreto ASI che annunciava la vittoria del progetto XenoGRISS ha fatto fare un sospiro di sollievo agli adulti del Team.

2. Il Team XenoGRISS

La Figura 1 mostra l'organigramma dell'esperimento. Le professoresse Rizzo e Monici vantano un'esperienza ventennale di ricerca spaziale nel campo delle *Life Sciences*. L'industria Kayser Italia di Livorno, leader nella produzione di apparecchiature per la ricerca nello Spazio e responsabile dell'hardware dell'esperimento, produce il contenitore BIODON, l'acquario XEU e l'alimentazione del *Payload* messi a disposizione da ASI e già collaudati per essere utilizzati sulla ISS; Kayser Italia ha collaborato con il Team scolastico per la messa a punto della parte tecnologica.

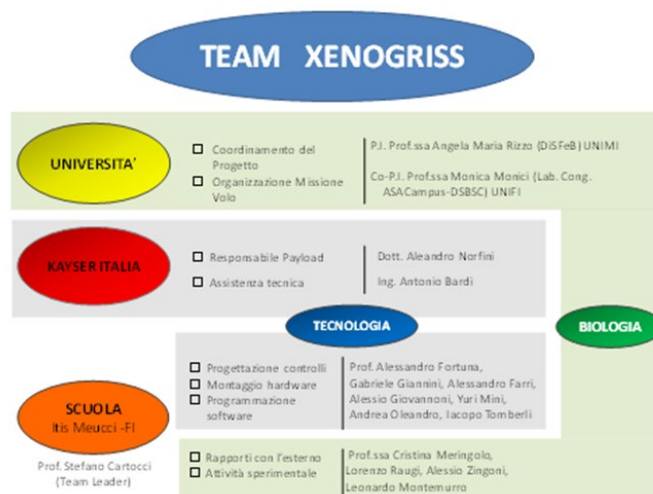


FIGURA 1 - COMPONENTI E FUNZIONI DEL TEAM XENOGRIS. UNIVERSITÀ, INDUSTRIA, SCUOLA

2.1. Studenti di indirizzo biologico: Nutrizione, Crescita e Rigenerazione Tissutale

I tre studenti scelti dalle seconde classi hanno affrontato nella didattica curricolare un programma di biologia contenente alcuni argomenti basilari quali lo studio delle macromolecole biologiche, lo studio della cellula come unità fondamentale dei viventi sia dal punto di vista morfologico che fisiologico, la struttura e la funzione degli acidi nucleici, l'importanza dell'informazione genetica nello studio dell'uomo e dell'ambiente, i principali processi biologici.

Inoltre, i tre studenti di seconda classe che fanno parte del team hanno partecipato a un progetto PON "Scienze in azione" che li ha impegnati in una attività extra-curricolare, da marzo fino a giugno 2018, durante la quale hanno affinato le loro capacità operative sia in microscopia che in laboratorio.

2.2. Studenti di indirizzo tecnologico: Tecnologia per l'Esperimento

I sei studenti scelti dalle terze classi fanno parte delle articolazioni di Elettronica e di Automazione. L'attività prevista per questo esperimento ha molti punti in sintonia con il programma scolastico relativo all'indirizzo di specializzazione degli studenti delle terze classi.

Contenuti attinenti ai programmi scolastici:

- sistema di acquisizione e distribuzione dati a microcontrollore;
- sensori, trasduttori e attuatori;
- interfacciamento di sensori/attuatori al sistema di elaborazione;
- sviluppo del software per la gestione del sistema;
- applicazione di modelli matematici allo studio di fenomeni fisici.

Le Linee guida del nuovo ordinamento degli Istituti tecnici prevedono per il secondo biennio di questo indirizzo lo sviluppo di abilità e competenze come:

- utilizzare e operare con segnali e dispositivi analogici e digitali;
- utilizzare i concetti e i modelli delle scienze sperimentali per investigare fenomeni naturali e per interpretare dati;
- utilizzare tecniche sperimentali, modelli fisici e simulazioni per la scelta di soluzioni;
- riorganizzare conoscenze multidisciplinari per un progetto esecutivo;
- individuare e descrivere le fasi di un progetto e le loro caratteristiche funzionali;
- selezionare e utilizzare componenti, sensori e attuatori in base alle caratteristiche tecniche e all'ottimizzazione.

3. L'attività svolta

L'attività degli studenti nel progetto ha riguardato la progettazione dell'hardware e software necessari all'esperimento scientifico, tutte le fasi della parte biologico-scientifica con l'assemblaggio dell'acquario per girini, la scelta della loro alimentazione, lo studio della letteratura scientifica per la definizione dei requisiti dell'esperimento, ma anche un'intensa attività per la divulgazione del progetto.

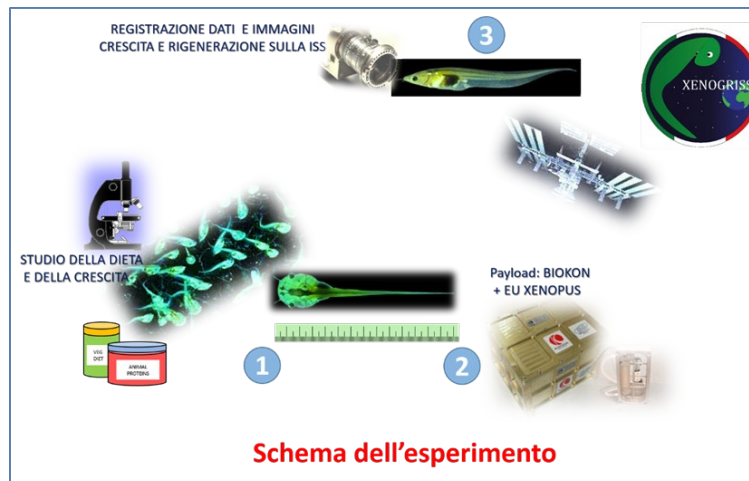


FIGURA 2 - FASI E ATTIVITÀ DELL'ESPERIMENTO, PRE-VOLO E SULLA ISS, E IL LOGO DELL'ESPERIMENTO

3.1. La parte tecnologica del progetto

Il lavoro del Team scolastico ha realizzato un sistema che risponde alle richieste della parte scientifica dell'esperimento: controllo e registrazione della temperatura, comando pompa peristaltica per il ricircolo e il filtraggio dell'acquario, accensione

illuminatore, scatto foto e memorizzazione immagine per monitorare la crescita e la rigenerazione tissutale dei girini.

Per la parte tecnologica di pertinenza del Team scolastico sono state scelte apparecchiature di tipo commerciale in uso nella normale attività didattica per lo svolgimento dei programmi e l'acquisizione delle competenze contenute nelle linee guida ministeriali.

La prima fase del lavoro ha visto la realizzazione di un prototipo di simulazione presentato il 20 novembre 2018 a Roma, nella sede di ASI, in occasione dei 20 anni della ISS, con il collegamento in videoconferenza da Baikonur in Kazakistan dell'astronauta Luca Parmitano e con la presentazione degli esperimenti che sarebbero stati condotti sulla ISS durante la sua missione "Beyond".

La seconda fase (con la prima riunione di avanzamento progetto a scuola l'8 aprile 2019) ha riguardato la messa a punto del prototipo del sistema effettivo, con l'hardware realizzato su scheda millefori filata e il software già completo per la gestione di tutte le funzionalità richieste, con la possibilità di modificare gli intervalli temporizzati degli azionamenti nelle fasi di collaudo o prevolo al KSC anche da personale senza conoscenze specifiche del linguaggio di programmazione del microcontrollore. La scelta della fotocamera dipende dall'utilizzo della piattaforma Arduino da parte degli studenti.

La prima stesura del progetto e le relative prove di sviluppo erano state svolte su un apposito modulo di interfaccia ArduCAM ESP8266 UNO board per la fotocamera impiegata nel progetto (Arducam 5MP). L'utilizzo di questo modulo ha messo in evidenza, nelle prove effettuate tra il dicembre 2018 e il febbraio 2019, una serie di problemi che hanno determinato l'abbandono di questo primo progetto:

- eccessivo assorbimento di energia;
- ridotta disponibilità di collegamenti per pilotare anche gli altri attuatori presenti nel progetto (illuminatore a LED e pompa peristaltica);
- scarsa familiarità per gli sviluppatori.

Da aprile 2019 il lavoro si è concentrato sul progetto della nuova scheda di interfaccia per la fotocamera e per gli azionamenti (la cosiddetta XenoShield), per ottenere un sistema perfettamente funzionante dal punto di vista della acquisizione delle immagini tramite la fotocamera, del loro salvataggio su *memory card*, della gestione dei carichi (pompa peristaltica e illuminatore).

Nel frattempo, il team di sviluppo ha proceduto nella acquisizione di informazioni che consentissero una valutazione dei possibili risparmi di energia nell'utilizzo della scheda ArduinoUNO, acquisendo articoli in cui erano fornite precise indicazioni sugli interventi, sia di tipo hardware che software: queste indicazioni erano in linea con l'obiettivo di 15 giorni di osservazione fino ad allora richiesti.

Alla fine di luglio 2019 era terminata la fase di realizzazione del sistema definitivo, compresa la definizione dell'alloggiamento di tutti i componenti

all'interno del Biokon (con la realizzazione della struttura interna di supporto da parte di Kayser Italia) e sono iniziate le verifiche sugli assorbimenti del sistema.

È stato realizzato un sistema industrializzato, con tre versioni successive del circuito stampato (lo XenoShield) coprogettato con i tecnici Kayser per ottimizzare l'accomodamento all'interno del Biokon.

L'industrializzazione della quarta versione dello XenoShield si è resa necessaria dai risultati delle prove sugli assorbimenti del sistema prodotto (agosto 2019) e dalla richiesta della durata del sistema di alimentazione dell'esperimento di oltre un mese, condizione ufficializzata alla fine del mese di luglio.

Lo XenoShield-4 permette un *HW-sleep-mode* del sistema negli intervalli di non funzionamento con un Timer e un relè esterni, invece dello *SW-sleep-mode* inizialmente pensato e realizzato, consentendo di soddisfare la condizione richiesta di un bilancio energetico totale dell'esperimento adeguato alla potenza dell'alimentazione disponibile per il Biokon, con un buon margine di tolleranza. Le conseguenti modifiche al SW hanno garantito tutte le funzionalità del sistema.

Nel mese di settembre 2019 l'azienda ACE s.a.s dell'Ing. Carlo Picchi (Bagno a Ripoli-Firenze) si è resa disponibile a far lavorare i nostri studenti presso il suo laboratorio per l'impraticabilità dei laboratori della scuola dovuta a lavori di manutenzione e ristrutturazione. Questa attività è stata configurata sempre come progetto formativo di Alternanza Scuola-Lavoro.

Il Team scolastico, dopo aver messo a punto il sistema HW e SW per la gestione di tutte le funzionalità richieste dall'esperimento, ha partecipato a tutte le fasi di collaudo in vista della missione, in particolare all'EST (*Experiment Sequence Test*) del 7 ottobre 2019 presso Kayser Italia a Livorno.

Le ore svolte dagli insegnanti del progetto in orario extrascolastico per la progettazione e i collaudi dei prototipi e delle versioni dello XenoShield, per il coordinamento delle attività di documentazione tecnica e divulgazione, nel periodo da settembre 2018 a settembre 2019, ammontano a un totale di oltre 300 ore.

3.2. La parte scientifico-biologica del progetto

Nell'ambito del Progetto Formativo di Alternanza Scuola-Lavoro (P.C.T.O.), tra ITIS Meucci e Università di Firenze sono stati organizzati vari incontri tra gli studenti e il gruppo di ricerca di ASAcampus della Prof. Monica Monici, sia presso l'ITIS Meucci che presso il Laboratorio Congiunto ASAcampus-Unifi.

Nella prima parte del progetto, tali incontri erano finalizzati a fornire agli studenti informazioni di base sui seguenti argomenti:

- introduzione al metodo scientifico sperimentale e sua applicazione nell'indagine dei fenomeni e processi biologici;
- conduzione di studi biologici e indagini di laboratorio: i livelli di indagine nella ricerca biomedica (molecolare, cellulare, tessuto/organo,

organismo), le condizioni sperimentali e le variabili dipendenti e indipendenti;

- il Comitato Etico e i suoi scopi;
- la consultazione della letteratura scientifica.

In particolare, nelle visite al Laboratorio Congiunto ASAcampus-Unifi gli studenti hanno potuto prendere confidenza con strumentazione scientifica (sistemi di microscopia, hyperfuge, RCCS, etc...) e con alcune procedure di laboratorio.

Gli studenti hanno partecipato alle attività di consegna del modello scientifico della EU, con relativa documentazione (XENOPUS Unit Assembly Procedure doc. "KI-XENO-PR-001 Issue 1 Rev.0"), e di training da parte di Kayser Italia, che sono state realizzate presso il Laboratorio Congiunto ASAcampus-Unifi (18 marzo 2019).

In una visita successiva (20 ottobre 2019), gli studenti dedicati agli aspetti biologici del progetto hanno seguito un ulteriore training riguardante l'integrazione per il volo del modello scientifico, dimostrando poi di essere perfettamente in grado di montarlo e smontarlo correttamente e in modo autonomo.

Presso ASAcampus-Unifi si sono svolte anche le attività divulgative relative alla realizzazione del servizio televisivo sull'esperimento XenoGRISS, registrato dal TG3 Cultura l'11 luglio 2019 e mandato in onda il 16 luglio 2019, quattro giorni prima della partenza della missione di Luca Parmitano e del cinquantenario della conquista della Luna.

3.3. Partecipazione alle attività di messa a punto della Missione

Quando sono state comunicate al Team scolastico le date delle finestre utili per il lancio di SpaceX-19 (4, 5, 7, 8 dicembre 2019) che avrebbe portato XenoGRISS sulla ISS, i docenti coinvolti nel progetto si sono attivati per organizzare e prenotare (seguendo la prassi usata per i viaggi di istruzione all'estero) il volo aereo, la sistemazione alberghiera e il mezzo di trasporto per la permanenza a Cape Canaveral del team scolastico nella maniera più funzionale ed efficiente per tutte le attività previste: prevolo (integrazione esperimento per il lancio), lancio (da seguire al KSC), attività formative nei laboratori della NASA (SSPF-Space Station Processing Facility del KSC) e nei padiglioni a tema del complesso visitatori del KSC. La missione degli studenti è stata possibile grazie a due sponsor: uno italiano, la Hoster Food s.r.l. di Firenze, e l'altro americano (che preferisce rimanere anonimo).

Prima della missione, sono stati organizzati incontri per scambi di informazioni con i genitori degli studenti, con la partecipazione dei tre docenti partecipanti al progetto e della Co.PI universitaria Dr. Monica Monici per dare le più ampie spiegazioni sulle attività presso il KSC e sul viaggio. Tutta la modulistica e le procedure necessarie per la missione (richiesta visto, badging, etc...) sono state preparate dagli studenti, seguiti dai docenti coinvolti nel progetto.

3.4. Attività formativa svolta a Cape Canaveral

Nel corso del soggiorno a Cape Canaveral, gli studenti hanno assistito al lancio dell'esperimento il 5 dicembre 2019, ma hanno svolto anche una serie di attività formative.

Il giorno 4 dicembre gli studenti e i docenti accompagnatori si sono recati alla Banana Creek *launch viewing area*, per assistere al lancio della Missione SpaceX CRS-19. Il lancio è stato rinviato al giorno successivo per le cattive condizioni meteo ma, nel corso della permanenza sul sito di lancio, gli studenti hanno potuto visitare il KSC Apollo/SaturnV Center, che rende omaggio alle persone e alle macchine che hanno caratterizzato gli anni della corsa alla luna, come il gigantesco Saturno V, il più grande e potente razzo mai utilizzato. Il centro dispone di mostre interattive e coinvolgenti, e consente di rivivere la meraviglia e l'eccitazione dell'era Apollo.

Il 5 dicembre gli studenti e i docenti accompagnatori si sono nuovamente recati alla Banana Creek *launch viewing area*, per assistere al lancio della Missione SpaceX CRS-19, che nell'occasione è stato regolarmente portato a termine. Gli studenti che non lo avevano fatto il giorno precedente, hanno potuto completare la visita al KSC Apollo/SaturnV Center.

Il 6 dicembre è stata la volta della visita allo *Space Station Processing Facility* (SSPF) del Kennedy Space Center di Cape Canaveral. Dopo avere svolto le pratiche per la registrazione e l'accesso (*badging*), il gruppo è stato guidato dagli accompagnatori incaricati all'interno dei locali dello SSPF, che include 2 aree di lavorazione, una camera di equilibrio, camere di controllo, laboratori, aree logistiche, spazi per uffici.

Gli studenti hanno avuto la possibilità di accedere ai laboratori dove vengono svolte varie attività sperimentali e di ricerca collegate alle missioni NASA. Gli accompagnatori, i ricercatori e i responsabili NASA dello SSPF hanno spiegato al Team XenoGRISS in dettaglio tutte le attività svolte nei laboratori e negli ambienti ad accesso limitato come le "High Bay Areas".

Nei due giorni successivi gli studenti e i docenti, accompagnati dalla Prof. Monici, CoPI del progetto XenoGRISS, si sono recati presso il Kennedy Space Center Visitor Complex per la visita dei padiglioni a tema sulle missioni e sulle attività della NASA in ambito spaziale, dall'alba dell'esplorazione spaziale alle missioni attuali. Il primo padiglione visitato è "Heroes and Legends", una galleria di tutte le missioni e di tutti gli astronauti americani, la storia della conquista dello spazio da parte dell'uomo, il contesto storico e scientifico, le sale di controllo delle missioni Gemini, Apollo e Space Shuttle.



FIGURA 3 - IL PADIGLIONE “ATLANTIS - SPACE SHUTTLE” DEL COMPLESSO VISITATORI DEL KSC

Il padiglione successivo è stato “Atlantis – Space Shuttle”, un’esperienza che ha suscitato il massimo interesse coinvolgendo gli studenti nella partecipazione a tutti i documenti interattivi e reperti delle missioni dello Shuttle, con le navette Enterprise e Columbia.

Interessanti si sono rivelati anche “Journey to Mars” che tratta di tutti gli aspetti e le problematiche della sfida dell’uomo per raggiungere il Pianeta rosso, e “Nature and Technology” che narra e descrive con immagini la storia della colonizzazione della Florida e della zona del KSC, con particolare riferimento alla natura e alla fauna che la caratterizza, salvaguardata dal fatto di essere riserva naturale, anche con la presenza del centro spaziale e delle sue attività.

4. Attività e piano di Alternanza Scuola-Lavoro

Tutta l’attività del Progetto XenoGRISS, approvata dal collegio docenti dell’ITIS “A. Meucci” e inserita nel PTOF di Istituto, è stata organizzata come Percorso per le competenze trasversali e di orientamento (PCTO, ex-ASL), con progetti elaborati dai consigli di classe delle cinque classi a cui appartengono gli studenti del Team XenoGRISS, co-progettati e condivisi con i dipartimenti universitari referenti e con Kayser Italia, l’azienda responsabile dell’hardware dell’esperimento.

Questa configurazione ha permesso agli studenti del Team di realizzare oltre 700 ore complessive di PCTO in orario extracurricolare. Alle intere classi a cui appartengono i nove studenti di XenoGRISS, oltre 1400 ore di PCTO in orario curricolare. Dal punto di vista formativo la ricaduta di XenoGRISS sulla scuola ha espresso tutte le sue potenzialità, qualificando il progetto non solo di élite per gli studenti del Team XenoGRISS ma come un’esperienza di eccellenza con ricadute diffuse, nella scuola e soprattutto nelle classi coinvolte.

Nel corso del progetto, oltre alle attività extracurricolari svolte per la realizzazione vera e propria del sistema, gli studenti hanno svolto numerose attività anche al di fuori della sede scolastica. In particolare, sono state svolte attività formative con sessioni di lavoro o visite didattiche presso: Kayser Italia, ACE s.a.s, laboratori dei Dipartimenti universitari coinvolti nel progetto, sede ASI a Roma, Kennedy Space Center di Cape Canaveral.

Tutte le attività sono state registrate con fogli firma, che documentano la presenza di ogni partecipante alle attività sopra descritte.

5. Attività di divulgazione del progetto

Durante tutta la fase di messa a punto della parte tecnologica del progetto, gli studenti del gruppo biologico hanno avuto modo di concentrarsi su diverse attività di divulgazione. Alle attività successive al lancio hanno partecipato anche gli studenti del gruppo tecnologico.

Di seguito un elenco di quanto prodotto in questo tipo di attività:

- realizzazione di una brochure informativa sulla natura del progetto e sulle sue finalità;
- realizzazione di una patch adesiva e di spille con il logo dell'esperimento, da distribuire per aumentare la diffusione della conoscenza del progetto all'interno dell'istituto e in tutte le occasioni in cui avveniva la presentazione del progetto stesso;
- aggiornamento del sito dell'Istituto con gli eventi collegati al progredire del progetto;
- realizzazione e aggiornamento della pagina Facebook, e di altri social, dedicata al progetto;
- preparazione del materiale necessario per la registrazione di un servizio televisivo del TG3 Cultura presso il Laboratorio ASAcampus-Unifi;
- realizzazione di un poster 80x100 da utilizzare per tutte le presentazioni dell'esperimento XenoGRISS;
- realizzazione di un video utilizzato nel corso della "In Flight Call" con Luca Parmitano del 17 gennaio 2020 presso ASI-Roma.

Conclusioni

Molti hanno definito XenoGRISS un progetto unico nel suo genere. In effetti, per la sua caratteristica di unire finalità scientifiche vere con aspetti di innovazione didattica e formativa, si può essere d'accordo con questa impressione. Con la illustrazione della nostra esperienza speriamo di aver fornito un contributo positivo al dibattito riguardo l'approccio alle discipline STEM e le buone pratiche a esse relative.

Il progetto non è ancora terminato: la chiusura dei laboratori universitari a causa della pandemia Covid-19 ha fatto posticipare la chiusura del progetto ad Aprile

2021 per permettere le analisi dei campioni tornati dopo più di un mese di permanenza sulla ISS e la realizzazione degli esperimenti di controllo *post-flight*.

Crediamo che tutti gli aspetti formativi legati al progetto siano emersi chiaramente, anche se occorreranno ancora molte analisi per rilevare in modo esaustivo gli elementi positivi e le criticità di un progetto così complesso, che quando terminerà avrà impiegato quattro anni scolastici per essere realizzato, dal momento che è stato pensato fino alla sua conclusione.

XenoGRISS ha già prodotto alcune pubblicazioni su riviste internazionali specializzate nella ricerca aerospaziale e lavori presentati a congressi dello stesso settore.

Gli studenti che hanno aderito al progetto alla fine della terza classe si sono diplomati quest'anno, e alcuni di loro hanno espresso l'ambizione di trovare una collocazione lavorativa in ambito spaziale dopo gli studi universitari. E questo, lo ha ripetuto in più occasioni il Presidente di ASI Giorgio Saccoccia, è l'obiettivo di queste proposte dell'Agenzia Spaziale Italiana in campo formativo: avvicinare i giovani agli studi scientifici e alla ricerca spaziale.

Bibliografia

Libri

BENCIVELLI, S., & DE CEGLIA, F.P. (2013). *Comunicare la scienza*. Carocci.

BUTTOLO, M. (2019). *Robotica educativa. La didattica STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Dalla teoria alla pratica*. Sandit Libri.

CECCHINATO, G., & PAPA, R. (2016). *Flipped classroom. Un nuovo modo di insegnare e apprendere*. UTET Università.

HATTIE, J. (2016). *Apprendimento visibile, insegnamento efficace. Metodi e strategie di successo dalla ricerca evidence-based*. Erickson.

MONTEFUSCO, T. (2015). *La didattica laboratoriale. Manuale di buone pratiche. Cosa fare, come fare*. Editori del Sud.

ROBASTO, D., & TRINCHERO, R. (2015). *Strategie per pensare. Attività evidence-based per migliorare la didattica e gli apprendimenti in aula*. Franco Angeli.

SCAPELLATO, B. (2017). *Inquiry-Based Science Education. Dalla teoria alla pratica: l'approccio IBSE per una comprensione profonda delle scienze naturali*. Pearson.

Articoli scientifici

ARONNE, G., IZZO, L. G., ROMANO, L. E., DE FRANCESCO, S., DE MICCO, V., DE PASCALE, S., CARRUBBA, E., NERI, G., GALOFORO, G., PICCIRILLO, S., & VALENTINI, G. (2018). Multitrop: The challenge of using refurbished hardware for an educational and scientific experiment on the ISS. *Proceedings of the International Astronautical Congress*.

PICCIRILLO, S., NARICI, L., MASCETTI, G., VALENTINI, G., CRISCONIO, M., SOLLAZZO, C., GALOFORO, G., CARRAI, F., CARRUBBA, E., NERI, G., & VUKICH, M. (2017). Italian Space Agency Science on the International Space Station: The VITA Mission. *Proceedings of the 68th International Astronautica Congress*.

PIGNATARO, S. (2012). The Italian Space Agency Utilization of the International Space Station: 2001-2012 and beyond. *Proceedings of the 63rd International Astronautical Congress*, Naples.

PIGNATARO, S., BERTOLOTTI, D., COTRONEI, V., CRISCONIO, M., MASCETTI, G., & NERI, G. (2015). The Italian Space Agency Science on the International Space Station: the Futura Mission. *Proceedings of the 66th International Astronautical Congress*.

PIGNATARO, S., NERI, G., CARRAI, F., BERTOLOTTI, D. & MASCETTI, G. (2015) ASI ISS science directory: archiving and disseminating the results of the Italian Space Agency science on the International Space Station. *Proceedings of the 66th International Astronautical Congress*.

RIZZO, A. M., ZAVA, S., GALOFORO, G., FERRANTI, F., PACELLI, C., VALENTINI, G., FORTEZZA, R., INGIOSI, F., BALSAMO, M., BARDI, A., NORFINI, A., CARTOCCI, S., & MONICI, M. (2019). The educational experiment XenoGRISS: growth and regeneration of xenopus laevis tadpoles on the ISS, *Proceedings of the Italian Association of Aeronautics and Astronautics XXV International Congress*.