



Co-funded by
the European Union

25_Acquaponica: Soluzioni per il future basate sulla natura



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

Introduzione	3
Esplorare:	3
Eseguire:	5
Potenziare:	6
Conclusioni	7





Argomento generale del percorso di apprendimento	Acquaponica: Soluzioni per il futuro basate sulla natura
Nome specifico dell'unità di apprendimento	Acquaponica: Soluzioni per il futuro basate sulla natura
Età degli utenti target	14-18 anni
Requisiti necessari per gli studenti	Conoscenza di base della biologia e degli ecosistemi (produttori, consumatori); curiosità per le questioni ambientali; capacità di lavorare in gruppo; apertura all'uso di strumenti digitali e AR.
Descrizione dell'unità di apprendimento	Questa unità introduce gli studenti ai principi scientifici, tecnici ed ecologici che stanno alla base dell' acquaponica , un sistema integrato che combina acquacoltura (allevamento di pesci) e idroponica (coltivazione di piante senza terra). Gli studenti esplorano la fragilità dell'equilibrio dell'ecosistema, sperimentano la costruzione di un mini impianto di acquaponica e utilizzano la Realtà Aumentata (AR) per visualizzare i cicli dei nutrienti e progettare edifici eco-sostenibili. La metodologia segue il modello Esplorare - Eseguire - Potenziare , in modo da guidare gli studenti dalla ricerca e dalla scoperta, attraverso la creazione pratica, fino alla riflessione e alle applicazioni innovative.
Argomenti e destinatari	Argomenti: biologia, scienze ambientali, ingegneria/tecnologia, design e architettura; Destinatari: insegnanti in qualità di facilitatori; studenti in qualità di ricercatori, progettisti e risolutori di problemi.
Parole chiave	Acquaponica, equilibrio dell'ecosistema, soluzioni basate sulla natura, sostenibilità, sistemi circolari, Realtà Aumentata, design bio-ispirato.





Conoscenze, abilità e competenze chiave che possono essere acquisite	Conoscenza: dinamiche degli ecosistemi, applicazioni AR nella scienza. Abilità: problem-solving, lavoro di squadra, progettazione sperimentale, raccolta dati, apprendimento basato sul design, uso creativo della AR. Qualifiche/Competenze: capacità di applicare i principi della sostenibilità, pensiero critico, alfabetizzazione digitale, connessioni interdisciplinari (biologia + ingegneria + design).
Risorse e supporti didattici utilizzati	Caso di studio (<i>Il lago morente</i>), attività di gioco di ruolo, materiali di laboratorio per mini sistemi di acquaponica (recipienti, pompe, piante, pesci), registri di laboratorio digitali, app AR per la visualizzazione dei cicli dei nutrienti e la progettazione di eco-edifici, strumenti di gamification (punti, riconoscimenti, classifiche).
Criteri di giudizio e valutazione	La valutazione si basa su: Conoscenze, abilità pratiche, collaborazione, creatività e innovazione, uso dell'AR e del digitale, coinvolgimento.





Introduzione

Nel Ventunesimo secolo, la crescita della popolazione mondiale ha aumentato drasticamente la pressione sulle risorse naturali come l'acqua e il suolo. L'agricoltura industriale e l'acquacoltura hanno contribuito in modo significativo all'inquinamento delle acque, rilasciando elevate quantità di azoto, fosforo e fertilizzanti chimici negli ecosistemi acquatici. Di conseguenza, le risorse di acqua dolce sono a rischio, la biodiversità è in declino e l'equilibrio ambientale è a rischio.

Per affrontare queste sfide, le organizzazioni internazionali e i ricercatori si rivolgono sempre più spesso alle soluzioni basate sulla natura: pratiche sostenibili ispirate ai processi naturali che migliorano la qualità dell'ambiente riducendo l'impatto umano. Una delle più promettenti è l'acquaponica, un sistema integrato che combina l'acquacoltura (allevamento di pesci) con l'idroponica (coltivazione di piante senza terra). Nell'acquaponica, l'acqua ricca di nutrienti proveniente dalle vasche dei pesci viene riciclata attraverso le aiuole delle piante, dove viene filtrata naturalmente.

Questa unità didattica introduce gli studenti dai 15 ai 18 anni ai principi scientifici, tecnici ed ecologici alla base dell'acquaponica. Attraverso scenari sperimentali, Realtà Aumentata (AR) e apprendimento basato sul design, gli studenti esplorano come la biologia e l'ingegneria possano intersecarsi per sviluppare sistemi sostenibili di riutilizzo dell'acqua e ispirare soluzioni architettoniche eco-compatibili.

Esplorare:

Introduzione all'acquaponica e al recupero dell'acqua ispirato alla natura





L'acquaponica è un sistema innovativo di produzione alimentare che combina l'acquacoltura (l'allevamento dei pesci) con l'idroponica, la coltivazione senza terra delle piante. In questo ciclo chiuso, i rifiuti prodotti dai pesci diventano un fertilizzante naturale per le piante, mentre queste ultime filtrano e puliscono l'acqua prima che torni nelle vasche dei pesci. In questo modo si crea un ecosistema autosufficiente in cui ogni componente trae beneficio dall'altro, riducendo la necessità di fertilizzanti chimici e minimizzando le acque reflue. Secondo alcune ricerche, l'acquaponica può ridurre l'uso di acqua fino al 90% rispetto all'agricoltura tradizionale su suolo, poiché l'acqua viene costantemente riciclata e solo piccole quantità vengono perse per evaporazione o traspirazione delle piante (Go Green Aquaponics, 2024; CalPoly Research, 2022).

Il fulcro dell'acquaponica è il ciclo dell'azoto, un processo biologico naturale che rende i rifiuti riutilizzabili anziché dannosi. I pesci espellono ammoniaca, che in concentrazioni elevate è tossica. I batteri utili che vivono nel sistema, soprattutto i *Nitrosomonas* e i *Nitrobacter*, trasformano l'ammoniaca prima in nitriti e poi in nitrati, che le piante possono assorbire senza problemi come nutrienti. Questa trasformazione non solo sostiene la crescita delle piante, ma purifica anche l'acqua, creando un ciclo continuo di riutilizzo dei nutrienti che mantiene in salute sia i pesci che le piante (Hawaii University Aquaponics Program, 2023).

Il concetto di acquaponica è un'applicazione pratica di un'idea più ampia: le soluzioni basate sulla natura (NBS). Le NBS sono approcci che traggono ispirazione dai processi naturali e dagli ecosistemi per risolvere le moderne sfide ambientali. Invece di affidarsi a interventi industriali o chimici, le NBS imitano il modo in cui la natura regola i cicli, filtra le risorse e mantiene l'equilibrio. Ad esempio, le zone umide depurano naturalmente l'acqua, i tetti verdi assorbono la pioggia e riducono il deflusso e l'acquaponica riutilizza l'acqua replicando le relazioni che si trovano negli stagni o nei fiumi naturali. Implementando le NBS, le comunità non solo riducono l'impatto ambientale,





ma aumentano anche la resilienza e la biodiversità (Commissione Europea, 2021; FAO, 2021).

L'insieme di questi concetti evidenzia l'efficienza e la sostenibilità dell'acquaponica. Dimostra come l'acqua possa essere riutilizzata anziché sprecata, come i batteri agiscano come collaboratori invisibili nella produzione alimentare e come i sistemi bio-ispirati possano sostituire i metodi industriali nocivi per l'ambiente. Più che una tecnica agricola, l'acquaponica è un modello educativo di come l'uomo possa lavorare con i cicli naturali, anziché contro di essi, un approccio sempre più vitale per affrontare sfide globali come i cambiamenti climatici, la scarsità d'acqua e una vita urbana sostenibile.

Attività AR:

Casi di studio del mondo reale: contaminazione dell'acqua da parte dei fertilizzanti, degrado dell'ecosistema.

Esperienza AR: simulazione di un ciclo dell'acqua con e senza intervento umano. Gli studenti interagiscono con un ecosistema virtuale e osservano i modelli di inquinamento e il risanamento basato sulla natura.

Eeguire:

Attuazione del programma

Gli studenti passano dalla teoria alla pratica **costruendo mini sistemi di acquaponica**. In piccoli gruppi, progettano e assemblano contenitori, pompe, vasche per pesci e aiuole per piante. Ogni gruppo sperimenta diverse specie di piante, layout del sistema e strategie di circolazione dell'acqua.

L'**applicazione AR** funge da guida digitale: sovrappone istruzioni per l'installazione passo dopo passo, confronta i sistemi degli studenti con un modello virtuale e simula potenziali problemi (ad esempio, mancanza di ossigeno o squilibrio del pH).





Esercizi interattivi

Le attività pratiche sono inquadrare come **sfide di progettazione bio-ispirate**:

- Garantire ossigeno ai pesci.
- Verificare quali specie vegetali sono adatte all'acqua ricca di nutrienti.
- Ottimizzare la circolazione dell'acqua.

Esperienze scolastiche in tutto il mondo offrono spunti di ispirazione: le scuole hawaiane usano l'acquaponica per le lezioni di biologia, mentre le scuole europee usano l'AR per simulare i cicli dell'azoto.

Raccolta di feedback

Gli studenti registrano i loro progressi in **registri di laboratorio digitali**, annotando i livelli di pH, la crescita delle piante e il comportamento dei pesci. Gli strumenti AR forniscono un **feedback immediato**, segnalando i problemi quando i dati non rientrano negli intervalli previsti. Gli insegnanti facilitano le sessioni di riflessione in cui i gruppi condividono i risultati, confrontano le scoperte e perfezionano i loro sistemi in modo collaborativo.

Potenziare:

La fase finale è dedicata alla riflessione e all'immaginazione del futuro. Gli studenti confrontano i loro sistemi: quali funzionano meglio? Quali difficoltà hanno incontrato? Quali miglioramenti suggerirebbero?

La creatività prende forma attraverso un'attività di Realtà Aumentata. Gli studenti progettano un “eco-edificio”: un edificio del futuro che integra sistemi di acquaponica per produrre cibo e purificare l'acqua. In questo modo, l'acquaponica abbandona il laboratorio e diventa un'idea concreta di architettura sostenibile.





Il dibattito finale collega l'esperienza agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG): Come può l'acquaponica contribuire a garantire acqua pulita, cibo sano e città resilienti? Quali sono i limiti di questa tecnologia?

Conclusioni

Al termine del corso, gli studenti avranno visto con i propri occhi come la natura possiede già le soluzioni: i suoi cicli chiusi, in cui nulla si perde e tutto si trasforma, sono modelli da cui imparare.

L'acquaponica diventa così più di una tecnica: è una metafora dell'equilibrio. Pesci, batteri e piante mostrano come la collaborazione e l'interdipendenza possano generare sostenibilità.

Il messaggio finale è chiaro: la sostenibilità non è un sogno lontano, ma una possibilità concreta. Le conoscenze scientifiche, la tecnologia e la creatività sono strumenti nelle mani delle nuove generazioni per immaginare un mondo diverso. E ogni studente può diventare parte di questo cambiamento.





Fase	Descrizione
Esplorare	- Ricerca e scoperta: gli studenti iniziano a indagare sulle sfide ambientali globali del Ventunesimo secolo. La rapida crescita della popolazione e l'agricoltura industriale hanno aumentato la pressione sulle risorse di acqua dolce e di suolo, mentre l'uso eccessivo di fertilizzanti ha sconvolto gli ecosistemi di tutto il mondo. Attraverso casi di studio narrativi come <i>"Il lago morente"</i>, gli studenti vedono come l'equilibrio ecologico possa crollare quando azoto e fosforo si accumulano nei sistemi idrici. Esplorano inoltre la nozione fondamentale di ecosistema: un delicato equilibrio tra produttori (piante), consumatori (animali) e decompositori (batteri). Gli studenti si rendono conto che in natura nulla viene sprecato: tutto viene riciclato in cicli continui di energia e nutrienti.
	- Sviluppo dei contenuti: i contenuti principali si concentrano sulle soluzioni basate sulla natura (NBS) come strategie ispirate ai processi ecologici. Gli studenti vengono introdotti all'acquaponica come esempio pratico di NBS: i pesci producono rifiuti, i batteri li convertono in sostanze nutritive e le piante assorbono tali sostanze pulendo l'acqua. Questo sistema a ciclo chiuso rispecchia l'equilibrio naturale e dimostra come l'uomo possa progettare una produzione alimentare sostenibile. Per rendere visibili processi invisibili, viene introdotto un modello di Realtà Aumentata (AR). Con l'AR, gli studenti possono esplorare i flussi di nutrienti, osservare i batteri "al lavoro" e visualizzare come le piante filtrano l'acqua.
	- Analisi dei bisogni: attraverso la riflessione e il dibattito in classe, gli studenti identificano il bisogno di sistemi alimentari che siano produttivi e sostenibili. Questa analisi inquadra l'acquaponica non solo come innovazione tecnica, ma anche come risposta alle sfide ambientali e sociali globali.
Eseguire	- Attuazione del programma: gli studenti passano dalla teoria alla pratica costruendo mini sistemi di acquaponica. In piccoli gruppi, progettano e assemblano recipienti, pompe, vasche per i pesci e aiuole per le piante. Ogni gruppo sperimenta diverse specie di piante, layout del sistema e strategie di ricircolo dell'acqua. L'applicazione AR funge da guida digitale: sovrappone istruzioni per l'installazione passo dopo passo, confronta i sistemi degli studenti con un modello virtuale e simula potenziali problemi (ad esempio, mancanza di ossigeno o squilibrio del pH).
	- Esercizi interattivi: Le attività pratiche sono inquadrate come sfide di progettazione bio-ispirate: • Garantire l'ossigeno ai pesci. • Verificare quali specie vegetali sono adatte all'acqua ricca di sostanze nutritive. • Ottimizzare la circolazione dell'acqua. Esperienze scolastiche in tutto il mondo offrono spunti di ispirazione: le scuole hawaiane usano l'acquaponica per le lezioni di biologia, mentre le scuole europee usano l'AR per simulare i cicli dell'azoto.
	- Raccolta di feedback: gli studenti registrano i loro progressi in registri di laboratorio digitali, annotando i livelli di pH, la crescita delle piante e il comportamento dei pesci. Gli strumenti AR forniscono un feedback istantaneo, segnalando i problemi quando i dati non rientrano negli intervalli previsti. Gli insegnanti facilitano le sessioni di riflessione in cui i gruppi condividono i risultati, confrontano le scoperte e perfezionano i loro sistemi in modo collaborativo.
Potenzialità	- Integrazione AR: in questa fase, l'AR approfondisce la comprensione consentendo agli studenti di manipolare e verificare processi complessi. Possono ingrandire l'attività batterica, simulare il collasso di una parte del sistema e vedere immediatamente gli effetti a catena sull'intero ecosistema.
	- Apprendimento interattivo: gli studenti ampliano la loro visione utilizzando l'AR per progettare edifici ecologici del futuro, integrando l'acquaponica nell'architettura sostenibile. Questa attività interdisciplinare combina biologia, ingegneria e progettazione, rendendo l'apprendimento creativo e applicato.



**Contenuti gamificati:**

- **Punti e riconoscimenti:** vengono assegnati per la raccolta accurata dei dati, per le soluzioni creative o per i miglioramenti del sistema.
- **Classifiche:** tracciano i progressi del gruppo, promuovendo una sana competizione.
- **Missioni e livelli:** ogni sfida (bilanciare i nutrienti, ottimizzare il flusso dell'acqua o aumentare la crescita delle piante) sblocca il livello successivo.
- **Premi per l'esplorazione:** crediti extra per approcci innovativi, come la sperimentazione di piante insolite.
- **Attività collaborative:** sfide di squadra in cui i gruppi condividono le risorse o risolvono sfide di sistema comuni.

Valutazioni basate su AR:

- Nelle simulazioni AR, gli studenti identificano i sistemi acquaponici in crisi e li “riparano” modificando le condizioni.
- I quiz interattivi integrati nell'AR testano la conoscenza dei cicli, degli ecosistemi e delle strategie di progettazione.
- Gli studenti vengono valutati non solo in base alle conoscenze acquisite, ma anche in base alla loro capacità di applicare le soluzioni in un ambiente ibrido virtuale-fisico.





Riferimenti

1. **Encyclopedia Britannica** – *Aquaponics*. Description of the integrated agricultural system based on a closed cycle.
Available at: <https://www.britannica.com/technology/aquaponics>
2. **Ecolife Conservation** – *Introduction to Aquaponics Manual*. Introductory manual explaining the nitrogen cycle and educational principles.
Available at: <https://www.ecolifeconservation.org/wp-content/uploads/2017/06/Introduction-to-Aquaponics-Manual-1.pdf>
3. **North Huron Agriculture (Weebly)** – *Aquaponics Curriculum Student Manual*. Student manual with an interdisciplinary approach to aquaponics.
Available at: https://northhuronag.weebly.com/uploads/1/1/2/8/11286496/aquaponics_curriculum_student_manual.unlocked.pdf
4. **Hawai'i Public Schools** – *HS Biology Aquaponics Project*. Educational project for high school biology students (grades 9/10).
Available at: <https://www.hawaiipublicschools.org/DOE%20Forms/NGSS/HSBiologyAquaponicsFINAL.pdf>
5. **HundrED Foundation** – *Aquaponics System*. Educational innovation project using aquaponics in schools to foster experiential learning.
Available at: <https://foundation.hundred.org/en/innovations/aquaponics-system>
6. **The Aquaponics Source** – *School Aquaponics*. Educational resources showing aquaponics as a living ecosystem for STEM learning.
Available at: <https://www.theaquaponicsource.com/school-aquaponics/>
7. **National Agricultural Library (USDA)** – *Aquaculture and Aquaponics*. Technical resources on aquaponics and sustainable agricultural practices.
Available at: <https://www.nal.usda.gov/farms-and-agricultural-production-systems/aquaculture-and-aquaponics>



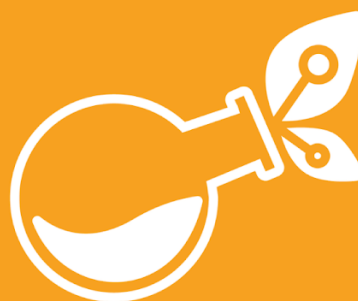


8. **Oklahoma State University Extension** – *Aquaponics*. Practical definition of the synergy between aquaculture and hydroponics. Available at: <https://extension.okstate.edu>





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.