



Co-funded by  
the European Union

# 9\_ Il mondo invisibile dentro di noi: come i microbi intestinali influenzano la nostra salute



**BIOS4YOU**  
**AR 2.0**

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS  
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





## Contenuti

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Introduzione</b> ..... | 3 |
| <b>Esplorare:</b> .....   | 4 |
| <b>Eseguire:</b> .....    | 5 |
| <b>Potenziare:</b> .....  | 7 |
| <b>Conclusioni</b> .....  | 9 |





|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Argomento generale del percorso di apprendimento</b> | Il mondo invisibile dentro di noi: come i microbi intestinali influenzano la nostra salute                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Nome specifico dell'unità di apprendimento</b>       | <i>Il mondo invisibile dentro di noi</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Età degli utenti target</b>                          | 14-18 anni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Requisiti necessari per gli studenti</b>             | Conoscenza di base della biologia cellulare (batteri, sistemi del corpo umano).<br>Conoscenza della digestione e dell'alimentazione.<br>Interesse per la salute, la medicina e i processi invisibili della biologia.<br>Apertura al lavoro di gruppo, ai progetti creativi e agli strumenti di apprendimento digitali/AR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Descrizione dell'unità di apprendimento</b>          | Questa unità mostra come il microbioma intestinale non sia solo una curiosità nascosta, ma un forte alleato per la nostra salute. Nella fase "Esplorare", gli studenti scopriranno i concetti di base della diversità e della funzione microbica. Nella fase "Eseguire", la Realtà Aumentata e le attività interattive permetteranno loro di entrare all'interno del microbioma e di osservare come i microbi digeriscono il cibo, tutelano la salute o favoriscono l'insorgere di patologie. Nella fase "Potenziare", rifletteranno sulle implicazioni per la nutrizione, la medicina e la vita quotidiana. Grazie alla realtà aumentata, i processi invisibili diventano visibili e la scienza astratta si trasforma in un viaggio pratico. Gli studenti non solo acquisiscono conoscenze sui microbi intestinali, ma sviluppano anche un pensiero critico su come applicare questa scienza alla salute personale e alle sfide globali. Il mondo invisibile dentro di noi ci ricorda che siamo ecosistemi, non individui. Più impariamo a vivere in armonia con i nostri partner microbici, più la nostra vita sarà sana e sostenibile. |





|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Argomenti e destinatari</b>                                              | Argomenti: Biologia, Scienze della salute, Nutrizione, Alfabetizzazione digitale, Etica.<br>Destinatari: Studenti, insegnanti ed esperti ospiti facoltativi (nutrizionisti, microbiologi o operatori sanitari).                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Parole chiave</b>                                                        | Microbioma, salute, digestione, probiotici, disbiosi, nutrizione, apprendimento AR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Conoscenze, abilità e competenze chiave che possono essere acquisite</b> | Conoscenze:<br><br>Struttura e diversità del microbioma intestinale.<br><br>Impatto della dieta e dello stile di vita sull'equilibrio microbico.<br><br>Abilità:<br><br>Uso della realtà aumentata per visualizzare processi biologici invisibili.<br><br>Elaborazione di progetti legati alla salute (ad esempio, menù rispettosi del microbioma).<br><br>Lavoro scientifico di gruppo, comunicazione e analisi di casi di studio.<br><br>Riflessione critica su questioni etiche, cliniche e nutrizionali. |
| <b>Risorse e supporti didattici utilizzati</b>                              | Strumenti digitali/AR: simulazioni AR interattive del microbioma; Merge Cube AR; Google Expeditions AR.<br><br>Video e media - Siti web:<br><ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="https://asknature.org">Asknature.org</a> (biomimetica comparativa per microbi ed ecosistemi).</li><li>• Microbiota intestinale per la salute.</li></ul><br>Materiali didattici: immagini al microscopio, modelli di batteri, tabelle alimentari, registri di laboratorio di riflessione.                        |
| <b>Criteri di giudizio e valutazione</b>                                    | La valutazione combina una valutazione didattica (feedback durante gli esercizi AR, riflessioni) e una valutazione sommativa (presentazioni finali, progetti e valutazioni basate sull'AR).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |





## Introduzione

Spesso pensiamo a noi stessi come individui, ma all'interno di ognuno di noi vive una vibrante comunità di trilioni di minuscoli organismi: batteri, funghi, virus e altri microbi. Conosciuti collettivamente come microbiota intestinale, questi microscopici compagni svolgono un ruolo straordinario nella nostra vita quotidiana. Ci aiutano a digerire il cibo, allenano il nostro sistema immunitario, producono vitamine essenziali e influenzano persino il nostro umore e le nostre funzioni cerebrali.

Il microbioma intestinale umano è stato definito un “organo dimenticato” perché, sebbene sia invisibile a occhio nudo, lavora a fianco delle nostre cellule per mantenere l'equilibrio e la salute. Capire come funzionano i microbi intestinali apre nuove porte alla medicina, alla nutrizione e persino al benessere mentale. Questa unità conduce gli studenti in un viaggio nel mondo nascosto dentro di loro, utilizzando attività interattive e la realtà aumentata (AR) per dare vita a questo universo microscopico.

La parola “microbo” deriva dal greco *mikros* (piccolo) e *bios* (vita). I microbi comprendono batteri, archei, funghi, protozoi e virus. Alcuni vivono nel suolo, altri nell'acqua e miliardi vivono all'interno del nostro corpo, influenzando silenziosamente la nostra salute ogni giorno.

L'esistenza dei microbi è rimasta sconosciuta fino all'invenzione del microscopio nel Diciassettesimo secolo. Lo scienziato olandese **Antonie van Leeuwenhoek** fu il primo a osservarli intorno al 1674, utilizzando lenti da lui stesso costruite. Egli chiamò queste minuscole creature “*animalcules*” dopo averle viste dimenarsi in una goccia d'acqua di stagno. Questo fu un punto di svolta nella scienza: per la prima volta l'umanità si rese conto che esisteva un intero mondo invisibile che coesisteva con noi.





Più tardi, nel Diciannovesimo secolo, scienziati come **Louis Pasteur** e **Robert Koch** dimostrarono che i microbi potevano causare patologie, dando origine alla “teoria dei germi”. Pasteur dimostrò che i microrganismi erano responsabili della fermentazione e del deterioramento degli alimenti e sviluppò il processo di pastorizzazione per rendere sicuro il latte. Koch, nel frattempo, identificò i microbi specifici responsabili della tubercolosi e del colera, gettando le basi della microbiologia moderna.

Ma i microbi non sono solo agenti patogeni. La ricerca moderna ha rivelato il loro ruolo essenziale nella salute e nell'ecologia. Nel nostro intestino, i microbi aiutano a digerire le fibre vegetali complesse, producono vitamine, formano il nostro sistema immunitario e proteggono dagli invasori esterni. Oggi gli scienziati utilizzano il sequenziamento avanzato del DNA per studiare il microbioma, scoprendo connessioni tra i microbi e patologie come l'obesità, la depressione e le patologie autoimmuni.

Per rendere più accessibile questo mondo complesso, gli studenti possono guardare animazioni che mostrano i batteri che scompongono le molecole di cibo o immagini al microscopio di colonie microbiche che crescono su una Piastra di Petri. Gli insegnanti possono orientare la discussione con domande come: “Se i microbi sono invisibili ad occhio nudo, come facciamo a sapere che esistono?” o “Perché alcuni microbi ci fanno ammalare mentre altri ci tengono in vita?”.

Al termine di questa fase, gli studenti capiranno che i microbi non sono solo le forme di vita più antiche e abbondanti sulla Terra, ma anche i nostri compagni di viaggio abituali. Sono amici e nemici allo stesso tempo, e plasmano gli ecosistemi, la storia dell'uomo e la nostra salute in modi che stiamo ancora scoprendo.

## Esplorare:

Nella fase “Esplorare”, gli studenti sviluppano le loro conoscenze di base sul microbioma intestinale.





Per prima cosa, impareranno che l'intestino umano ospita più microbi di quante stelle ci siano nella Via Lattea: circa 100.000 miliardi. La maggior parte di questi microbi vive nell'intestino crasso e forma comunità complesse che interagiscono tra loro e con il nostro corpo.

Concetti chiave introdotti:

- **Composizione:** nell'intestino coesistono batteri, funghi, virus e archei.
- **Funzioni:** i microbi intestinali scompongono le fibre in nutrienti, producono vitamine come la B12 e la K, regolano il sistema immunitario e aiutano a difendersi dagli agenti patogeni dannosi.
- **Impatto sulla salute:** un microbioma equilibrato favorisce il benessere, mentre gli squilibri (chiamati disbiosi) sono legati a obesità, diabete, allergie, depressione e disturbi autoimmuni.
- **Alimentazione:** gli alimenti ricchi di fibre (come la frutta, la verdura e i cereali integrali) e gli alimenti fermentati (come lo yogurt, il kimchi e il kefir) aiutano a sostenere la salute del microbioma.
- **L'asse intestino-cervello:** la comunicazione tra i microbi intestinali e il sistema nervoso mostra come il microbioma possa influenzare lo stress, l'umore e le funzioni cognitive.

Le risorse in classe possono includere animazioni che mostrano come i batteri digeriscono le fibre, casi di studio sull'uso di probiotici e discussioni interattive come: “Se i microbi sono invisibili, come facciamo a sapere che esistono e cosa fanno?”.

Al termine di questa fase, gli studenti disporranno di una solida mappa concettuale del mondo microbico invisibile e della sua importanza per la salute quotidiana.

## Eseguire:

In questa fase, gli studenti cessano di essere studenti passivi e iniziano ad agire come esploratori del microbioma. Attraverso le applicazioni AR, si “rimpiccioliscono” fino a raggiungere dimensioni microscopiche ed entrare





nell'intestino umano, dove possono osservare il dinamico mondo di trilioni di microbi. L'ambiente AR trasforma la biologia astratta in un universo vivente e interattivo.

#### Funzionalità AR:

- Un modello 3D interattivo dell'intestino permette agli studenti di ingrandire le colonie microbiche, ruotarle e vedere come le diverse specie si raggruppano nelle varie parti dell'intestino.
- Le animazioni dinamiche mostrano i batteri che scindono le fibre alimentari in acidi grassi a catena corta, che vengono poi assorbiti dal rivestimento intestinale e utilizzati come fonte di energia.
- Una simulazione “prima e dopo” mette a confronto un microbioma sano con uno alterato da antibiotici, stress o dieta scorretta, rendendo immediatamente visibili le conseguenze dello squilibrio.

#### Esercizi pratici:

- Attività AR 1. Incontrare gli alleati: gli studenti esplorano un microbioma intestinale equilibrato, identificando batteri utili comuni come i Bifidobacteria e i Lattobacilli. Osservano come questi microbi interagiscono e cooperano nella digestione del cibo e nella produzione di vitamine.
- Attività AR 2. Quando le cose si mettono male: gli studenti studiano un intestino disbiotico, identificando i microbi utili mancanti o la proliferazione di specie dannose. Dovranno poi prevedere le potenziali conseguenze sulla salute (ad esempio, cattiva digestione, infiammazione o indebolimento del sistema immunitario).

**Sfida nutrizionale:** gli studenti simulano l'effetto della somministrazione di alimenti diversi all'intestino: verdure ricche di fibre che aumentano la diversità microbica o alimenti processati e zuccherati che portano a uno squilibrio. Questo dimostra come la dieta influenzi direttamente la comunità microbica.

**Progetto di gruppo:** Lavorando come “dietologi”, i gruppi elaborano un menu microbiologico per la dieta quotidiana di un adolescente. Giustificano le loro scelte collegando gli alimenti ai benefici microbici.





### **Esempi del mondo reale:**

In Danimarca, gli studenti delle scuole secondarie hanno partecipato a progetti di cittadinanza scientifica attiva sequenziando il proprio microbioma intestinale e analizzando i risultati in collaborazione con i laboratori universitari.

In Giappone, le scuole hanno creato orti ispirati ai microbiomi, insegnando come i microbi del suolo e dell'intestino contribuiscano alla salute umana.

### **Raccolta di feedback:**

L'applicazione AR fornisce un feedback in tempo reale: ad esempio, quando gli studenti aggiungono fibre alla simulazione, possono immediatamente vedere proliferare i batteri utili.

Gli insegnanti osservano il lavoro di squadra e la creatività, osservando il modo in cui i gruppi elaborano diete equilibrate o spiegano i loro ragionamenti.

Gli studenti tengono un registro di riflessione, scrivendo ciò che li ha sorpresi di più: Si sono resi conto che i microbi possono influenzare l'umore? Si aspettavano che la dieta modificasse le comunità microbiche così rapidamente?

Questa fase permette di trasformare la conoscenza in pratica e la pratica in intuizione.

## **Potenziare:**

In questa fase gli studenti si spingono oltre l'osservazione, fino all'**immaginazione e all'applicazione**. L'obiettivo è usare ciò che hanno imparato per riflettere su implicazioni più ampie per la salute, la medicina e la società.

### **Come la Realtà Aumentata rafforza la comprensione:**





Con la Realtà Aumentata, i processi invisibili diventano visibili. Gli studenti possono osservare un batterio che invia segnali di risposta alle cellule immunitarie in caso di infezione, oppure osservare la connessione intestino-cervello quando i sottoprodotti microbici influenzano i neuroni.

Collegando i processi microscopici ai risultati della salute nel mondo reale, la realtà aumentata rende la biologia più tangibile e rilevante.

### **Apprendimento interattivo:**

Gli studenti sono guidati attraverso dibattiti e creazione di scenari:

- *Le terapie personalizzate basate sui microbiomi potrebbero un giorno sostituire gli antibiotici?*
- *Le scuole dovrebbero integrare i probiotici e i prebiotici nei programmi alimentari?*
- *Se i microbi intestinali influenzano la salute mentale, i medici dovrebbero “prescrivere” diete invece di pillole?*

Queste discussioni incoraggiano il pensiero critico, collegando la scienza all'etica e alla società.

### **Contenuti gamificati:**

- **Punti e riconoscimenti** assegnati per le attività AR completate con successo, come ad esempio l'identificazione corretta dei ruoli dei batteri.
- **Classifiche** che evidenziano la collaborazione e la creatività durante i progetti di gruppo.
- **Le missioni e i livelli** accompagnano gli studenti da attività semplici (identificare i microbi) a simulazioni complesse (costruire un ecosistema microbico resistente).
- **Premi per l'esplorazione:** gli studenti vengono premiati se propongono strategie innovative per la nutrizione o la salute ispirate alla scienza del microbioma.
- **Incarichi di collaborazione:** i gruppi elaborano una campagna a livello scolastico per promuovere la salute del microbioma, come ad esempio poster su spuntini sani o una “sfida per la salute dell'intestino” digitale per i loro compagni.





### **Valutazioni basate sulla realtà aumentata:**

Invece di un test tradizionale, gli studenti presentano progetti basati sulla realtà aumentata. Ad esempio, potrebbero creare un modello 3D in realtà aumentata che metta a confronto un microbioma sano e uno malsano, raccontando come la dieta e lo stile di vita influenzino le comunità microbiche. Gli insegnanti valutano non solo l'accuratezza, ma anche la creatività e la capacità di risoluzione di problemi.

## **Conclusioni**

Questa unità mostra come il microbioma intestinale non sia solo una curiosità nascosta, ma un forte alleato per la nostra salute. Nella fase "Esplorare", gli studenti scopriranno i concetti di base della diversità e della funzione microbica. Nella fase "Eseguire", la Realtà Aumentata e le attività interattive permetteranno loro di entrare all'interno del microbioma e di osservare come i microbi digeriscono il cibo, tutelano la salute o favoriscono l'insorgere di patologie. Nella fase "Potenziare", rifletteranno sulle implicazioni per la nutrizione, la medicina e la vita quotidiana. Grazie alla realtà aumentata, i processi invisibili diventano visibili e la scienza astratta si trasforma in un viaggio pratico. Gli studenti non solo acquisiscono conoscenze sui microbi intestinali, ma sviluppano anche un pensiero critico su come applicare questa scienza alla salute personale e alle sfide globali. Il mondo invisibile dentro di noi ci ricorda che siamo ecosistemi, non individui. Più impariamo a vivere in armonia con i nostri partner microbici, più la nostra vita sarà sana e sostenibile.





| Fase       | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Esplorare  | - Ricerca e scoperta: gli studenti cominciano a scoprire cosa sono i microbi e come sono stati osservati per la prima volta al microscopio da pionieri come Antonie van Leeuwenhoek. Imparano che trilioni di microbi vivono all'interno dell'intestino umano, formando una comunità nota come microbioma. Questi microbi svolgono ruoli essenziali nella digestione, nell'immunità, nella produzione di vitamine e persino nella salute mentale.                                                                      |
|            | - Sviluppo dei contenuti: i contenuti introducono la differenza tra un microbioma equilibrato e la disbiosi, collegando la salute microbica alle scelte quotidiane come la dieta e lo stress.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|            | - Analisi dei bisogni: poiché i microbi sono invisibili, gli studenti spesso faticano a immaginarne il funzionamento. Sono necessari strumenti visivi, modelli AR e spiegazioni interattive per rendere chiari e comprensibili processi astratti come la digestione delle fibre o la regolazione immunitaria.                                                                                                                                                                                                          |
| Eseguire   | - Attuazione del programma: gli studenti passano dalla teoria alla pratica attraverso simulazioni del microbioma intestinale. Possono ingrandire i batteri che interagiscono con le molecole del cibo, confrontare l'intestino sano e quello non sano ed esplorare il modo in cui le diverse diete influenzano l'equilibrio microbico.                                                                                                                                                                                 |
|            | - Esercizi interattivi:<br>Attività 1: identificare i batteri utili in un intestino sano.<br>Attività 2: diagnosticare eventuali problematiche di uno squilibrio del microbioma e prevedere le conseguenze per la salute.<br>Sfida nutrizionale: simulare come le diete ricche di fibre e quelle ad alto contenuto di zuccheri modificano il microbioma.<br>Progetto di gruppo: elaborare un "menu amico del microbioma" e presentarlo in qualità di dietologi.                                                        |
|            | - Raccolta di feedback:<br>Le app AR forniscono un feedback immediato.<br>Gli insegnanti osservano il lavoro di squadra e il ragionamento durante i progetti.<br>Gli studenti scrivono su un registro le riflessioni su ciò che li ha sorpresi di più riguardo all'influenza dei microbi sulla salute.                                                                                                                                                                                                                 |
|            | - Integrazione AR: Gli strumenti AR ampliano l'esperienza di apprendimento mostrando processi altrimenti invisibili: i microbi producono vitamine, allenano il sistema immunitario o segnalano il cervello. In questo modo, le connessioni tra microbiologia e salute personale diventano più chiare.                                                                                                                                                                                                                  |
| Potenziare | - Apprendimento interattivo: gli studenti si impegnano in dibattiti e scenari                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|            | <b>Contenuti gamificati:</b><br>Punti e riconoscimenti: si ottengono completando le attività AR.<br>Classifiche: premiano il lavoro di squadra e la creatività.<br>Missioni e livelli: guidano gli studenti dall'identificazione dei microbi alla costruzione di ecosistemi resistenti.<br>Premi per l'esplorazione: crediti extra per campagne dietetiche o sanitarie creative.<br>Attività di collaborazione: i gruppi elaborano una campagna di sensibilizzazione a livello scolastico sulla salute del microbioma. |
|            | <b>Valutazioni basate sull'AR:</b><br>Invece di un test, gli studenti presentano progetti basati sull'AR, ad esempio un modello 3D che confronta microbiomi sani e disbiotici. La valutazione si concentra sull'accuratezza scientifica, sulla creatività, sul lavoro di squadra e sulla capacità di collegare i microbiomi ai risultati della salute nel mondo reale.                                                                                                                                                 |





## Riferimenti

Blevins, S. M., & Bronze, M. S. (2010). Robert Koch and the 'golden age' of bacteriology. *International Journal of Infectious Diseases*, 14(9), e744–e751.

Gest, H. (2004). The discovery of microorganisms by Robert Hooke and Antoni van Leeuwenhoek, fellows of the Royal Society.

Gut Microbiota for Health. (2025, March 19). Clinical translation of microbiome research: Takeaways from the 2025 GMFH Summit. <https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/clinical-translation-of-microbiome-research-takeaways-from-the-2025-gmfh-summit/>

Frontiers in Microbiology. (2025). Dietary interventions to promote a healthy gut microbiome: Advances and challenges. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2025.1527755/full>

Liu, S., Zhang, Y., & Chen, H. (2025). Gut microbiota and human health: Key bacterial species and therapeutic strategies. *Frontiers in Immunology*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39926224/>

Wang, X., et al. (2024). Advances in microbial isolation techniques: From culturomics to microfluidics. <https://mmrjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40779-024-00534-7>

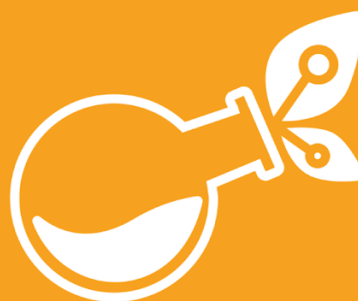
Pasolli, E., et al. (2024). Expanding global microbiome diversity: Insights from 160,000 reanalyzed samples across 68 countries. <https://biologicalsciences.uchicago.edu/news/gut-microbiome-data-underscores-gaps-global-representation>

Li, Y., & Zhou, W. (2025). Gut microbiome and cognition: Mechanistic insights into the gut-brain axis. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667242125001216>





Co-funded by  
the European Union



# BIOS4YOU

## AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS  
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

\*Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.\*