



Tempo ewolucji

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Ewolucja to stopniowy, powolny proces, który prowadzi do form coraz doskonalszych i bardziej złożonych.

Źródło: www.wallpaperflare.com, domena publiczna.

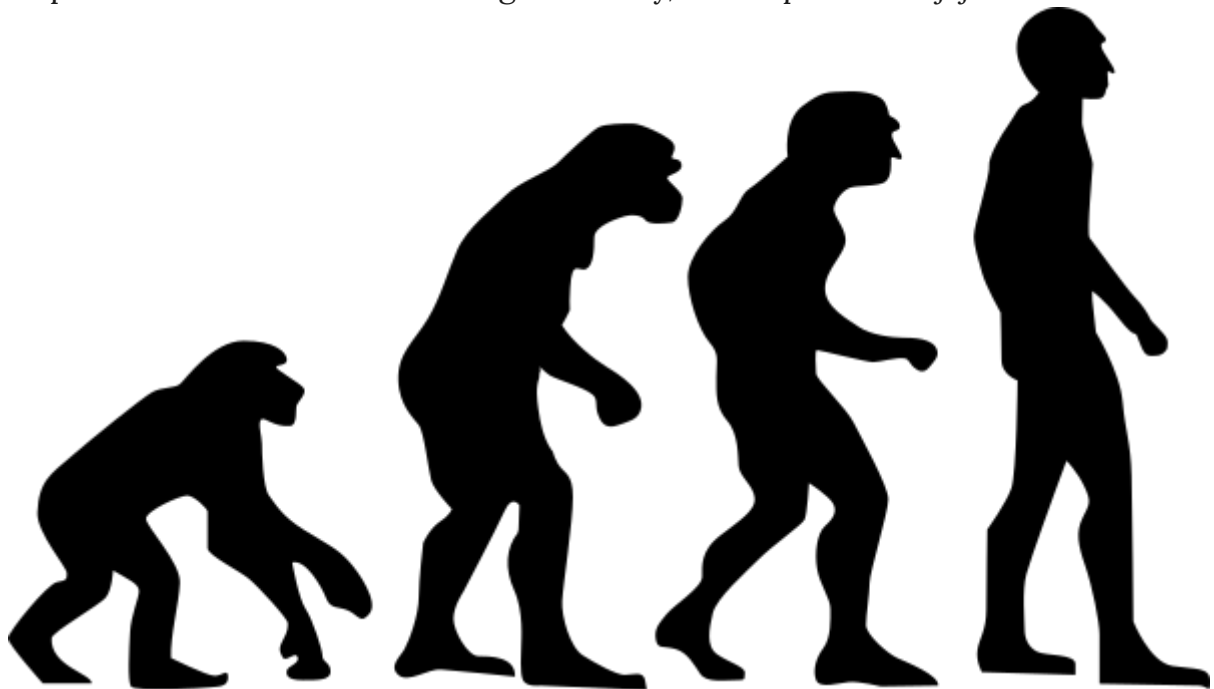
Teoria ewolucji została po raz pierwszy sformułowana przez Karola Darwina w połowie XIX wieku. Według niego, oraz późniejszych naukowców, ewolucja była procesem bardzo powolnym i stopniowo prowadziła do form doskonalszych i bardziej złożonych. Czy to jest prawda? Czy tempo ewolucji zawsze jest takie samo? Jakie czynniki wpływają na tempo ewolucji?

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest tempo ewolucji.
- Odkryjesz czynniki wpływające na tempo ewolucji.
- Omówisz koncepcję gradualizmu oraz punktualizmu.

Przeczytaj

Ewolucja sprawia, że kolejne powstające organizmy są z reguły coraz lepiej przystosowane do życia i wydają coraz silniejsze potomstwo. Każda, bardziej zaawansowana ewolucyjnie grupa, pochodzi od grup prymitywniejszych. Dawniej sądzono, że tempo ewolucji było bardzo powolne. Obecnie przyjmuje się, że jest ono zmienne. Mimo to, zauważalne zmiany następują dopiero na przestrzeni wielu lat i pokoleń. Istotniejsze różnice mogą być widoczne nie wcześniej niż po kilku, lub kilkunastu tysiącach lat. W pewnych, rzadkich przypadkach, zmian nie zaobserwujemy nawet przez miliony, a nawet przez setki milionów lat. Dlatego mówimy, że tempo ewolucji jest zróżnicowane.



Uproszczony schemat ewolucji człowieka. Pierwsi przedstawiciele człowiekowatych (Hominidae) pojawiają się między 10–7 mln lat temu, natomiast człowiek wyprostowany (*Homo erectus*) wyewoluował dopiero po kilku milionach lat, ok. 1,8 mln lat temu.

Źródło: wikipedia.org, licencja: CC BY 3.0.

Poszczególne grupy systematyczne pojawiły się w różnych okresach historii Ziemi. Większość gatunków wymarła, inne trwają do dziś. Ta różnica wynika z umiejętności przystosowania się do zmian, zachodzących w środowisku.

Ponad 3,5 miliarda lat temu powstawała pojedyncza komórka, natomiast w czasie 10 milionów lat powstały wszystkie współcześnie żyjące organizmy zwierzęce. Zmiany ewolucyjne, na wyższych szczeblach niż gatunek, też przebiegają w różnym tempie. Np. pojawienie się ssaków drapieżnych trwało ok. 7 milionów lat, a ślimaków 70 milionów lat. Człowiek rozumny jest gatunkiem, który ewoluuje szybko – trwa to od ok. miliona lat. Tempo ewolucji bywa więc bardzo różne.

Ewolucja

Ewolucja to najogólniej proces zmian zachodzących w czasie. Ewolucja biologiczna oznacza ciągły proces, polegający na przekształcaniu i rozwoju organizmów pod wpływem zmiennych warunków środowiska, utrwalaniu się nowych, dziedzicznych cech, oraz na doborze osobników lepiej przystosowanych.

Tempo ewolucji

Ewolucja ma również określone tempo. Miarą **tempa ewolucji** jest czas przekształcania się jednego gatunku (rodzaju) w inny, czyli szybkość, z jaką zachodzą zmiany w liniach rozwojowych.

Czas ten jest bardzo różny u rozmaitych grup, a nawet wśród różnych linii rozwojowych tej samej grupy organizmów. Tempo ewolucji może się także zmieniać w różnych okresach.

Nierównomierne tempo to jedna z prawidłowości, która stanowi podstawę ewolucji. Były okresy, gdy tempo ewolucji na naszej planecie było bardzo duże i w stosunkowo krótkim okresie czasu powstawały całe gromady, a nawet typy organizmów. W innym czasie, zmiany ewolucyjne raczej dotyczyły przystosowywania się istniejących organizmów do różnych warunków środowiska.

Dobrym przykładem są gady, które ewoluowały w erze mezozoicznej bardzo szybko, natomiast w erze kenozoicznej tempo ich ewolucji uległo znacznemu spowolnieniu. Ewolucja ssaków przebiegała odwrotnie, gdyż przez ponad 100 mln lat trwania ery mezozoicznej ssaki zmieniały się nieznacznie, natomiast w erze kenozoicznej ich ewolucja gwałtownie przyspieszyła.



Szkielet jaszczurki żyjącej ponad 240 mln lat temu (w erze mezozoicznej).

Źródło: www.piqsels.com, domena publiczna.

Czynniki wpływające na tempo ewolucji

Struktura genetyczna populacji

Związana z tempem mutacji zachodzącej w obrębie materiału genetycznego osobników. Im częściej zachodzi mutacja tym szybciej zachodzi zmiana ewolucyjna.

Warunki środowiska

Gwałtowne zmiany w środowisku przyspieszają tempo ewolucji. Stabilne warunki środowiska wpływają na wytworzenie coraz doskonalszych przystosowań i osiągnięcie stanu równowagi. Obniża to tempo ewolucji.

Wielkość populacji

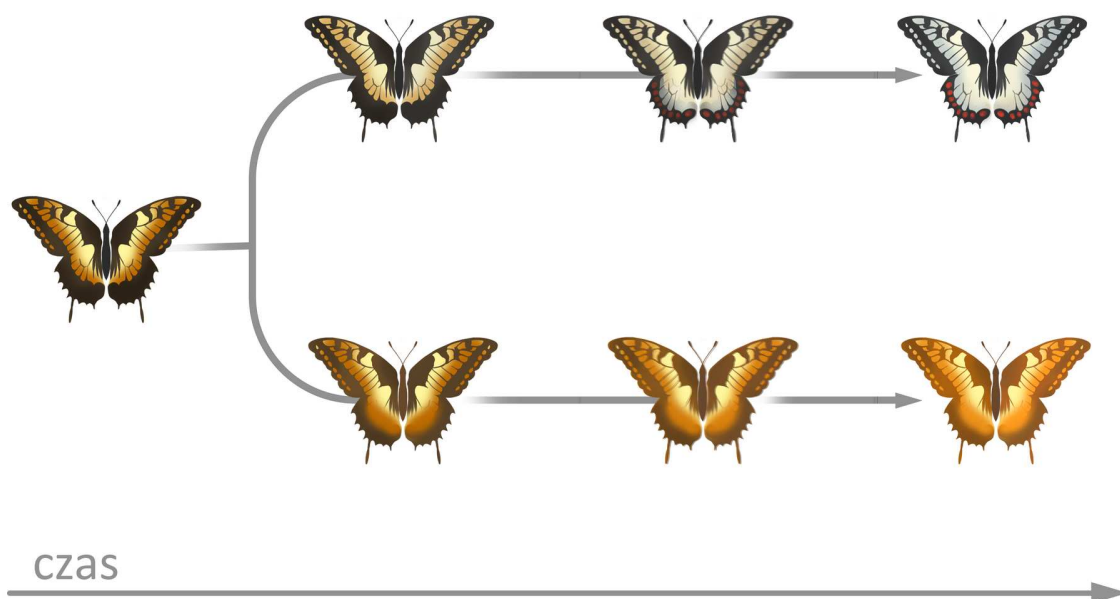
Zmniejszenie liczebności populacji powoduje uruchomienie dryfu genetycznego, który zmienia pulę genetyczną populacji i tym samym zwiększa tempo ewolucji.

Koncepcje związane z tempem ewolucji

Gradualizm

Gradualizm to koncepcja zakładająca, że ewolucja zachodzi poprzez akumulację drobnych zmian na przestrzeni czasu. Zgodnie z tym poglądem, wszystkie procesy ewolucyjne zachodzą nieustannie i prowadzą do stopniowego wzrostu zmienności w populacjach istot żywych.

Konwencjonalna, darwinowska teoria ewolucji zakłada właśnie gradualizm, czyli powolne i stopniowe zmiany w organizmach danej populacji, które doprowadzają do powstania nowego gatunku. Proces przejścia od jednego do drugiego gatunku trwa setki tysięcy, bądź nawet miliony lat, i przebiega w mniej więcej stałym tempie.



Schemat ilustrujący zmianę ubarwienia motyla według koncepcji gradualizmu, czyli stopniowej ewolucji
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Punktualizm

Słownik

ewolucja

(łac. *evolutio*, rozwinięcie, rozwój) proces zmian zachodzących w czasie; ewolucja biologiczna oznacza ciągły proces, polegający na przekształcaniu i rozwoju organizmów pod wpływem zmiennych warunków środowiska, utrwalaniu się nowych, dziedzicznych cech oraz na doborze osobników lepiej przystosowanych

fenotyp

(gr. *phainomai*, przejawiać; *typos*, wzór, norma) zespół cech organizmu, obejmujący nie tylko morfologię, lecz również właściwości fizjologiczne, zachowanie; fenotyp jest ściśle związany z genotypem; oddziaływanie między genotypem, a środowiskiem daje fenotyp

gradualizm

(łac. *gradus*, stopień) koncepcja zakładająca, że ewolucja zachodzi poprzez akumulację drobnych zmian na przestrzeni czasu; zgodnie z tym poglądem wszystkie procesy ewolucyjne zachodzą nieustannie i prowadzą do stopniowego wzrostu zmienności w populacjach istot żywych

punktualizm

(łac. *punctum*, kropka) koncepcja, według której gatunki powstają bardzo szybko (w krótkim czasie następują widoczne zmiany), a później nie ulegają już szybkim przemianom; zgodnie z tym poglądem, gatunki pozostają długotrwale w równowadze ze

środowiskiem, jeśli natomiast nastąpią poważne zmiany środowiska, pule genowe populacji ulegają gwałtownym zmianom

tempo ewolucji

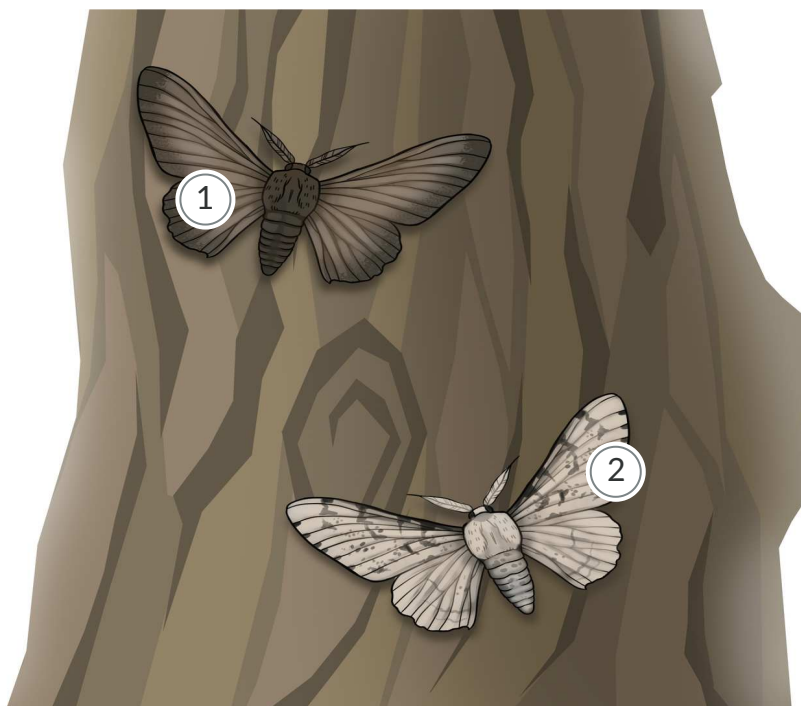
zakres zmian ewolucyjnych w przeliczeniu na jednostkę czasu; miarą tempa ewolucji jest czas przekształcania się jednego gatunku (rodzaju) w inny, czyli szybkość, z jaką zachodzą zmiany w liniach rozwojowych

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Przeanalizuj grafikę interaktywną i rozwiąż zadanie maturalne.

Jednym z najbardziej znanych przykładów zachodzenia ewolucji „na naszych oczach” jest melanizm przemysłowy u ćmy zwanej krępakiem brzozowym (*Biston betularia*).



1

Odmiana melanistyczna krępaka brzozowego (*Biston betularia*)

2

Odmiana typowa krępaka brzozowego (*Biston betularia*)

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY 3.0.

Ćmy tego gatunku występują w dwóch, warunkowanych genetycznie, typach ubarwienia – jasnym i ciemnym. W ciągu dnia przebywają one na korze drzew i wtedy istotne znaczenie ma ubarwienie osobników, pozwalające im „zlewać” się z otoczeniem i być niewidocznymi dla ptaków.

Zaobserwowano, że w XIX w. na terenach Anglii przeważały ćmy o jasnym ubarwieniu. Na przełomie wieku XIX i XX na terenach przemysłowych zaobserwowano upowszechnienie się osobników ciemnych.

Wyjaśnij, dlaczego w populacji krępaka brzozonego wzrosła liczebność osobników o ciemnym ubarwieniu?

Podaj pełną nazwę mechanizmu ewolucji, który spowodował zmiany częstotliwości alleli warunkujących ubarwienie opisanych owadów.

Polecenie 2

Wymień inne przykłady ewolucji zachodzącej „na naszych oczach”.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przyporządkuj do odpowiedniej grupy czynniki wpływające na tempo ewolucji.

Czynniki zwiększające tempo ewolucji

Częste występowanie mutacji.

Stabilne warunki środowiska zewnętrznego.

Czynniki obniżające tempo ewolucji

Zmniejszenie liczebności populacji.

Rzadkie występowanie mutacji.

Gwałtowne zmiany, zachodzące w środowisku zewnętrznym.

Duża liczebność populacji.

Ćwiczenie 2



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Teoria ewolucji, która została sformułowana przez Karola Darwina w połowie XIX wieku, oparta jest na koncepcji punktualizmu.	☐	☐
W teorii przerywanej równowagi postuluje się, że powstanie organizmu, który należy zaliczyć do nowego gatunku, może być wynikiem pojedynczej mutacji.	☐	☐
Zgodnie z aktualną wiedzą przyjmuje się, że tempo ewolucji utrzymuje się na stałym, wolnym poziomie, dlatego dostrzegalne zmiany możemy zauważyć dopiero po upływie kilku, lub kilkunastu tysięcy lat.	☐	☐

Ćwiczenie 3



Do poniższych terminów przyporządkuj pasujące do nich opisy.

Gradualizm

koncepcja zakładająca, że zmiany gatunkowe zachodzą w bardzo krótkim czasie, a następnie nie ulegają już szybkim przemianom

Punktualizm

proces polegający na stopniowym, nieodwracalnym przekształcaniu się organizmów, który prowadzi do powstania nowych gatunków

Ewolucja

koncepcja opierająca się na przekonaniu, że wszystkie przemiany ewolucyjne są efektem akumulacji niewielkich zmian na przestrzeni czasu

Ćwiczenie 4



Z poniższych sformułowań wybierz te, które prawidłowo opisują teorię przerywanej równowagi.

☐ gatunki przez większość czasu trwania nie zmieniają się

☐ występują drobne zmiany osobnicze, jednak nie zostają utrwalone

☐ nawet pojedyncza mutacja może doprowadzić do powstania nowego gatunku

☐ pomiędzy istniejącymi gatunkami powinno występować wiele form pośrednich

☐ zmiany ewolucyjne zachodzą powoli i stopniowo

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania.

Według Karola Darwina ewolucja była procesem bardzo ☐ szybkim ☐ / ☐ powolnym ☐ ,
z czym zgadzało się później wielu naukowców. Tempo ewolucji jest zmienne u rozmaitych
grup organizmów oraz ☐ może ☐ / ☐ nie może ☐ zmieniać się w różnych okresach.
Czynniki, które mają na nie wpływ to warunki środowiska, struktura genetyczna populacji czy
wielkość populacji. Zmiany ☐ mikroewolucyjne ☐ / ☐ makroewolucyjne ☐ możemy
dostrzec dzięki obserwowaniu kilkunastu pokoleń danej populacji, za to o zmianach
☐ mikroewolucyjnych ☐ / ☐ makroewolucyjnych ☐ dowiadujemy się na podstawie badań
paleontologicznych.

Ćwiczenie 6



Uporządkuj podane poniżej teorie, zgodnie z kolejnością, w jakiej powstawały. Zaczniij od
najstarszej.

Teoria ewolucji Darwina



Punktualizm



Katastrofizm



Gradualizm



Lamarkizm



Ćwiczenie 7



Wybierz poprawne dokończenie zdania: **O ewolucji nie możemy powiedzieć, że:**

☐ jest procesem dość szybkim i odwracalnym.

☐ jest procesem powolnym i odwracalnym.

☐ jest procesem dość szybkim i nieodwracalnym.

☐ jest procesem powolnym i nieodwracalnym.

Ćwiczenie 8



Tempo ewolucji, czyli szybkość zachodzenia zmian ewolucyjnych, jest nierównomierne. Obserwuje się zarówno zmiany mikroewolucyjne, jak też można pozyskać dane na temat zmian makroewolucyjnych.

Wyjaśnij, dlaczego tempo ewolucji jest nierównomierne.



W 1971 roku dwaj paleontolodzy, Niles Eldredge i Stephen Jay Gould, na sympozjum na temat „Modeli w paleobiologii”, przedstawili artykuł, który dał początek nowemu spojrzeniu na teorię ewolucji. Konwencjonalna, darwinowska teoria ewolucji zakłada gradualizm, czyli powolne i stopniowe zmiany w organizmach danej populacji, które doprowadzają do powstania nowego gatunku. Według tej teorii, proces przejścia od jednego do drugiego gatunku trwa setki tysięcy, bądź miliony lat, i przebiega, mniej więcej, w stałym tempie. Natomiast, według Eldredge’a i Goulda, dane paleontologiczne wskazują, że przekształcanie gatunków zachodzi relatywnie szybko, a następnie przez większość czasu ich trwania gatunki nie zmieniają się. Zatem tempo ewolucyjnych zmian jest zróżnicowane i zmienne. Tak więc główna teza teorii przerywanej równowagi mówi, że większość gatunków pojawiła się w krótkich momentach geologicznych, a następnie gatunki te utrzymywały się w niezmienionej postaci przez długi okres swojego trwania.

Źródło: „Teoria przerywanej równowagi – główne założenia i pojęcia”; Autorka: Joanna Najder

Określ, na czym polega różnica między gradualizmem a punktualizmem.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Tempo ewolucji

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XVI. Ewolucja. Uczeń:

2) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wyjaśnisz, czym jest tempo ewolucji.
- Odkryjesz czynniki wpływające na tempo ewolucji.
- Omówisz koncepcję gradualizmu oraz punktualizmu.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- mapa pojęć;
- gra dydaktyczna;
- analiza tekstu źródłowego.

Formy pracy:

- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Tempo ewolucji”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 (polegającego na przyporządkowaniu do odpowiedniej grupy czynników wpływających na tempo ewolucji) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel, za pomocą raportu dostępnego w panelu użytkownika, sprawdza przygotowanie uczniów do lekcji, zwracając uwagę na to, kto wykonał zadane ćwiczenie. Wybrany uczeń uzasadnia swoje rozwiązanie.

Faza realizacyjna:

1. **Mapa pojęć.** Uczniowie, pracując w parach, tworzą mapy pojęć związane z tematem lekcji i na podstawie treści z sekcji „Przeczytaj”.
2. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, wyjaśnili, dlaczego w populacji krępaka brzoźowego wzrosła liczebność osobników o ciemnym ubarwieniu. Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.
3. **Praca z e-materiałem.** Uczniowie dzielą się na zespoły i na podstawie treści zawartych w e-materiale układają pytania quizowe dla innych grup. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel nagradza zwycięską drużynę, np. ocenami z aktywności.

4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie w parach wykonują ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, dlaczego tempo ewolucji jest nierównomierne) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie porównują swoje odpowiedzi z najbliższymi siedzącymi sąsiadami. Nauczyciel w razie trudności naprowadza podopiecznych na właściwe rozwiązania lub wyjaśnia wątpliwości.
5. Uczniowie w 4-osobowych grupach wykonują ćwiczenie nr 9 (w którym mają za zadanie – na podstawie tekstu źródłowego – określić, na czym polega różnica między gradualizmem a punktualizmem), a po upływie wyznaczonego czasu dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Na koniec zajęć nauczyciel raz jeszcze wyświetla na tablicy interaktywnej lub przy użyciu rzutnika temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W kontekście wyświetlonych treści prosi uczniów o rozwinięcie zdania: „Na dzisiejszej lekcji nauczyłem/nauczyłam się...”.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 2 do 7 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Multimedia zamieszczone w sekcji „Grafika interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.