

STE(A)M IT INTEGRATED LEARNING SCENARIO

Graphene – miraculous 21st Century Material

English language, Chemistry

Physics, Technology (ICT)



USE IT IN YOUR CLASSROOM



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Funded by the European Union's ERASMUS+ programme, grant agreement 612845-EPP-1-2019-1- BE-EPPKA3-PI-FORWARD), and coordinated by European Schoolnet (EUN - the network of 32 European Ministries of Education), in partnership with Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa (INDIRE), Università Telematica degli Studi IUL, Ministry Of Science And Education Of The Republic Of Croatia, Ministério da Educação – Direção-Geral da Educação (DGE) and University Of Cyprus, the STE(A)M IT project is about creating and testing a conceptual framework of reference for integrated STE(A)M education, with a particular focus on the contextualization of STEM teaching, especially through industry-education cooperation. The creation of this learning scenario has been made possible thanks to the project's focus group of teachers who co-designed and tested the STE(A)M learning scenarios that will contribute to the overall STE(A)M framework. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

INTRODUZIONE

Per aumentare l'interesse degli studenti nelle materie STEM, è fondamentale riconsiderare il modo in cui queste vengono insegnate. Le STEM integrate combinano le lezioni di materie scientifiche con altre discipline del settore umanistico per renderle più verosimile alle sfide del mondo reale. Il progetto STE(A)M-IT ha creato e sperimentato un framework coinvolgendo stakeholder di diversi ambiti e provenienti da diversi paesi e settori. Il scenario didattico proposto dal framework STE(A)M-IT prevede la combinazione di almeno tre discipline per ogni percorso didattico, di cui due provenienti dalle discipline scientifiche e la terza preferibilmente dalle discipline non STEM. Un approccio integrato alle STEM ha lo scopo di formare cittadini capaci di prendere decisioni informate nella vita quotidiana, intraprendere carriere STEM e guidare l'innovazione, promuovendo l'apprendimento profondo e migliorando le competenze del XXI secolo.

GRAFENE - IL MATERIALE MIRACOLOSO DEL XXI SECOLO

Barbara Mandušić

Nikolina Bubica

Milana Gujinović

Nel corso della storia ogni periodo di tempo è stato segnato da alcuni materiali. In questa lezione gli studenti impareranno a conoscere il grafene, un materiale che è giustamente denominato il materiale miracoloso del XXI secolo.

Il grafene è un materiale con molte proprietà eccellenti: è l'unico in 2 dimensioni, con uno spessore di un solo atomo. È fatto di atomi di carbonio strettamente legati, il che lo rende più solido e stabile anche rispetto al diamante, ma allo stesso tempo molto flessibile in modo che possa essere piegato e sagomato come si desidera. Inoltre, è un buon conduttore di calore ed elettricità e trasmette luce. Tutto ciò indica come il grafene sia realmente il materiale del futuro.

In questa lezione, gli studenti impareranno le proprietà chimiche e fisiche del grafene e, utilizzando gli strumenti TIC, disegneranno un singolo strato di grafene che produrranno con l'ausilio di una stampante 3D. Al termine della lezione verranno introdotte le idee di utilizzo futuro del grafene nella vita quotidiana (es. elettronica flessibile e indossabile utilizzabile in ambito di assistenza sanitaria, sicurezza, sport o moda).





Attribuzione CC BY. Questa licenza consente ad altri di distribuire, remixare, modificare e sviluppare il tuo lavoro, anche commercialmente, se ti riconoscono la creazione originale. Questa è la più accomodante delle licenze offerte. Consigliata per la massima diffusione e utilizzo di materiali su licenza.

- **Materia STEM 1 - Chimica**
- **Materia STEM 2 - Fisica**
- **Materia STEM 3 – Informatica (TIC)**
- **Materia non STEM 1 – Lingua inglese**

- Durante l'attuazione di questo scenario di apprendimento, aspiriamo a far conoscere agli studenti il materiale del grafene, al fine di introdurlo come materiale 2D miracoloso
- Agli studenti sarà presentata la grafite e il suo utilizzo nella vita quotidiana (matite, lubrificanti)
- Poiché gli studenti avranno familiarità con la struttura chimica della grafite, saranno in grado di rispondere su come una matita lascia un segno sulla carta e perché conduce elettricità
- Gli studenti saranno in grado di rispondere alla domanda su com'è fatto un touch screen

Entro la fine della lezione, gli studenti dovrebbero essere in grado di:

Chimica

- spiegare la struttura della grafite
- mettere in relazione le proprietà della grafite con la sua struttura
- spiegare l'uso della grafite nella loro vita quotidiana

Fisica

- realizzare un semplice circuito con la grafite
- spiegare perché la grafite conduce elettricità e calore

Informatica (TIC)

- utilizzare un software appropriato per la creazione di modelli 3D di molecole
- progettare e stampare modelli 3D



Lingua inglese

- tradurre un'intervista dalla madrelingua all'inglese
- Scienze e ingegneria dei materiali – imparando a conoscere il grafene come un “materiale 2D miracoloso del futuro”, gli studenti saranno in grado di capire in che modo i materiali possono essere utilizzati nello sviluppo tecnologico e come gli ingegneri implementano quei materiali in dispositivi che usiamo nella vita di tutti i giorni.
- Ingegneria della stampa 3D – stampando il proprio modello in grafene, agli studenti verranno presentate le nozioni di base della stampa 3D che possono essere utilizzate per un ulteriore sviluppo professionale.

13-14

Tempo di preparazione:

- 4 ore per discutere con i colleghi e definire le attività
- 2 ore per ciascun insegnante per preparare il materiale per le lezioni

Tempo di insegnamento:

- **Brainstorming e discussione** – 45 min
- **Materia STEM 1** - Chimica - 45 min
- **Materia STEM 2** - Fisica - 45 min
- **Materia STEM 3** – TIC– 180 min + 90 min
- **Materia non STEM 1** – Lingua inglese – 90 min

Materiali:

- Elementi di un circuito semplice (batteria da 4,5 V, lampadina, interruttore, conduttori, grafite di una matita)
- Vaso di vetro, acqua calda e pochi materiali diversi (plastica, legno, metallo, grafite)
- Tablet o PC con connessione a Internet
- Stampante 3D con filamento (o parti di modelli molecolari, plastilina)
- Cellulare con fotocamera per filmare un'intervista

Strumenti online:



- Strumenti di Microsoft Office 365 (Word, PowerPoint, OneDrive, Sway, Forms)
- Video – Struttura della grafite (<https://www.youtube.com/watch?v=SXmVnHgwOZs>); Tempo: 1.21 - 2.17
- Video per studenti croati – Struttura della grafite (<https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/7b5e1fe5-86e2-4142-af6c-5197c4a08148/kemija-8/m02/j01/index.html>); Tempo: 0.30 - 1.25
- Video – Invenzione della matita (<https://www.youtube.com/watch?v=mKxIWzkQ2EI>)
- Strumento online Avogadro - <https://avogadro.cc/>
- Google Translate - <https://translate.google.hr/>

Questo piano di lezione migliorerà tra gli studenti le seguenti abilità, definite come abilità del XXI secolo:

- Pensiero critico – pensare a come utilizzare la grafite e il grafene nella vita quotidiana
- Risoluzione di problemi – esperimenti sulle proprietà fisiche della grafite e del grafene
- Creatività – realizzare una molecola di grafene in Avogadro
- Iniziativa – elaborare la propria presentazione sul grafene
- Innovazione – pensare a come utilizzare il grafene nelle recenti innovazioni
- Produttività – realizzare il modello di grafene mediante stampa 3D
- Comunicazione e collaborazione – durante la presentazione finale di gruppo
- Pensiero computazionale e alfabetizzazione digitale – scomporre problemi complessi in parti più piccole e lavorare per la loro soluzione con l'ausilio di strumenti online

L'attuazione dell'insegnamento e dell'apprendimento STEM integrati è facilitata dall'uso di approcci pedagogici specifici (PBL, IBL, ecc.). Al fine di agevolare la ricerca e la progettazione delle attività da parte degli insegnanti, nell'Allegato 1 viene presentata una selezione di tali approcci. È obbligatorio mantenere l'Allegato 1 nello scenario di apprendimento e citarlo ove necessario.

Denominazione e dell'attività	Procedimento	Tempo
1^ lezione		
Brainstorming e discussione	Argomento: dalla “mina” delle matite al grafene	45'



Denominazione e dell'attività	Procedimento	Tempo
Discussione e preparazione per la lezione successiva	<p>Insegnanti e studenti iniziano la loro discussione sulla grafite: cosa sappiamo della grafite e come la usiamo nella vita di tutti i giorni? Poiché la maggior parte degli studenti farà riferimento alla "mina" delle matite, possiamo discutere del motivo per cui la grafite lascia una traccia sulla carta e da cosa dipende il suo colore.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Video – Invenzione della matita 	
2^ lezione		
Materia STEM 1	Chimica	45'
Introduzione all'argomento, discussione in classe basata su video e formazione di gruppo	<p>Durante la lezione di Chimica, agli studenti sarà presentata la struttura della grafite.</p> <p>Dopo la discussione, gli studenti arriveranno alla conclusione che la grafite è fatta di carbonio. Inoltre, concluderanno che la grafite è più simile nella struttura ai metalli che ai non metalli.</p> <p>Utilizzando immagini disegnate a penna e osservando la struttura della grafite, gli studenti saranno in grado di spiegare perché la penna lascia un segno. La ragione è che il debole legame tra gli strati di grafite si rompe. La penna lascia una traccia più scura quando si rompono più connessioni tra gli strati di grafite. Poi ci si concentrerà sullo studio dello strato di grafite noto come grafene. Il grafene ha una struttura cristallina bidimensionale in cui gli atomi di carbonio restano piatti. Ogni strato è costituito da anelli esagonali. In ogni strato di grafite sono presenti elettroni delocalizzati che la rendono un materiale conduttore di una corrente elettrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Video – Struttura della grafite (Tempo: 1.21 - 2.17) • Video per gli studenti croati – Struttura della grafite (Tempo: 0.30 - 1.25) <p>Dopo aver guardato i video, gli studenti saranno divisi in gruppi e studieranno l'uso del grafene partendo da</p>	



Denominazione e dell'attività	Procedimento	Tempo
	informazioni trovate su Internet. Presenteranno i loro risultati in un discorso di 1 minuto utilizzando il modello di Sway o qualche altro strumento online.	
Prodotti di apprendimento	Relazioni scritte degli studenti sui risultati preliminari	
3^a lezione		
Materia STEM 2	Fisica	45'
Prodotti di apprendimento	<p>In Fisica, gli studenti impareranno le proprietà fisiche della grafite.</p> <p>1° esperimento – conducibilità elettrica della grafite Gli studenti creeranno un semplice circuito con batteria, lampadina, conduttori e interruttore. Quindi collegheranno una bacchetta di grafite al circuito e noteranno che l'elettricità scorre attraverso di essa. Gli studenti mettono in relazione la proprietà della conducibilità della grafite con la sua struttura appresa in chimica (elettrone non legato).</p> <p>2° esperimento – conducibilità termica della grafite Gli studenti immergeranno alcuni materiali diversi (ad esempio plastica, metallo, legno) e della grafite in acqua calda. Quindi osserveranno quali materiali sono buoni conduttori di calore e quali no.</p>	
4^a lezione		
Materia STEM 3	Informatica (TIC)	180'
Preparazione dei modelli 3D	<p>1° Modellazione 3D di molecole e di uno strato di grafene</p> <p>Durante la lezione di Informatica, agli studenti sarà presentata l'applicazione Avogadro specializzata nella creazione di modelli molecolari stampabili in 3D. Durante la creazione 3D della molecola e dello strato di grafene, esploreranno i modi di memorizzare i risultati in un formato di file appropriato</p>	90'



Denominazione e dell'attività	Procedimento	Tempo
	<p>adatto ai programmi di modellazione 3D. Inoltre, saranno introdotti all'idea di utilizzare la modellazione e la simulazione acquisendo nuove conoscenze e come potrebbe essere vantaggioso.</p> <p>2° Preparazione e stampa 3D</p> <p>Gli studenti esploreranno un software per la stampa 3D e riconosceranno il formato di file adatto per il software di stampa 3D collegato alla stampante 3D. Lavorando in gruppo, gli studenti esploreranno il processo di stampa 3D, creeranno e prepareranno il proprio file (.gcode) per la stampa 3D. Dopo aver creato correttamente il file gcode, ogni gruppo stamperà il proprio strato di grafene che verrà utilizzato successivamente nella lezione finale e nella lezione di chimica. Durante questo compito, lo studente riconoscerà e studierà l'applicazione interdisciplinare del pensiero computazionale analizzando e risolvendo problemi selezionati in diverse aree di apprendimento.</p>	90'
Prodotti di apprendimento	<ul style="list-style-type: none"> • File con codice • Prodotti finali 	
5ª lezione		
Materia STEM 3	Informatica (TIC)	90'
Materia non STEM 1	Lingua inglese	90'
Preparazione della presentazione; lavoro di gruppo e video	<p>Gli studenti prepareranno la presentazione finale di gruppo di un massimo di 3 minuti, sotto forma di un TED talk, TeachMeet o utilizzando qualsiasi altro strumento online. Lo scopo della presentazione è spiegare perché il grafene è il "materiale miracoloso del XXI secolo".</p>	



Denominazione e dell'attività	Procedimento	Tempo
	<p>Lo studente sarà intervistato (nella propria lingua madre) in merito alla sua esperienza nell'approccio di apprendimento interdisciplinare. Dopodiché, gli studenti tradurranno le loro risposte in inglese e realizzeranno i sottotitoli per il video di un'intervista.</p>	
<p>Prodotti di apprendimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presentazione della classe • Trascrizioni e appunti dell'intervista 	

Durante la prima lezione verranno raccolte informazioni iniziali sul grafene e sulla sua applicazione nella vita reale (sondaggio o discussione).

Durante ogni lezione, si svolgeranno diverse valutazioni formative sotto forma di sondaggio, rubriche o quiz con lo scopo di raccogliere informazioni sull'adattamento dei risultati di apprendimento.

Le presentazioni finali di gruppo saranno organizzate sotto forma di TeachMeet o altro strumento (ad esempio 3 minuti per gruppo). La valutazione finale sarà effettuata dagli studenti secondo le rubriche preparate dagli insegnanti.

Ogni studente sarà intervistato sui metodi forniti durante il processo di insegnamento (strumenti digitali, apprendimento basato sui problemi e sui progetti, IBL, utilizzo di una stampante 3D, lavoro di gruppo, collaborazione, apprendimento attivo ecc.).

Per quanto riguarda i risultati dell'insegnamento e del lavoro di squadra complessivo, durante l'attuazione dello scenario di apprendimento, gli studenti hanno provato diversi esperimenti durante la lezione di fisica che si sono dimostrati adatti e hanno avuto molto successo. Ciò ha permesso agli studenti di concludere che la grafite è un buon conduttore di elettricità e di comprendere e collegare ulteriormente diversi concetti delle materie scientifiche. Inoltre, durante l'esperimento, gli studenti hanno avuto l'idea di verificare se i gioielli in oro sono buoni conduttori di elettricità. Una sfida particolare è stata la produzione di modelli in grafene



utilizzando stampanti 3D. Gli studenti, con l'aiuto dell'insegnante, hanno creato una struttura in grafene nel programma Avogadro e poi l'hanno utilizzata come progetto per una stampante 3D.

Gli studenti hanno formulato le loro osservazioni personali durante gli esperimenti fisici e chimici. In un programma di modellazione molecolare appropriato, hanno creato il proprio modello di molecola di grafene (file) e l'hanno adattato per la stampa su una stampante 3D. I lavori di maggior successo sono stati stampati su una stampante 3D.

Le domande sulla vita reale a cui abbiamo appena cercato di rispondere sono legate allo sviluppo della tecnologia. Così, gli studenti, studiando le proprietà fisiche e chimiche del grafene, possono rispondere alla domanda su come sono realizzati i touch screen o i pannelli solari. Inoltre, saranno in grado di giungere a delle conclusioni sulla struttura del grafene attraverso domande più semplici, come il motivo per cui la penna lascia un segno sulla carta. Imparando a conoscere il grafene attraverso diverse materie scolastiche, abbiamo presentato l'argomento ai nostri studenti in modo comprensibile. Se avessimo affrontato l'argomento in modo indipendente, sarebbe stato molto più difficile per noi insegnanti spiegare agli studenti questo argomento piuttosto complesso. Attraverso la cooperazione, ci siamo incoraggiati a vicenda a pensare in modo creativo e a ideare le migliori forme di insegnamento per ciascuna delle singole materie che insegniamo. Si può dire che questo modo di insegnare è una scelta vincente per tutti perché è ottimo sia per gli studenti che per gli insegnanti.

Per quanto riguarda il tempo assegnato e le sfide generali affrontate da insegnanti e studenti, la sfida più grande per gli insegnanti è stata quella di escogitare un modo per coordinare l'insegnamento nelle nuove condizioni causate dall'epidemia di COVID-19. Ad esempio, agli studenti non è stato permesso di condividere materiali di lavoro durante l'esperimento e abbiamo lavorato solo con un determinato gruppo di studenti. L'implementazione è avvenuta a settembre 2020 e il tempo assegnato è stato sufficiente, ma i limiti riguardano principalmente il numero complessivo di studenti coinvolti in ciascuna attività e, in alcune occasioni, la difficoltà a collaborare tra loro. Le attività selezionate menzionate nello scenario di apprendimento sono state implementate o modificate rispetto alla situazione causata dalla pandemia di COVID-19. Così, gli studenti hanno elaborato interessanti presentazioni sul grafene in lingua croata o inglese invece della presentazione finale di gruppo sotto forma di TED TALK

Abbiamo dovuto adattare il nostro scenario di insegnamento in modo da proteggere la salute di tutti i partecipanti. Durante la pianificazione e l'esecuzione degli esperimenti chimici e fisici, ci siamo rigorosamente assicurati che gli studenti non condividessero i materiali di lavoro e che lavorassero in gruppi di persone che condividevano già l'aula ogni giorno. Una sfida particolare è stata la realizzazione delle lezioni di informatica, dal momento che si tratta di una materia elettiva in cui ogni gruppo presenta studenti provenienti da classi diverse. Le lezioni sono state eseguite in piccoli gruppi di studenti. Tale organizzazione ha leggermente prolungato la realizzazione dello scenario. A causa delle particolari condizioni di lavoro, abbiamo svolto alcune attività attraverso l'ambiente online: cooperazione e comunicazione con gli studenti in merito alle attività del progetto, preparazione e presentazione dei contenuti



digitali degli studenti sul tema del grafene e infine raccolta dei feedback. Prima di tutto, gli studenti hanno apprezzato la realizzazione del progetto. Questo progetto è stato realizzato con studenti del settimo anno che si avvicinavano per la prima volta alle leggi chimiche e fisiche. Tuttavia, occorre evidenziare alcuni dei momenti migliori. In primo luogo, durante una lezione di chimica, l'insegnante ha avuto l'idea che il modo migliore per spiegare agli studenti cos'è il grafene era prendere del nastro adesivo, attaccarlo a un pezzo di grafite e spiegare che quello che rimane sul nastro adesivo è il grafene. In secondo luogo, durante le lezioni di Fisica, gli studenti hanno esaminato la conducibilità elettrica della grafite. Dopodiché, gli studenti hanno concluso che la grafite, ma anche i metalli, conducono elettricità. Poi una studentessa ha avuto l'idea di controllare se il suo orecchino d'oro conduce elettricità. È rimasta molto soddisfatta quando ha visto la lampadina brillare. In terzo luogo, tuttavia, gli studenti sono stati più entusiasti quando si sono resi conto che la stampante 3D stava realizzando un modello di molecola di grafene secondo il loro progetto del programma Avogadro. Gli studenti sono stati guidati solo attraverso una video lezione su come utilizzare il programma Avogadro che è servita come modello per realizzare una molecola di grafene in una stampante 3D. Inoltre, attraverso un sondaggio in Forms, abbiamo raccolto informazioni sulla valutazione del progetto stesso e sulle impressioni degli studenti.

Oltre ai consueti consensi che i genitori hanno firmato per la partecipazione dei propri figli al progetto, abbiamo ricevuto feedback tramite comunicazione online sulla loro soddisfazione riguardo alla realizzazione di questo progetto. Probabilmente alcuni di loro hanno anche lavorato con i loro figli su un incarico di progetto. Il feedback degli studenti è stato raccolto tramite questionari utilizzando l'applicazione Forms e la comunicazione aperta in aula e chat/post online tramite aule virtuali.

