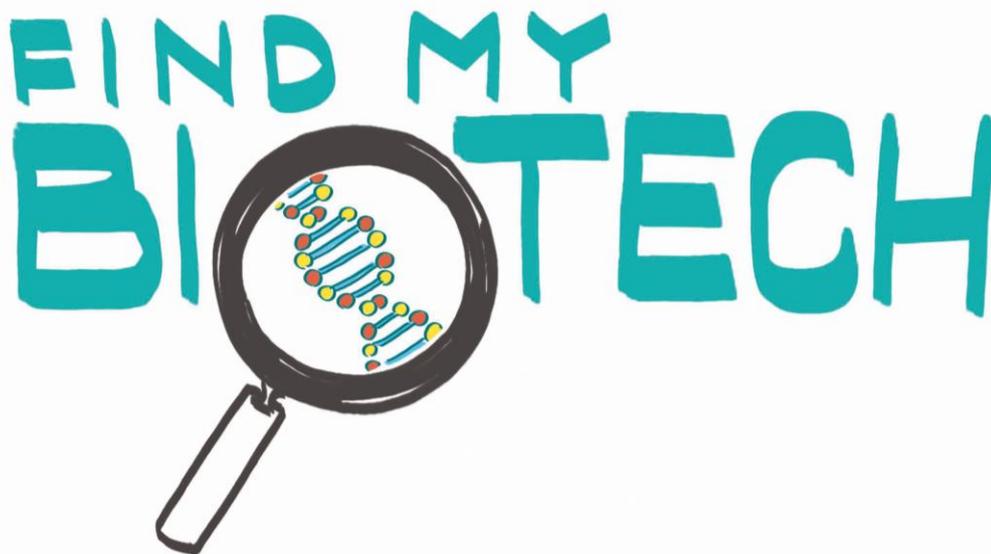


Alla scoperta delle biotecnologie intorno a noi



di MONICA ZOCCHI

## MANUALE PER L'INSEGNANTE

*Biotecnologia è "qualsiasi applicazione tecnologica che utilizzi sistemi biologici, organismi viventi o loro derivati per realizzare o modificare prodotti e processi per uno specifico utilizzo".  
(Convenzione ONU sulla Biodiversità – 1992)*

**ZANICHELLI**

## sommario

Introduzione .....	2
Preparare il gioco .....	4
Regole del gioco.....	5
Le carte “ <i>Prodotto</i> ” .....	7
Le carte “ <i>Biotecnologie</i> ” e “ <i>Organismo</i> ” .....	11
Gli ambiti di applicazione delle biotecnologie .....	12
Assegnare il punteggio .....	13
Bibliografia.....	17
Sitografia .....	18

# introduzione

## Perché un gioco didattico per parlare di biotecnologie?

L'attività "Find My Biotech - alla scoperta delle biotecnologie intorno a noi" nasce con l'obiettivo di rendere gli studenti consapevoli di potenzialità, trasversalità e pervasività delle biotecnologie, dalle applicazioni più antiche a quelle dell'ingegneria genetica, più moderne e dibattute. In particolare, *Find My Biotech* si propone i seguenti obiettivi:

- 0 A partire dallo studio di prodotti di uso quotidiano e del loro processo produttivo, gli studenti scoprono che le biotecnologie si nascondono nella loro vita di ogni giorno;
- 0 L'attività viene svolta in gruppo e questo permette agli studenti di organizzarsi, dividersi i compiti equamente e collaborare;
- 0 La classe svolge in autonomia ricerche sul web, sia in italiano che in inglese, il che permette loro di fare pratica nella ricerca di contenuti scientifici di interesse a partire da fonti attendibili;
- 0 I risultati delle ricerche vengono esposti all'intera classe e ciò permette agli studenti di esercitare le proprie capacità di sintesi e di esposizione.

Il gioco costituisce un supporto alla comunicazione e all'insegnamento della materia e, per questo, non può prescindere da una trattazione più ampia dell'argomento. Il valore aggiunto di un'attività di questo tipo è quello di dare la possibilità all'insegnante di trattare tanti temi, spesso non previsti nel programma scolastico, in poche ore di lavoro e coinvolgendo attivamente gli studenti che, giocando e facendo ricerca, diventano protagonisti dell'apprendimento e della comprensione dei temi.

L'idea è che questa attività concluda il programma didattico sulle biotecnologie e sia proposto agli studenti come una modalità alternativa per "vedere" in azione le tecniche e le metodologie apprese a lezione e avere un riscontro pratico dei risultati di questa scienza.

## Perché è importante trattare le biotecnologie a scuola?

Nel nostro contesto sociale è fondamentale che la cittadinanza sia in grado di assumere posizioni informate in ambito scientifico e in particolare riguardo temi controversi e con un forte impatto sulla società. Niente di più complicato nell'era delle cosiddette "fake news", in cui è sempre più difficile distinguere le voci autorevoli e veritiere, perse in un rumore di fondo che confonde e stordisce. Nel nostro contesto sociale, quindi, l'educazione scolastica ha un ruolo centrale per la costruzione di una cittadinanza critica, che si sappia districare nell'epoca della post-verità. Gli insegnanti devono farsi voce autorevole tra le centinaia di voci in cui i ragazzi di oggi sono immersi, tra TV, social media e canali YouTube.

**T**ra le scienze controverse e di più difficile comprensione, le biotecnologie occupano una posizione centrale. L'anima delle biotecnologie consiste nel trasformare la creatività dei meccanismi della vita in applicazioni utili all'uomo. Anche se a nostra insaputa, le biotecnologie sono una realtà che ci appartiene sin dall'antichità e che, negli ultimi decenni, ha cambiato molti aspetti della nostra vita. Infatti, la nostra quotidianità è pervasa da prodotti di natura biotecnologica: dal pane alla birra, dai detersivi ai jeans, dai farmaci alla cura dell'ambiente. Molti pregiudizi e falsi miti possono essere evitati solo se la comunicazione di questi argomenti avviene correttamente, anche e soprattutto a partire dai più giovani. Gli insegnanti hanno la responsabilità di assicurarsi sia che gli studenti comprendano gli aspetti scientifici e tecnici della materia, sia che acquisiscano gli strumenti necessari ad assumere una posizione ragionata rispetto ai temi propri dell'ambito biotecnologico.

# preparare il gioco

**Target:** studenti scuole superiori

**Tempo:** 3 ore

## Materiale

- 0 30 coppie di carte "Prodotto"
- 0 1 mazzo da 7 carte "Biotecnologie" per ogni squadra
- 0 1 mazzo da 5 carte "Organismo" per ogni squadra
- 0 1 copia di definizioni utili per ogni squadra
- 0 5 tabelloni A3 con i settori delle biotecnologie
- 0 1 tabellone A3 per il conteggio dei punti per ogni squadra
- 0 Computer o tablet con connessione alla rete
- 0 Pennarelli per scrivere sui tabelloni

## Preparazione del materiale

- 0 Stampare due copie delle carte "Prodotto", incollarle su un cartoncino colorato, quindi ritagliare le singole carte nel modo più preciso possibile.  
ATTENZIONE! Il retro delle carte non deve essere distinguibile in modo che l'identificazione delle coppie non sia facilitata;
- 0 Stampare e ritagliare un numero di copie delle carte "Biotecnologie" e "Organismo" pari al numero delle squadre;
- 0 Stampare, possibilmente in formato A3, i tabelloni per il conteggio dei punti e i tabelloni con i settori delle biotecnologie;
- 0 Stampare una copia delle definizioni utili per ciascuna squadra.

## Preparazione del gioco in classe

- 0 Dividere la classe in squadre (consigliati gruppi da 3-4 studenti) e scegliere un portavoce per ciascuna di esse;
- 0 Assicurarsi che ogni squadra abbia a disposizione almeno un computer/tablet. L'importante è che tutti i gruppi abbiano lo stesso numero di dispositivi;
- 0 Preparare il tavolo di gioco e disporre a faccia in giù le 30 coppie di carte "Prodotto", dopo averle mescolate;
- 0 A ogni squadra consegnare un mazzo di carte "Biotecnologie", un mazzo di carte "Organismo" e una copia delle definizioni utili;
- 0 Appendere al muro i tabelloni per il conteggio dei punti;
- 0 Sistemare su un tavolo i 5 tabelloni con i settori delle biotecnologie.

**CONSIGLIO:** per evitare perdite di tempo il giorno dell'attività, creare le squadre e dare una prima spiegazione delle regole durante la lezione precedente.

# regole del gioco

*Find My Biotech* si articola in tre fasi.

## Fase 1

*Tempo:* 30 minuti

*Obiettivo:* conquistare il maggior numero possibile di coppie di carte "Prodotto" giocando una partita a Memory.

Le 30 coppie di carte "Prodotto" vengono accuratamente mescolate e disposte a faccia in giù su un tavolo. Le squadre si dispongono intorno al tavolo e iniziano a giocare a *Memory*.

A turno il portavoce di ciascuna squadra gira due carte alla volta. Se le due immagini corrispondono, la squadra raccoglie le carte dal tavolo e il prodotto su di esse riportato entra a far parte del suo "bottino". La squadra, a questo punto, ha diritto a un altro turno.

Se le immagini non corrispondono, vengono girate nuovamente a faccia in giù e lasciate al loro posto sul tavolo. Il turno passa quindi alla squadra successiva. L'insegnante può suggerire agli studenti di utilizzare strategie di squadra per la memorizzazione delle carte.

Il gioco prosegue fino a quando tutte le coppie di carte sono state scoperte. Per ogni coppia di carte conquistate vengono attribuiti 5 punti alla squadra.

**ATTENZIONE!** Sulle carte "Prodotto" è presente un numero (10, 20 o 30). Questo punteggio non viene acquisito in questa fase.

## Fase 2

*Tempo:* 60 minuti

*Obiettivo:* tramite ricerche di gruppo in Rete, scoprire dove si nascondono le biotecnologie nella realizzazione dei prodotti riportati sulle carte.

Le carte "Prodotto" accumulate nella prima fase del gioco diventano ora oggetto di studio e ricerca.

Ogni squadra ha a disposizione uno stesso numero di computer o tablet per poter navigare liberamente su internet.

In massimo 60 minuti di tempo, ogni squadra dovrà svolgere ricerche per tutti i suoi prodotti con lo scopo di identificare dove intervengono le biotecnologie nel processo produttivo. Le ricerche possono essere svolte sia in italiano che in inglese a patto che le fonti siano attendibili: sono consigliati siti di università e centri di ricerca, pubblicazioni scientifiche e materiale didattico presente su piattaforme web.

I risultati delle ricerche si devono concretizzare nell'associare a ciascuna carta "Prodotto" una o più carte "Biotecnologie" e "Organismo". In particolare, l'associazione deve essere effettuata con le carte che rappresentano rispettivamente i processi biotecnologici e gli organismi che la squadra ritiene intervengano nel processo di ottenimento di un certo prodotto. Queste associazioni devono essere il frutto di un ragionamento di gruppo e devono essere ben argomentate sulla base delle ricerche svolte. Per esempio, se una squadra ha nel suo bottino il prodotto "birra", al termine delle ricerche dovrebbe associare le carte "lievito/fungo" e "fermentazione", che spiegano come il prodotto viene ottenuto.

Infine, ogni squadra dovrà scrivere con un pennarello il nome di ciascuno dei suoi prodotti sul tabellone del settore biotecnologico corretto. Al termine di questa fase, i 5 tabelloni con i settori delle biotecnologie saranno popolati con i nomi dei prodotti di tutte le squadre.

**ATTENZIONE!** Una maggior quantità di carte accumulate nella prima fase significa avere maggiore probabilità di acquisire punti ma anche un minor tempo da dedicare a ciascuna di esse nella ricerca. Al termine dei 60 minuti le carte che non sono state oggetto di ricerca non verranno considerate nel punteggio finale. La difficoltà aumenta se la squadra possiede molte carte "Prodotto" da 30 punti: per questi prodotti la ricerca è più complicata ma la possibilità di ottenere un punteggio alto è maggiore.

### Fase 3

*Tempo:* 90 minuti

*Obiettivo:* esporre alla classe i risultati delle ricerche.

In quest'ultima fase del gioco, che occupa tutto il tempo rimanente, ogni squadra presenta i risultati delle ricerche per ciascuno dei suoi prodotti, illustrando le associazioni individuate con le carte "Biotecnologie" e "Organismo". Le associazioni devono essere in questa sede correttamente argomentate.

Il docente, sulla base del lavoro svolto e della correttezza di associazioni e argomentazioni, attribuisce un punteggio per ciascun prodotto, il cui massimo valore è quello riportato sulla carta (10, 20 o 30 punti). Ad esempio, se la squadra associa correttamente alla carta "birra" la carta "fermentazione" ma non la carta "lievito/fungo", l'insegnante potrebbe attribuire 5 punti su 10.

Infine, l'associazione al corretto settore delle biotecnologie conferisce alla squadra altri 5 punti per ogni carta (il prodotto "birra" dovrà essere scritto sul tabellone giallo relativo alle biotecnologie per l'alimentazione).

### Varianti del gioco

A seconda dell'età degli studenti, del tempo a disposizione e degli argomenti affrontati nel programma didattico, l'insegnante può scegliere quante e quali coppie di carte "Prodotto" utilizzare e se impiegare tutte o solo alcune delle carte "Organismo" e "Biotecnologie". Inoltre l'insegnante può decidere se svolgere tutte e tre le fasi o soltanto il *Memory* seguito da una differente attività.

## le carte “prodotto”

Di seguito una breve descrizione dei prodotti riportati sulle carte e delle biotecnologie che si nascondono nel loro processo produttivo. Sono specificate le referenze per eventuali approfondimenti da parte dell'insegnante.

- 1) **Aspartame** - L'aspartame è un dolcificante a basso costo, molto più dolce rispetto al classico saccarosio ma con un minore contenuto calorico. La molecola è prodotta dalla reazione tra due amminoacidi: l'acido aspartico e la fenilalanina. La reazione viene catalizzata dalla termolisina, un enzima derivante dal batterio *Bacillus thermoproteolyticus* (Leuchtenberger, Huthmacher, and Drauz 2005).
- 2) **Augmentin** - Il principio attivo del farmaco Augmentin è la amoxicillina, un antibiotico appartenente al gruppo dei beta-lattamici e derivante dalla penicillina G naturale, estratta dalla muffa *Penicillium chrysogenum*. In particolare, questa molecola fa parte delle penicilline semi-sintetiche che si ottengono aggiungendo chimicamente una catena laterale alla penicillina G. Variando la catena laterale, cambia lo spettro d'azione dell'antibiotico. Queste reazioni chimiche sono catalizzate da enzimi chiamati b-lattamacilasi (Alemzadeh et al. 2010).
- 3) **Biodiesel** - È il biocarburante che più assomiglia al gasolio. Chiamato anche FAME, ovvero metilestere di acidi grassi, la molecola che lo costituisce è un acido grasso con un elevato contenuto energetico (gli acidi grassi infatti vengono normalmente utilizzati dalle cellule come deposito di energia). Per produrre il biodiesel è necessaria una reazione tra trigliceridi e metanolo, che produce metilesteri e glicerolo. Questa reazione è mediata dalle lipasi. La principale fonte di biomassa per questo processo è la soia [2].
- 4) **Bioetanolo** - Il bioetanolo è un biocarburante attualmente utilizzato in biocamini per il riscaldamento, come additivo in benzine utilizzabili da motori *flexifuel* e come solvente industriale. Il bioetanolo di prima generazione è ottenuto dalla fermentazione alcolica da parte di lieviti o batteri a partire da amido, cellulosa o lignina. Quello di seconda generazione può essere ottenuto dalla fermentazione di scarti biologici industriali, con un impatto ridotto, e quello di terza generazione si ottiene da biomassa algale che mediante fotosintesi fissa direttamente l'anidride carbonica in zuccheri che poi vengono fermentati (Mohd Azhar et al. 2017).
- 5) **Biorisanamento del suolo da mercurio** - Il mercurio (Hg) è uno degli inquinanti ambientali più difficili da eliminare. Microorganismi geneticamente modificati possono essere utilizzati per decontaminare e bonificare i siti inquinati. Nel caso del mercurio, batteri *E. coli* sono stati ingegnerizzati per esprimere geni batterici che codificano per proteine che trasportano il Hg e il gene di lievito per la metallotioneina, proteina in grado di chelare il mercurio. Questi batteri assorbono efficacemente il mercurio dall'ambiente e lo accumulano [4] (Dash and Das 2012).
- 6) **Birra** - Bevanda ottenuta dalla fermentazione alcolica del malto d'orzo ad opera di ceppi di lievito come *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces carlsbergensis* o *Saccharomyces pastorianus* [3].

- 7) **Carota di Gaucher** - Nel 2012 la *Food and Drug Administration* americana ha approvato un farmaco per la cura della patologia genetica di Gaucher prodotto in carote ingegnerizzate. La terapia classica consiste in iniezioni dell'enzima mancante negli individui affetti dalla patologia, per un costo a paziente di 200'000 dollari/anno, dovuto a difficoltà legate a produzione e purificazione dell'enzima. I vantaggi della carota geneticamente modificata per esprimere l'enzima sono alta resa e riduzione dei costi circa del 90% (Shaaltiel et al. 2015).
- 8) **Carta igienica bioattiva** - Esiste una tipologia di carta igienica biotech che igienizza l'impianto fognario e le fosse biologiche. Ciò è possibile perché la carta igienica contiene cinque differenti tipi di microrganismi capaci di eliminare incrostazioni e sostanze presenti nelle tubature [5].
- 9) **Crema anti-age** - Il principale costituente delle creme anti-età è l'acido ialuronico, uno zucchero complesso con proprietà elasticizzanti che, mentre in passato veniva prodotto per sintesi chimica, ora è ottenuto grazie a una biotrasformazione. Può essere prodotto da microorganismi ingegnerizzati oppure utilizzando un enzima purificato, prodotto a sua volta da batteri ingegnerizzati (Boeriu et al. 2013).
- 10) **Detersivi** - Molti detersivi per lavare biancheria e piatti contengono come additivi enzimi quali proteasi (specializzate per macchie di uovo, sangue e sudore), lipasi (per le macchie di olio), amilasi (per macchie di amido e cioccolato) e cellulasi (ideali per le macchie di erba). Rispetto ai detergenti chimici, gli enzimi funzionano a temperature più basse e sono biodegradabili. Gli enzimi vengono prodotti su scala industriale mediante l'ingegnerizzazione di microorganismi (Kirk, Borchert, and Fuglsang 2002).
- 11) **Diagnosi Corea di Huntington** - Esempio di diagnosi di una malattia genetica rara che prevede l'utilizzo della tecnica chiamata PCR (Reazione a Catena della Polimerasi), che permette di ottenere un grande numero di copie di una determinata sequenza di DNA di interesse. Nella fattispecie viene utilizzata per quantificare il numero di triplette ripetute presenti nel gene per la proteina chiamata Huntingtina. Se il numero di triplette supera un valore soglia, al paziente viene diagnosticata la patologia (Jama et al. 2017).
- 12) **Eritropoietina** - Ormone utilizzato per il trattamento dell'anemia e prodotto in cellule di mammifero modificate geneticamente (Joan 1990).
- 13) **Fibre giubbotti anti proiettile** - Una delle ultime scoperte nell'ambito della produzione delle fibre per i giubbotti antiproiettile consiste nell'utilizzare un tessuto molto resistente che viene filato in laboratorio a partire da proteine presenti nelle tele di ragno. Per produrre queste proteine, i corrispondenti geni di ragno (MaSp1/MaSp2) vengono fatti esprimere in cellule mammarie di capra, in modo che i loro prodotti vengano secreti insieme al latte (Tokareva et al. 2013) [6].
- 14) **Glucometro** - Il glucometro viene utilizzato dai diabetici per misurare il livello di glucosio nel sangue. Funziona grazie all'enzima glucosio ossidasi, prodotto su scala industriale ad esempio dal fungo *Aspergillus niger*. L'enzima, in presenza del glucosio contenuto dalla goccia di sangue prelevata, catalizza una reazione che genera perossido di idrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), il quale a sua volta

reagisce con un colorante chimico. La gradazione di colore che si origina viene misurata ed è proporzionale alla quantità di glucosio nel sangue [7] (Kona, Qureshi, and Pai 1995).

- 15) Golden Rice** - Varietà di riso il cui colore dorato è conferito dalla sintesi del beta-carotene, precursore della vitamina A, normalmente non prodotto nei chicchi. Questa varietà geneticamente modificata di riso costituisce una grande risorsa per la cura dell'ipovitaminosi da vitamina A che colpisce le popolazioni malnutrite. Il gene viene inserito nella pianta mediante il plasmide Ti del batterio *Agrobacterium tumefaciens* (Moghissi, Pei, and Liu 2016).
- 16) Insaccati** - I salami sono il prodotto della fermentazione, ad opera di batteri lattici, di carne cruda tritata, a cui viene aggiunto grasso, NaCl, spezie ed infine insaccata in budelli naturali o sintetici [8].
- 17) Insulina** - L'insulina è un ormone proteico prodotto dal pancreas e fondamentale per garantire l'assorbimento di glucosio da parte del fegato. Viene quotidianamente somministrata per la cura del diabete. L'insulina è stato il primo farmaco ottenuto mediante ingegneria genetica e commercializzato su scala industriale e si ottiene inserendo il gene umano nel batterio *E. coli* [9] (Baeshen et al. 2014).
- 18) Jeans** - Il tessuto jeans, detto denim, è composto di cotone e lino. La lavorazione del tessuto richiede una serie di passaggi (es. sbazzatura, candeggio, tintura e finitura). Mentre in passato queste lavorazioni venivano effettuate mediante reagenti chimici, oggi sono tutti passaggi catalizzati da enzimi. Gli enzimi necessari, tra cui amilasi, pectinasi, catalasi, perossidasi, cellulasi e laccasi, vengono prodotti su scala industriale utilizzando microorganismi geneticamente modificati (Kirk, Borchert, and Fuglsang 2002).
- 19) Latte senza lattosio** - I prodotti caseari privi di lattosio vengono ottenuti grazie ad una biotrasformazione enzimatica. Il lattosio viene idrolizzato grazie all'enzima  $\beta$ -galattosidasi, a sua volta prodotto a livello industriale tramite lieviti e funghi come *Aspergillus niger* o *Saccharomyces cerevisiae* (Li et al. 2013).
- 20) Mais Bt** - Varietà di mais geneticamente modificato che esprime una tossina naturalmente prodotta dal batterio *Bacillus thuringiensis*, per questo chiamata tossina Bt, e tossica per le larve. In questo modo quando i parassiti mangiano la pianta muoiono e non danneggiano la coltivazione. La tossina Bt non è tossica per l'uomo. Il gene viene inserito nelle piante mediante il plasmide Ti del batterio *Agrobacterium tumefaciens* [10].
- 21) Polioidrossialcanoati** - Composti sintetizzati mediante fermentazione di zuccheri o lipidi da parte di diversi tipi di batteri che li accumulano come fonte di energia di riserva. Vengono utilizzati per la produzione di termo-bioplastiche con caratteristiche simili alle plastiche costituite da polimeri sintetici ma biosintetizzate e quindi più facilmente biodegradabili [11].
- 22) Restauro opere d'arte** - Come supporto nel restauro di opere d'arte, possono essere utilizzati batteri che degradano i solfati e i nitrati, trasformandoli in gas non tossici che vengono dispersi nell'atmosfera. Inoltre microrganismi biocalcificanti possono essere usati come consolidanti della pietra. La biopulitura è già stata applicata con successo per la rimozione di croste nere da una

lunetta del Duomo di Milano, della Fontana dei Quattro Fiumi in Piazza Navona a Roma, per la rimozione dello stucco dal basamento della Pietà Rondanini di Michelangelo e per la pulitura di marmi policromi del Duomo di Firenze [12].

- 23) Sacchetti di PLA biodegradabili** - L'acido polilattico è un polimero con caratteristiche simili a quelli sintetici (es. polietilene, polipropilene) ma sintetizzato mediante una biotrasformazione e quindi più facilmente biodegradabile. L'unità base del polimero è l'acido lattico, che si ottiene dalla fermentazione lattica di biomassa ad opera di batteri lattici. Le singole molecole di acido lattico vengono poi unite tra loro mediante una reazione chimica [13].
- 24) Salsa di soia** - Prodotto ottenuto dalla fermentazione sia alcolica che lattica della soia ad opera di microorganismi [14].
- 25) Soia Roundup** - Soia geneticamente modificata per esprimere resistenza agli erbicidi a base di glifosato, usati per eliminare le piante infestati dalle coltivazioni [15].
- 26) Succhi di frutta** - Per la produzione della polpa di frutta viene utilizzato l'enzima pectinasi che idrolizza la pectina, uno zucchero complesso presente nella frutta e abbondante nella parete cellulare. Nei succhi di frutta è presente anche lo sciroppo di glucosio-fruttosio, largamente utilizzato nell'industria alimentare. Il fruttosio è due volte più dolce del glucosio ed è ottenuto dalla conversione enzimatica del glucosio, il quale è a sua volta ottenuto dall'idrolisi dell'amido di mais, patate o grano. (Lima et al. 2011) [16].
- 27) Test di gravidanza** - Il test di gravidanza che tutti possiamo comprare in farmacia si basa sulla misurazione del livello di gonadotropina, ormone prodotto durante la gravidanza e presente nell'urina. Con il concepimento il suo livello raddoppia circa ogni due giorni e può essere facilmente misurato entro i 7 giorni dall'inizio della gravidanza. Dal punto di vista tecnico si tratta di un saggio immunologico: vengono utilizzati anticorpi monoclonali specifici per l'ormone. Se il livello di ormone supera la soglia che definisce lo stato di gravidanza avviene una reazione colorimetrica. Gli anticorpi monoclonali ricombinanti vengono prodotti su scala industriale per via biotecnologica (Gnoth and Johnson 2014).
- 28) Vaccino per l'Epatite B** - Il vaccino consiste in una proteina normalmente presente sulla superficie del virus responsabile della patologia. La proteina viene prodotta ingegnerizzando cellule di lievito con il gene virale corrispondente e per questo motivo questo tipo di vaccino viene definito ricombinante (Keating and Noble 2003).
- 29) Vino** - Bevanda che si ottiene dalla fermentazione alcolica del succo d'uva ad opera di ceppi di lievito come il *Saccharomyces ellipsoideus* [17].
- 30) Yogurt** - Prodotto ottenuto dalla fermentazione lattica del latte ad opera di batteri come il *Lactobacillus*, il *Lactococcus*, lo *Streptococcus thermophilus* e il *Lactobacillus bulgaricus* [18].

## le carte “biotecnologie” e “organismo”

Nella seconda fase dell'attività gli studenti svolgono ricerche di gruppo per capire come vengono ottenuti i prodotti che hanno conquistato durante il *Memory* e quali biotecnologie sono coinvolte nella loro produzione. La loro ricerca si concretizza nell'associazione di ogni carta “*Prodotto*” ad una o più carte “*Biotecnologie*” sulle quali sono riportati i nomi di alcuni processi e metodi utili in ambito biotecnologico. Inoltre, la produzione della maggior parte dei prodotti richiede l'utilizzo di un organismo, più o meno complesso, geneticamente modificato oppure semplicemente selezionato per le caratteristiche di interesse. Per questo le squadre possono associare ad ogni prodotto anche una o più carte “*Organismo*”.

I processi riportati sulle 7 carte “*Biotecnologie*” sono: “biotrasformazione enzimatica”, “biotrasformazione microbica”, “fermentazione lattica o alcolica”, “biofabbricazione di una proteina o di un enzima”, “ingegneria genetica e OGM” e “metodiche di analisi del DNA”. Di seguito le definizioni.

- 0 **Biotrasformazione:** processo che coinvolge una o più reazioni in cui un precursore viene trasformato mediante enzimi (biotrasformazione enzimatica) o cellule/microorganismi interi (biotrasformazione microbica) in un prodotto di interesse.
- 0 **Fermentazione:** processo metabolico messo in atto da microorganismi in cui si ottiene il prodotto di interesse a partire da opportune fonti di energia (es. glucosio). In particolare, la fermentazione lattica/alcolica produce acido lattico/etanolo a partire da zuccheri.
- 0 **Biofabbricazione:** utilizzo di un organismo come una fabbrica per la produzione di una proteina (ad esempio di un enzima) di interesse. L'organismo può essere naturale o geneticamente modificato.
- 0 **Ingegneria genetica:** insieme di tecniche che permettono di trasferire geni da un organismo all'altro e di produrre organismi geneticamente modificati. Tra questi strumenti ritroviamo: il clonaggio molecolare con vettori plasmidici e vettori virali, gli enzimi di restrizione, la trasformazione di microorganismi e di piante e la trasfezione di cellule di mammifero.
- 0 **Metodiche di analisi del DNA:** tecniche che in laboratorio permettono di capire se un determinato campione biologico contiene o meno una sequenza di DNA di interesse.
- 0 **Purificazione di una proteina:** procedura che prevede l'isolamento una molecola proteica di interesse a partire da una miscela eterogenea contenente altre proteine, o anche acidi nucleici, polisaccaridi, lipidi e molecole più piccole.

I 5 organismi che gli studenti hanno a disposizione sono: batterio, lievito/fungo, cellule di mammifero, pianta e animale.

## gli ambiti di applicazione delle biotecnologie

Negli ultimi decenni, le biotecnologie si sono talmente diversificate da posizionarsi in tanti settori diversi [1]. Ciò ha reso necessaria una classificazione mediante un codice colore.

- 0 “*Red biotech*”- Con il colore rosso si identificano le biotecnologie dedicate a medicina, farmacologia e salute. Questo ambito comprende la ricerca di base e applicata per la diagnosi e la terapia di patologie, lo studio e la produzione di farmaci e vaccini, le applicazioni delle cellule staminali e della medicina rigenerativa, la terapia genica e la medicina personalizzata. Possono rientrare in questo ambito anche la cosmetica, la ricerca e le applicazioni per la salute degli animali (farmaci, vaccini e test diagnostici).
- 0 “*Green biotech*”- Le biotecnologie verdi sono dedicate all’agricoltura e in particolare alla modificazione genetica di piante con lo scopo di migliorarne qualità e produttività o renderle resistenti a erbicidi, insetticidi e malattie provocate da parassiti.
- 0 “*Yellow biotech*”- Le biotecnologie di colore giallo sono dedicate all’alimentazione e quindi alle tecnologie e ai processi richiesti per modificare le proprietà organolettiche del cibo, ma anche all’utilizzo di enzimi e inoculi microbici per la produzione di alimenti e bevande di uso comune.
- 0 “*White biotech*”- Le biotecnologie bianche sono quelle industriali e costituiscono il settore più vasto e variegato. Comprendono la produzione di enzimi di interesse industriale, le biotrasformazioni microbiche e il vasto mondo della ricerca e della produzione di bioplastiche e biocarburanti. Possono essere colorate di bianco anche le biotecnologie forensi e militari e quelle dedicate alla conservazione e il restauro di opere d’arte.
- 0 “*Grey biotech*”- Le biotecnologie grigie sono dedicate all’ambiente: biorisanamento di suolo e acque e riduzione dell’impatto ambientale dei processi industriali costituiscono il principale focus della ricerca in questo ambito.

## assegnare il punteggio

La squadra vincitrice è quella che accumula il punteggio più alto al termine della terza fase dell'attività. Il risultato finale si ottiene sommando tutti i punti accumulati da ogni squadra nel corso del gioco.

Durante il *Memory*, ogni squadra acquisisce 5 punti per ciascuna coppia di carte trovata. Tuttavia, il vincitore non è decretato solo in base al numero di coppie di carte individuate, ma soprattutto in base alla qualità delle ricerche svolte nella fase successiva dell'attività. In particolare, il numero scritto su ciascuna carta (10, 20 o 30) corrisponde al punteggio massimo che la squadra può ottenere per quel prodotto nella fase 3. È il docente ad assegnare il punteggio in base alla correttezza delle associazioni con le carte "*Biotechnologia*" e "*Organismo*" e alla qualità delle argomentazioni fornite. Ulteriori 5 punti possono essere conquistati dalla squadra se il nome del prodotto viene scritto sul tabellone corrispondente al settore corretto delle biotecnologie.

Quindi, il punteggio finale per ciascun prodotto è dato dalla somma di:

- 0 5 punti del *Memory*;
- 0 massimo 10, 20 o 30 punti attribuiti dall'insegnante in base alla correttezza delle associazioni con le carte "*Biotechnologie*" e "*Organismo*" e alle relative argomentazioni;
- 0 5 punti per l'associazione con il settore biotecnologico corretto.

Il punteggio totale è dato dalla somma dei punteggi ottenuti per ciascun prodotto.

Per il conteggio dei punti di ciascuna squadra utilizzare i tabelloni appositi, compilandoli come indicato.

Squadra numero 1				
Nome Prodotto	Punti memory	Punti ricerca		totale parziale
		associazione carte	associazione settore	
<i>Birra</i>	5	8/10	5/5	8
<i>Insulina</i>	5	20/20	5/5	25
Totale				33

Nelle tabelle sottostanti sono riportate tutte le carte "Prodotto", suddivise in base al loro valore, e le associazioni con le carte "Biotecnologie", con le carte "Organismo" e con il colore del settore biotecnologico che gli studenti dovrebbero individuare al termine della ricerca (tra parentesi quadre [...] le associazioni facoltative).

La tabella costituisce un riferimento per l'insegnante. Per molti dei prodotti le associazioni indicate non sono le uniche corrette e non per forza esiste un'unica risposta/associazione esatta. La cosa fondamentale è che gli studenti ricostruiscano grazie alle loro ricerche un potenziale processo di produzione che sia correttamente argomentato a partire da fonti attendibili. La valutazione della correttezza è a carico dell'insegnante.

### Prodotti da 10 punti

Carte Prodotto	Carte biotecnologie	Carte organismo	Settore
<i>Bioetanolo</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Lievito/fungo; Batterio	White
<i>Birra</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Lievito/fungo	Yellow
<i>Carta igienica bioattiva</i>	Biotrasformazione microbica	Batterio	White
<i>Insaccati</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Batterio	Yellow
<i>Restauro opere d'arte</i>	Biotrasformazione microbica	Batterio	White
<i>Sacchetti di PLA biodegradabili</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Batterio	White
<i>Salsa di soia</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Lievito/fungo; Batterio	Yellow
<i>Vino</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Lievito/fungo; Batterio	Yellow
<i>Yogurt</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Batterio	Yellow

**Prodotti da 20 punti**

<b>Carte Prodotto</b>	<b>Carte biotecnologie</b>	<b>Carte organismo</b>	<b>Settore</b>
<i>Aspartame</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Biotrasformazione enzimatica; [Ingegneria genetica e OGM]	Batterio	White
<i>Augmentin</i>	[Biosintesi di un composto utile]; Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Biotrasformazione enzimatica	Lievito/fungo; Batterio	Red
<i>Biodiesel</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Biotrasformazione enzimatica; [Ingegneria genetica e OGM]	Batterio	White
<i>Carota di Gaucher</i>	Ingegneria genetica e OGM	Pianta	Red
<i>Detersivi</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; [Ingegneria genetica e OGM]	Lievito/fungo; Batterio	White
<i>Diagnosi Corea di Huntington</i>	Metodiche di analisi del DNA (PCR)		Red
<i>Eritropoietina</i>	Ingegneria genetica e OGM; Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Purificazione di una proteina o di un enzima	Cellule di mammifero	Red
<i>Golden Rice</i>	Ingegneria genetica e OGM	Pianta; Batterio	Green
<i>Insulina</i>	Ingegneria genetica e OGM; Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Purificazione di una proteina o di un enzima	Batterio	Red
<i>Jeans</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Biotrasformazione enzimatica; [Ingegneria genetica e OGM]	Lievito/fungo; Batterio	White
<i>Latte senza lattosio</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Biotrasformazione enzimatica; [Ingegneria genetica e OGM]	Lievito/fungo	White
<i>Mais Bt</i>	Ingegneria genetica e OGM	Pianta; Batterio	Green
<i>Poliidrossialcanoati</i>	Fermentazione lattica o alcolica	Batterio	White
<i>Soia Roundup</i>	Ingegneria genetica e OGM	Pianta; Batterio	Green
<i>Succhi di frutta</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Biotrasformazione enzimatica; [Ingegneria genetica e OGM]	Lievito/fungo; Batterio	White

**Prodotti da 30 punti**

<b>Carte Prodotto</b>	<b>Carte biotecnologie</b>	<b>Carte organismo</b>	<b>Settore</b>
<i>Biorisanamento del suolo da mercurio</i>	Ingegneria genetica e OGM; Biotrasformazione microbica	Batterio	Grey
<i>Crema anti-age</i>	Biotrasformazione microbica/enzimatica; Ingegneria genetica e OGM; [Biofabbricazione di una proteina o di un enzima]	Batterio	Red
<i>Fibre giubbotti anti proiettile</i>	Ingegneria genetica e OGM; Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Purificazione di una proteina o di un enzima	Animale	White
<i>Glucometro</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Biotrasformazione enzimatica; [Ingegneria genetica e OGM]	Batterio	Red
<i>Test di gravidanza</i>	Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; [Ingegneria genetica e OGM]	Batterio	Red
<i>Vaccino per l'Epatite B</i>	Ingegneria genetica e OGM; Biofabbricazione di una proteina o di un enzima; Purificazione di una proteina o di un enzima	Lievito/fungo	Red

# bibliografia

- Alemzadeh, I, G Borghei, L Va, and R Roostazad. 2010. "Enzymatic Synthesis of Amoxicillin with Immobilized Penicillin G Acylase." *Transactions C: Chemistry and Chemical Engineering* 17 (1): 106–13.
- Baeshen, Nabih A, Mohammed N Baeshen, Abdullah Sheikh, Roop S Bora, Mohamed Morsi M Ahmed, Hassan A I Ramadan, Kulvinder Singh Saini, and Elrashdy M Redwan. 2014. "Cell Factories for Insulin Production." *Microbial Cell Factories* 13 (1): 141. doi:10.1186/s12934-014-0141-0.
- Boeriu, Carmen G., Jan Springer, Floor K. Kooy, Lambertus A. M. van den Broek, and Gerrit Eggink. 2013. "Production Methods for Hyaluronan." *International Journal of Carbohydrate Chemistry* 2013: 1–14. doi:10.1155/2013/624967.
- Dash, Hirak R., and Surajit Das. 2012. "Bioremediation of Mercury and the Importance of Bacterial Mer Genes." *International Biodeterioration & Biodegradation* 75 (November). Elsevier: 207–13. doi:10.1016/J.IBIOD.2012.07.023.
- Gnoth, C, and S Johnson. 2014. "Strips of Hope: Accuracy of Home Pregnancy Tests and New Developments." *Geburtshilfe Und Frauenheilkunde* 74 (7). Stuttgart · New York: Georg Thieme Verlag KG: 661–69. doi:10.1055/s-0034-1368589.
- Jama, Mohamed, Alison Millson, Christine E Miller, and Elaine Lyon. 2017. "Triplet Repeat Primed PCR Simplifies Testing for Huntington Disease." *The Journal of Molecular Diagnostics* 15 (2). Elsevier: 255–62. doi:10.1016/j.jmoldx.2012.09.005.
- Joan, Egrie. 1990. "The Cloning and Production of Recombinant Human Erythropoietin." *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy* 10 (2P2): 3S–8S. doi:10.1002/j.1875-9114.1990.tb02566.x.
- Keating, Gillian M, and Stuart Noble. 2003. "Recombinant Hepatitis B Vaccine (Engerix-B): A Review of Its Immunogenicity and Protective Efficacy against Hepatitis B." *Drugs* 63 (10). New Zealand: 1021–51.
- Kirk, Ole, Torben Vedel Borchert, and Claus Crone Fuglsang. 2002. "Industrial Enzyme Applications." *Current Opinion in Biotechnology* 13 (4): 345–51. doi:10.1016/S0958-1669(02)00328-2.
- Kona, R., N. Qureshi, and J.S. Pai. 1995. "Factors Regulating Production of Glucose Oxidase by *Aspergillus Niger*." *Enzyme and Microbial Technology* 17 (6). Elsevier: 530–34. doi:10.1016/0141-0229(95)91708-7.
- Leuchtenberger, Wolfgang, Klaus Huthmacher, and Karlheinz Drauz. 2005. "Biotechnological Production of Amino Acids and Derivatives: Current Status and Prospects." *Applied Microbiology and Biotechnology* 69 (1): 1–8. doi:10.1007/s00253-005-0155-y.
- Li, Bin, Zemin Wang, Shiwu Li, William Donelan, Xingli Wang, Taixing Cui, and Dongqi Tang. 2013. "Preparation of Lactose-Free Pasteurized Milk with a Recombinant Thermostable  $\beta$ -Glucosidase from *Pyrococcus Furiosus*." *BMC Biotechnology* 13 (1): 73. doi:10.1186/1472-6750-13-73.
- Lima, Danyo Maia, Pedro Fernandes, Diego Sampaio Nascimento, Rita de Cássia Figueiredo Ribeiro, and Sandra Aparecida de Assis. 2011. "Fructose Syrup: A Biotechnology Asset." *Food Technology and Biotechnology* 49 (4): 424–34.
- Moghissi, A Alan, Shiqian Pei, and Yinzuo Liu. 2016. "Golden Rice: Scientific, Regulatory and Public Information Processes of a Genetically Modified Organism." *Critical Reviews in Biotechnology* 36 (3). England: 535–41. doi:10.3109/07388551.2014.993586.

- Mohd Azhar, Siti Hajar, Rahmath Abdulla, Siti Azmah Jambo, Hartinie Marbawi, Jualang Azlan Gansau, Ainol Azifa Mohd Faik, and Kenneth Francis Rodrigues. 2017. "Yeasts in Sustainable Bioethanol Production: A Review." *Biochemistry and Biophysics Reports* 10: 52–61. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.03.003>.
- Shaaltiel, Yoseph, Svetlana Gingis–Velitski, Salit Tzaban, Nadia Fiks, Yoram Tekoah, and David Aviezer. 2015. "Plant-Based Oral Delivery of  $\beta$ -Glucocerebrosidase as an Enzyme Replacement Therapy for Gaucher's Disease." *Plant Biotechnology Journal* 13 (8): 1033–40. doi:10.1111/pbi.12366.
- Tokareva, Olena, Valquíria A Michalczechen-Lacerda, Elíbio L Rech, and David L Kaplan. 2013. "Recombinant DNA Production of Spider Silk Proteins." *Microbial Biotechnology* 6 (6). Blackwell Publishing Ltd: 651–63. doi:10.1111/1751-7915.12081.

## Sitografia

- [1] <http://assobiotec.federchimica.it/le-biotecnologie/cosa-sono-le-biotecnologie>
- [2] [https://www.afdc.energy.gov/fuels/biodiesel\\_production.html](https://www.afdc.energy.gov/fuels/biodiesel_production.html)
- [3] [http://www.bdp.it/ifts/allegati\\_utenti/download/str21931.pdf](http://www.bdp.it/ifts/allegati_utenti/download/str21931.pdf)
- [4] [http://online.scuola.zanichelli.it/trasformazioneprodotti-files/sintesi/14\\_Antolini\\_trasformazioni\\_Sintesi.pdf](http://online.scuola.zanichelli.it/trasformazioneprodotti-files/sintesi/14_Antolini_trasformazioni_Sintesi.pdf)
- [5] <http://biotech.papernet.it>
- [6] [https://www.nsf.gov/news/special\\_reports/science\\_nation/spidersilk.jsp](https://www.nsf.gov/news/special_reports/science_nation/spidersilk.jsp)
- [7] <http://www.madehow.com/Volume-7/Glucometer-Test-Kit.html>
- [8] [http://studenti.ec.unipi.it/uploads/agraria/moodledata/25/biotecnologie/biotec\\_3.pdf](http://studenti.ec.unipi.it/uploads/agraria/moodledata/25/biotecnologie/biotec_3.pdf)
- [9] <https://www.nlm.nih.gov/exhibition/fromdnatobeer/exhibition-interactive/recombinant-DNA/recombinant-dna-technology-alternative.html>
- [10] [http://www.zanelli.gov.it/progetti/archivio\\_storico/cdzanelli/cd\\_progetti/cd5/cd5\\_piante.html](http://www.zanelli.gov.it/progetti/archivio_storico/cdzanelli/cd_progetti/cd5/cd5_piante.html)
- [11] <https://www.chem.uniroma1.it/ricerca/linee-di-ricerca/linea-7730>
- [12] <http://assobiotec.federchimica.it/le-biotecnologie/aree-di-applicazione/biotecnologie-industriali>
- [13] <https://library.weschool.com/lezione/biotecnologie-bioplastica-biodegradabile-sacchetto-pollilattico-polimeri-5611.html>
- [14] <http://www.madehow.com/Volume-3/Soy-Sauce.html>
- [15] [http://www.spvet.it/arretrati/numero\\_13/soia.html](http://www.spvet.it/arretrati/numero_13/soia.html)
- [16] <http://www.im-biotech.com/enzymes/wines-juices>
- [17] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234683/>
- [18] [http://online.scuola.zanichelli.it/barbonescienzeintegrate/files/2010/04/V04\\_02.pdf](http://online.scuola.zanichelli.it/barbonescienzeintegrate/files/2010/04/V04_02.pdf)