

სამეცნიერო ფანტასტიკის გამოყენება ბიოლოგიის სწავლებისას

ავტორი თინათინ ზარდიაშვილი

ჩემი მასწავლებლობის პერიოდი ორ ეტაპად იყოფა, დედობამდე და მას შემდეგ. როცა მხოლოდ მასწავლებელი ვიყავი, ბავშვებს განსხვავებულად ვხედავდი, როგორ შეიძლება არ ისწავლოს, როგორ შეიძლება დავალება არ მოიტანოს, რა პრობლემაა დაბალი ნიშნის დაწერა და კიდევ ბევრი. არ ვაკვირდებოდი მათ ემოციებს და ხისტად, საკმაოდ ზედაპირულად ვუყურებდი. ჩემდა საბედნიეროდ, ეს პერიოდი ოციდან მხოლოდ ხუთ წელს მოიცავს, დანარჩენი თხუთმეტი წელია მოსწავლეების თვალეში ვიყურები, მათ ემოციებს ვკითხულობ, რამე ხომ არ სტკივთ, უჭირთ, რატომღა მოწყენილი, რა შევთავაზო ისეთი ორიგინალური, განსხვავებული, რომ ინტერესი არ დაკარგონ, ან უარეს შემთხვევაში ინტერესი გაუჩნდეთ. ახლა უკვე ვიცი ძირითადად რა მუსიკას უსმენენ, რა ფილმებს უყურებენ, რას კითხულობენ. ბევრჯერ ისეთ ფილმებს ვუყურებ, როგორსაც ბავშვობის პერიოდშიც ვერ გავუძლებდი. მით უფრო, როცა მეცნიერებას ვასწავლი, ფანტასტიკის სიუჟეტი ძნელი აღსაქმელია და გასათავისებელი, თუმცა იმისთვის, რომ ყოველთვის „საინტერესო“ მასწავლებლად დავრჩე, ყველაფერს ვძლევ. ჩემი შვილებისა და მოსწავლეების საყვარელ ფილმებსაც ისე ვუყურებ, რომ გაკვეთილზე პარალელის გავლება მაინც შეუძლო, დეტალურ ახსნას და სიუჟეტში ჩაძრომას თუ ვერ მოვახერხებ. დღევანდელი სტატია სწორედ თანამედროვე ახალგაზრდებისთვის საინტერესო ფილმებზე დაფუძნებულ ბიოლოგიის გაკვეთილებს ან არაფორმალურ აქტივობებს ეხება. ოთხ ფილმს განვიხილავ ბიოლოგიასთან კავშირში. ესენია: „ავატარი“, „რკინის კაცი“, „ენტ-მენი და კრაზანა“ და „ჰარი პოტერი“.

ნაწილი 1: თანამედროვე კონო ხშირად იყენებს ბიოლოგიურ კონცეფციებს, რათა შექმნას დამაჯერებელი, თუმცა ფანტასტიკური სამყარო. ფილმები, როგორიცაა „ენტ-მენი და კრაზანა“ (*Ant-Man and the Wasp*) და „ავატარი“ (*Avatar*), შესანიშნავი ინსტრუმენტია იმის საჩვენებლად, თუ როგორ მიმდინარეობს ევოლუცია და ადაპტაცია სხვადასხვა მასშტაბით განსხვავებულ გარემოში. „ენტ-მენი და კრაზანა“ ფოკუსირებულია სკოტ ლენგსა და ჰოუფ ვან დაინზე, მათ შეუძლიათ შეცვალონ საკუთარი ზომა. ფილმის მთავარი ბიოლოგიური შინაარსი **ზომასთან დაკავშირებული ადაპტაციაა**. ასევე მნიშვნელოვანია **ეკოსისტემის მდგრადობის** გააზრება, თუნდაც ის „კვანტური სამყარო“ იყოს.

ბიოლოგიური კონცეფცია	მაგალითი ფილმიდან	კონცეფციის ბიოლოგიური ახსნა
ზედაპირის ფართობისა	ენტ-მენი მცირდება ჭიანჭველას ზომამდე.	ორგანიზმის ზომის შემცირებისას, მისი ზედაპირის ფართობი მოცულობასთან შედარებით ძალიან იზრდება. ეს პროცესი რეალურ ცხოვრებაში გამოიწვევდა სითბოს ძალიან სწრაფად დაკარგვას და ჟანგბადის არასაკმარის მიღებას. ფილმში გამოყენებული ტექნოლოგია

და მოცულობის შეფარდება		(ჰიიმის ნაწილაკები) ხელოვნური ადაპტაციის საშუალებას იძლევა, რომელიც ბიოფიზიკის კანონებს უარყოფს.
ინტელექტი და სოციალური ორგანიზაცია	ჭიანჭველების გამოყენება ტრანსპორტირებისა და დახმარებისთვის.	ჭიანჭველები (Hymenoptera რიგი) ცხოვრობენ სუპერორგანიზმის პრინციპით. მათი ერთობლივი, შეთანხმებული მოქმედება არის ქცევითი ადაპტაცია, რომელიც საშუალებას აძლევს მათ, ინდივიდუალურ შესაძლებლობებზე რთული ამოცანები გადაჭრან. რაც გვიჩვენებს, რომ ევოლუცია მოქმედებს არა მხოლოდ ინდივიდებზე, არამედ სოციალურ სტრუქტურებზეც.
ახალ გარემოსთან ადაპტაცია (კვანტურ სამყაროში)	ჯანეტ ვან დაინის გადარჩენა კვანტურ სამყაროში	კვანტური სამყარო ექსტრემალური გარემოა. ჯანეტის გადარჩენა კი გულისხმობს მის ადაპტაციას არარეალურ სამყაროსთან. რეალურ სიტუაციაში ექსტრემალურ გარემოში გადარჩენა (ნავთობის ჭაბურღილი, არქტიკის წყლები, ანტარქტიდა) მოითხოვს მილიონობით წლის განმავლობაში ჩამოყალიბებულ ფიზიოლოგიურსა და მორფოლოგიურ ადაპტაციას.

ეკოლოგიურ ადაპტაციასთან დაკავშირებით მრავალი მაგალითის მოყვანა შეიძლება ავტარიდან. ჯეიმზ ქემერონის ფილმი „ავატარი“ გვიჩვენებს პანდორას, უცხოპლანეტურ მთვარეს, რომლის ეკოსისტემა ჩამოყალიბდა ევოლუციის შედეგად.

ბიოლოგიური კონცეფცია	მაგალითი ფილმიდან	კონცეფციის ახსნა
ეკოსისტემის ურთიერთკავშირი (ჰომეოსტაზი)	პანდორას ბიოლუმინესცენციური ფლორა და ფაუნა	პანდორას ყველა ცოცხალი ორგანიზმი ფიზიკურად არის ერთმანეთთან დაკავშირებული ნერვული კავშირებით (ეივა). ეს ფანტასტიკური ელემენტი იდეალურად ასახავს რეალურ ეკოლოგიურ ცნებას – ჰომეოსტაზს (ბალანსი ეკოსისტემაში). ნებისმიერი სახეობის გადაშენება ან ადაპტაციის გაქრობა, არღვევს მთლიან სისტემას.
კონვერგენტული ევოლუცია	ნა'ვი (Na'vi) და პანდორას ცხოველები (მაგ., იკრანი).	ნა'ვი ადამიანებს ჰგვანან, ხოლო პანდორას ცხოველები დედამიწის დინოზავრებს ან მწერებს. ეს არის კონვერგენტული ევოლუციის მაგალითი: როდესაც სხვადასხვა, დამოუკიდებელ სახეობებს მსგავსი გარემო პირობების

		გამო მსგავსი ადაპტაციები უვითარდებათ (მაგ., ფრენისთვის განკუთვნილი ფრთები).
ადაპტაცია და ბუნებრივი გადარჩევა	ნა'ვის სიმაღლე, ლურჯი კანი და სენსორული დაბოლოებები	ნა'ვის სხეულის თვისებები მათი პლანეტის გარემოსთან ადაპტაციას წარმოადგენს. მაგალითად, მათი სიმაღლე და აღნაგობა, შესაძლოა, უზრუნველყოფდეს გადაადგილების უპირატესობას პანდორას გიგანტურ ტყეებში. მათი სენსორული კავშირები კი მათი ყველაზე მნიშვნელოვანი ეკოლუციური უპირატესობაა გადარჩენისთვის.

ორივე ფილმი, მიუხედავად მათი ფანტასტიკური ჟანრისა, საშუალებას გვაძლევს განვიხილოთ და ვუპასუხოთ კითხვებს:

- როგორ ცვლის გარემო სხეულის ფორმას;
- როგორ არის ორგანიზმი დამოკიდებული ეკოსისტემაზე;
- რა მნიშვნელობა აქვს ეკოსისტემის მდგრადობას;
- რა რისკებს შეიცავს ბუნებრივ გარემოში ჩარევა.

ნაწილი 2: თანამედროვე ახალგაზრდების საყვარელი ფილმია რკინის კაცი („Iron Man“). მასში ბიოინჟინერიისა და სამეცნიერო ტექნოლოგიების შესახებ დიდი ინფორმაციაა მოცემული.

„რკინის კაცის“ ფილმები, განსაკუთრებით ტონი სტარკის მდგომარეობა და მისი ტექნოლოგიები, იძლევა შესანიშნავ შესაძლებლობას, **ბიოფიზიკა** და **ბიოინჟინერია** განვიხილოთ ფილმთან კავშირში.

თემა ბიოლოგიიდან	მაგალითი ფილმიდან	კონცეფციის ახსნა
იმპლანტირებული ხელოვნური ორგანოები	რკინის კაცი I: ტონი სტარკს მკერდში აქვს ელექტრომაგნიტი,	ეს მაგალითი იდეალურია ტრანსპლანტოლოგიისა და ბიომექანიკის შესახებ წარმოდგენის შესაქმნელად.

	რომელიც ნამსხვრევებს გულიდან აკავენ.	რა არის ხელოვნური გული/პეისმეიკერი? როგორ უშლის ხელს უცხო სხეული (ნამსხვრევები) ორგანიზმის ფუნქციონირებას?
ტოქსიკოლოგია და დეტოქსიკაცია	რკინის კაცი II: ტონი სტარკი იწამლება თავისივე რეაქტორიდან გამოსული პალადიუმით.	საინტერესო ანალოგიაა ტოქსიკოლოგიასთან დაკავშირებით. როგორ ზემოქმედებს მძიმე ლითონები ადამიანის ორგანიზმზე (უჯრედულ დონეზე)? რა არის დეტოქსიკაციის მექანიზმები (ღვიძლის როლი)?
მუტაციები და რეგენერაცია	რკინის კაცი III: პერსონაჟები, რომლებმაც მიიღეს ექსტრემის (Extremis) ვირუსი.	ეს არის გენეტიკის და ბიოტექნოლოგიის შესახებ ინფორმაციის მიღების საინტერესო გზა. ექსტრემისი არის ჰიპერ-რეგენერაციის მაგალითი. რა არის რეგენერაცია რეალურ ბიოლოგიაში (მაგ., სალამანდრა, ხვლიკის თვით დასახიჩრება)? რა რისკებს შეიცავს გენური თერაპია ან ხელოვნური მუტაციები?

2. ჰარი პოტერი – ფარმაკოლოგია და ცხოველთა სამყარო

„ჰარი პოტერის“ სამყარო, მართალია, მაგიურია, მაგრამ მისი ორი საგანი პირდაპირ კავშირშია ბიოლოგიასთან: **ჯადოსნური სასმელები** და **ჯადოსნური არსებები**.

კონტექსტი ბიოლოგიიდან	თემა ფილმიდან	კონტექსტის ბიოლოგიური ახსნა
ფარმაკოლოგია და ბიოაქტიური ნივთიერებები	ჯადოსნური სასმელების მომზადება (Snape-ის გაკვეთილები).	ეს იდეურად ასახავს ფარმაკოლოგიის და ეთნობოტანიკის პრინციპებს. რა არის წამლის დოზირება და ინგრედიენტების თანმიმდევრობა? როგორ მოქმედებს მცენარეული ექსტრაქტები (მაგ., მხამიანი მცენარეები) ადამიანის სხეულზე?

კლასიფიკაცია და ეთოლოგია	ჯადოსნური ცხოველების შე სწავლა (ნიუტ სკამანდერი და ჰიპოგრიფები).	შესანიშნავი მაგალითია ზოოლოგიის, ეთოლოგიის (ცხოველთა ქცევა) და ტაქსონომიის (კლასიფიკაცია) საკითხების მარტივად გააზრებისთვის. <i>რა პრინციპით ვყოფთ ცხოველებს ჯგუფებად? როგორ იცვლება ცხოვე ლის ქცევა (ეთოლოგია) მის გარემოსთან ურთიერთობისას (მაგ., ბაკბი კის პატივისცემის მოთხოვნა)?</i>
„ჰარი პოტერის“ სამყარო, მართალია, მაგიურია, მაგრამ მისი ორი საგანი პირდაპირ კავშირშია გადამდები დაავადე ბები და იმუნიტეტი.	მაგლების დაავადებები და ჯადოსნური სნეულებები (მაგ., დემენტორების ეფექტი).	შეიძლება გამოყენებულ იქნას იმუნოლოგიისა და ეპიდემიოლოგიის თემებისთვის. <i>როგორ ვრცელდება დაავადებები? რა განსხვავებაა გონებრივ (ფსიქიკუ რ) და ფიზიკურ ჯანმრთელობას შორის?</i>

ნიმუში 1: წარმოდგენილი ფილმების წყვილების განხილვისთვის საუკეთესო ფორმაა **შედარებითი ანალიზი** (Comparative Analysis) ან **პროექტზე დაფუძნებული სწავლება** (PBL), სადაც თითოეული ჯგუფი თავის თემას იკვლევს და შემდეგ კლასს წარუდგენს.

გთავაზობთ ნიმუშს, სადაც წყვილები ცალ-ცალკე განიხილება და საბოლოოდ ერთი ფართო სამეცნიერო დასკვნით სრულდება მსჯელობა:

სათაური: „**ფანტასტიკა რეალობაში და ბიოლოგიის საზღვრები**“

ჯგუფი 1: „ჰარი პოტერი“ და „რკინის კაცი“ (ბიოლოგია, მედიცინა, ბიოინჟინერია, ბიოტექნოლოგია)

საკითხი: როგორ მოქმედებს გარე ძალები (აქ იგულისხმება გარემო ფაქტორები) ადამიანის სხეულის აგებულებასა და ფუნქციაზე.

განსახილველი საკითხი	კონკრეტული მაგალითები	კითხვები ანალიზისთვის	პრაქტიკული დავალება
ფარმაკოლოგია და ბიოქიმია	ჰარი პოტერი: ჯადოსნური სასმელები (მაგ., პოლიწვენი).	არის თუ არა შესაძლებელი ქიმიური ნაერთებით ღნმ-ის სწრაფი ცვლილება (სახის	შეარჩიეთ ერთი ჯადოსნური სასმელი (მაგ., ამორტენტცია) და შეადარეთ ის რეალურ ფარმაკოლოგიურ ნა

		შეცვლა)? რა ბიოლოგიური შეზღუდვები არსებობს? რა არის წამლის დოზა და ტოქსიკურობა ? როგორ არის განსაზღვრული ჯადოსნური სასმელების მომზადების თანმიმდევრობა, როგორც ქიმიური რეაქცია?	ერთს, რომელიც გავლენას ახდენს ნეიროტრანსმიტერებზე.
სამედიცინო ინჟინერია	რკინის კადი: გულმკერდის რკალი რეაქტორი .	რა არის კიბორგი ? რამდენად რეალისტურია ხელოვნური ორგანოების ენერგიით უზრუნველყოფა? როგორ მოქმედებს უცხო სხეული (რკინა/პალადიუმი) ორგანიზმის იმუნურ სისტემაზე? როგორ მუშაობს პეისმეიკერი ან ხელოვნური გული ? რა არის გულის კორონარული არტერიის დაავადება და როგორ „კურნავს“ მას ტონი სტარკი ტექნოლოგიით?	მოძებნეთ და წარმოადგინეთ ერთი მაგალითი ბიოინჟინერიის მიღწევა (მაგ., ეგზოჩონჩხი, ხელოვნური კიდური ან იმპლანტი).
ნეირობიოლოგია, მენტალური ჯანმრთელობა	ჰარი პოტერი: დემენტორების ეფექტი (დეპრესია).	როგორ უკავშირდება ემოციები (ბედნიერება/დეპრესია) ტვინის ქიმიას (ნეიროტრანსმიტერები)? რა არის დეპრესია ბიოლოგიური თვალსაზრისით (სეროტონინის დონე)? როგორ შეიძლება დემენტორების ეფექტი დავუკავშიროთ ამ რეალურ მდგომარეობას?	ახსენით, რა არის ნეიროტრანსმიტერები და როგორ მოქმედებენ ისინი ემოციებზე.

ჯგუფი 2: „ავატარი“ და „ენტ-მენი და კრაზანა“ – (ბიოლოგია, ფიზიკა, ეკოლოგია)

ეს ჯგუფი აქცენტს გააკეთებს ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთობაზე, მის მნიშვნელობაზე და სხეულის ზომების გარემო პირობებზე დამოკიდებულებაზე.

განსახილველი საკითხი	კონკრეტული მაგალითები	კითხვები ანალიზისთვის	პრაქტიკული ღვაწლები
ეკოსისტემა. ბიომრავალფეროვნება	ავატარი: პანდორას ბიოსფერო, ფლორა და ფაუნა.	რა არის ენდემური სახეობა ? როგორ შეიძლება გიგანტური მფრინავი არსებები (ბანში) არსებობდნენ ფიზიკის კანონების მიხედვით? როგორ უკავშირდება ერთი სახეობა მეორეს (ეივა და ნავები)? რა განსაზღვრავს ეკოსისტემის ბალანსს (მწარმოებლები, მომხმარებლები, დამშლელები)? რა არის ენდემიზმი და როგორ მოქმედებს ის ეკოლუციაზე ?	შექმენით პანდორას კვებითი ქსელის სქემა და შეადარეთ ის დედამიწის (მაგ., ტროპიკული ტყის) ეკოსისტემას.
სუნთქვა სთან დაკავშირებული ადაპტაციები	ავატარი: ნავების სხეულის ზომა და სუნთქვის სისტემა.	როგორ ახდენს ორგანიზმი ადაპტაციას დაბალი გრავიტაციის ან განსხვავებული ატმოსფერული შემადგენლობის პირობებში? (მაგ. ჟანგბადის კონცენტრაცია). როგორ მოქმედებს გრავიტაცია და ატმოსფერული წნევა ძუძუმწოვრების ზომაზე? როგორ შეიძლება არსებობდნენ გიგანტური ცხოველები პანდორაზე?	განიხილეთ არქეოპტერიქსის ან სხვა დიდი მფრინავი ცხოველის ბიომექანიკა და შეადარეთ ის ბანშის ფრენას.
სხეულის ზომებთან დაკავშირებული ადაპტაცია (ალენისა და	ენტმენი: ზომის შემცირება/გაზრდა, კვანტური სამყარო	როგორ მოქმედებს ორგანიზმის ზომის (მასშტაბის) ცვლილება მის ფიზიოლოგიაზე? <i>თუ ადამიანი ბუზივით პატარა გახდება, შეძლებს თუ არა სუნთქვას? როგორ იმოქმედებს ზედაპირის ფართობისა და მოცულობის თანაფარდობა ორგანიზმის მეტაბოლიზმზე?</i> როგორ იცვლება ზედაპირის ფართობი და მოცულობა ორგანიზმის ზომის ცვლილებისას? რატომ არის დიდი ცხოველის კანი სქელი, ხოლო პატარის – თხელი?	რატომ იღუპებიან ჭიანჭველები შემცირებისას და რატომ არ შეიძლება ადამიანი იყოს ჭიანჭველას ზომის და მაინც შეინარჩუნოს

ბერგმანი ს წესები)			ადამიანის ძალა?
-----------------------	--	--	--------------------

რესურსები:

- ფილმების მოკლე ვიდეო კლიპები (თითო 1 წუთი, თემების საილუსტრაციოდ). ინგლისური ტერმინების საძიებო ველში ჩაწერით მოძებნით შესაბამის ვიდეოს.

პოლიჯუნის სასმელი (Polyjuice Potion): სხეულის მყისიერი ტრანსფორმაცია. Polyjuice Potion transformation scene Harry Potter potions class

დემენტორების ეფექტი: შიშის, დეპრესიის და სასოწარკვეთილების განცდა. Dementors attack scene Dementor effect on people

რკალი რეაქტორი (Arc Reactor): ტონის გულმკერდში ჩადგმული ხელოვნური ენერგიის წყარო. Iron Man Arc Reactor implant scene Iron Man Arc Reactor power up

Extreme/Extremis ვირუსი: რკინის კაცი 3-დან, თვითრეგენერაციის უნარის დემონსტრირება. Iron Man 3 Extremis virus healing Iron Man 3 Extremis powers

პანდორას ფლორა/ფაუნა: გიგანტური ცხოველები და მცენარეები, ეივა. Avatar Pandora bioluminescent forest Avatar Iknimaya Banshee scene

ნავების სუნთქვა/ფიზიოლოგია: პანდორას ატმოსფეროს თავისებურებების ახსნა. Avatar Na'vi breathing mask Avatar Pandora atmosphere explained

შემცირება და ზრდა: სკოტი ლენგის და ჰოუპის ზომის ცვლილებები და ფიზიკური ეფექტები. Ant-Man shrinking and growing scene Ant-Man physics size change

კვანტური სამყარო: კვანტური სფეროს აღწერა (თუმცა ნაკლებად ბიოლოგიური, კარგია ფიზიკის და მასშტაბის განსახილველად). Ant-Man Quantum Realm explained