

## Scenariusz zajęć

**Przedmiot:** Biologia

**Klasa:** 3 G

**Temat:** Złudzenia, czyli o tym jak mózg nas oszukuje.

**Czas:** jednostka lekcyjna

### Główne idee (main understandings):

- Oko jest narządem zmysłu wzroku.
- Obrazy powstają w oku na siatkówce i stamtąd są przekazywane do mózgu.
- Na siatkówce zachodzi zamiana sygnału fali świetlnej w impuls elektryczny.
- Informacje z oka wędrują do części potylicznej w mózgu.
- Mózg dokonuje interpretacji oglądanych przedmiotów.
- Złudzenia optyczne powstają kiedy mózg źle zinterpretuje widziany obraz.

### Cele operacyjne:

#### Uczeń:

- wskazuje oko jako narząd zmysłu wzroku;
- wyjaśnia jaki obraz powstaje na siatkówce oka;
- uzasadnia, dlaczego w procesie widzenia mózg odgrywa podstawową rolę;
- wyjaśnia, dlaczego mózg może być zawodny i dokonywać nieprawidłowych interpretacji oglądanych przedmiotów.

### Słownictwo:

#### czynne:

- narząd zmysłu – **sense organ**
- oko - **eye**
- wzrok - **sight**
- siatkówka - **retina**
- soczewka - **lens**
- mózg - **brain**
- nerw wzrokowy – **optic nerve**
- złudzenie optyczne – **optical illusion**

#### bierne:

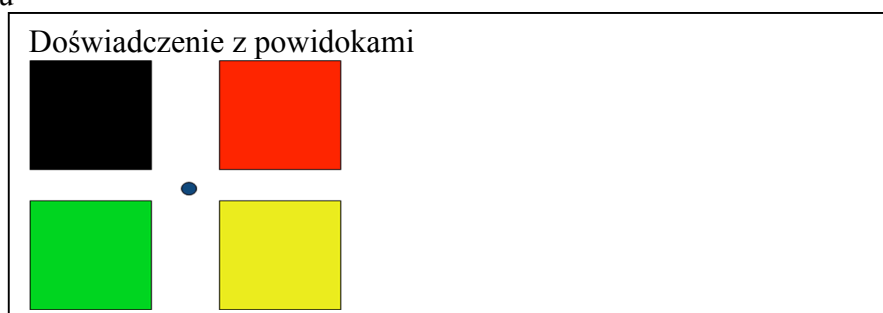
- płat potyliczny – **occipital lobe**
- plamka ślepa (tarcza nerwu wzrokowego) – **blind spot**
- przekrzyżowanie nerwów – **nerve cross-over**
- percepcja - **perception**

### Słowniczek:

- **narząd zmysłu** – narząd służący do odbioru bodźców (sygnałów) pochodzących ze środowiska;
- **oko** – narząd zmysłu wzroku, którego funkcją jest odbiór bodźców docierających do nas w postaci fali świetlnej;
- **wzrok** – jeden ze zmysłów, umożliwiający rozpoznawanie fal elektromagnetycznych w widzialnym zakresie (światła);
- **siatkówka** – jedna z warstw gałki ocznej, an której znajdują się komórki receptorowe – odbierające bodźce w postaci fal świetlnych;
- **soczewka** – część oka umożliwiająca skupienie fal świetlnych na siatkówce, jest przezroczysta i może zmieniać kształt;
- **mózg** – narząd znajdujący się w puszcze mózgowej, który ma za zadanie koordynowanie wszystkich czynności zachodzących wewnątrz organizmu oraz analizę informacji docierających ze środowiska zewnętrznego;
- **pole wzrokowe** – obszar w mózgu, odpowiedzialny za analizę informacji otrzymanych z narządu zmysłu wzroku;
- **płat potyliczny** – część mózgu (kresomózgowia) znajdująca się w tylnej części, w której znajdują się ośrodki analizy informacji docierających z oka (tu jest pole wzrokowe);
- **plamka ślepa (tarcza nerwu wzrokowego)**– miejsce na siatkówce pozbawione fotoreceptorów – tu znajduje się wyjście nerwu wzrokowego;
- **nerw wzrokowy** – skupienie wypustek komórek nerwowych przekazujące informacje z siatkówki do płata potylicznego mózgu;
- **złudzenie optyczne** – błędna interpretacja obrazu zachodząca pod wpływem określonego dokonanego doboru kolorów, cieni, kontrastów, czy przełożenia obrazu 3d na 2d, które wprowadzają mózg w błąd i uniemożliwiają dokonanie prawidłowej interpretacji.
- **Percepcja**- organizacja i interpretacja wrażeń zmysłowych, w celu zrozumienia otoczenia

### Lista materiałów potrzebnych do przeprowadzenia zajęć:

Doświadczenie z kontrastem następczym (powidokami) kartka papieru, na której narysowane są najlepiej 4 kwadraty różnobarwne z krzyżykiem po środku lub kropką – jak poniżej. Czysta kartka papieru



## **Przebieg zajęć**

### **CASUM (*Conversation About Science Using Media*) – klasowa dyskusja o zjawiskach naukowych z wykorzystaniem mediów**

#### **CASUM 1**

Animacja przedstawia popularne obrazki służące do wywoływania złudzeń optycznych: linie toru kolejowego, złudzenie Ponza i sześcian Neckera. Dyskusja dąży do omówienia tego, co zauważają uczniowie i tego, jak to się dzieje, że obrazy mogą być mylące/wywołują złudzenie optyczne?

#### **QTA – propozycje modelowania dialogu**

**Nauczyciel:** Co zauważyliście?

**A. Uczeń nie rozumie:** Nie rozumiem tych kresek i kółek.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Zauważyłeś jednak kreski i kółka, opowiedz jak one wyglądają?
- Powiedz, jakie są te kreski?
- Spróbuj porównać do siebie te kółka. Co o nich myślisz?
- Opisz co widzisz.

**B. Uczeń częściowo rozumie:** Widziałem linie na pierwszym obrazku. One się tak przecinały. LUB Widziałem kółka ułożone w kwiatek. LUB Było narysowane takie pudełko i potem jeden bok się zakolorował.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Wspomniałeś o liniach. Opisz dokładniej jak one wyglądały?
- Opisz wygląd tych kwiatków. Spróbuj je porównać.
- Nazwałeś ten przedmiot pudełkiem. Tak było zasugerowane. Powiedz, co o nim myślisz?
- Gdyby ktoś ci powiedział, że to wcale nie pudełko, to co byś mógł o tym powiedzieć?

**C. Uczeń rozumie:** To wszystko były takie obrazki, które wcale nie pokazują tego, co widzimy.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Co masz na myśli mówiąc, że nie pokazują tego, co widzimy?

**Uczeń:**

- Mam na myśli to, że te obrazki oszukują oczy i mózg. Niby widać, że pewne rzeczy się od siebie różnią, ale są takie same.

**Nauczyciel:**

- Wymień te rzeczy na każdym obrazku.

**Uczeń:**

- Na pierwszym widać, że niby kreski poziome są innej długości, ale one są takie same. Na drugim te środkowe koła też są identyczne, a na trzecim obrazku zależy jak się spojrzeć, to można powiedzieć różnie, że raz jeden kwadrat jest tyłem, a raz przodem.

**Nauczyciel:**

- To ciekawe spostrzeżenia. Czyli jak to można wytłumaczyć, że widzimy na tych samych obrazkach inaczej te same albo takie same rzeczy?

**Uczeń:**

- To się nazywa złudzenie, czyli oszukiwanie oka przez obraz. No i chyba oszukiwanie mózgu w tym wszystkim.

### **Nauczyciel:**

- To ważne, co powiedziałeś, chcę abyśmy wszyscy zapamiętali te słowa: złudzenie optyczne (*nauczyciel zapisuje: złudzenie optyczne*). Oznacza ono, że nie zawsze to, co widzimy jest odwzorowaniem rzeczywistości. To wszystko zależy od tego, jak rozumie to nasz mózg.

**Informacje uzupełniające dla nauczyciela:** *Nie zawsze to co widzimy jest odwzorowaniem świata realnego. Mózg nieco przekształca obrazy – zwłaszcza gdy nie do końca „wie”, jak je interpretować.*

*W pierwszym obrazie górna pozioma kreska wydaje się dłuższa niż ta poniżej. Dzieje się tak dlatego, iż rysunek przypomina tor kolejowy zniekształcony przez perspektywę. Dwie ukośne linie postrzegamy, dzięki stałościom spostrzeżeniowym, jako w rzeczywistości równoległe, co z kolei sugeruje, że dwie linie poziome mają różną długość. Działa tu też prawo stałości oceny wielkości, wg którego subiektywnie postrzegamy przedmioty leżące w różnej odległości od obserwatora i podobnego kształtu jako takie same, mimo iż na siatkówce oka przedmioty leżące dalej są mniejsze. Jest to tzw. złudzenie Ponza.*

*Podobnie z sześciannem. Doświadczenie to opisał szwajcarski naukowiec Louis Albert Necker, opublikował w 1832 obrazy przedstawiające sześciannę zmieniającą położenie podczas oglądania. Złudzenie jest spowodowane tym, że z ilustracji wymazano informacje dotyczące głębi. Patrząc na sześciannę Neckera zauważamy układ linii, ale interpretujemy go jako sześciannę. Mózg otrzymuje dwuznaczność – stara się ustalić odległość rogów sześciannu. Rozwiązanie tego problemu nie istnieje, ponieważ każdy obserwator zinterpretuje go inaczej, a także jeden obserwator może zmieniać wnioski w każdej chwili spostrzegania.*

### **CASUM 2**

Animacja przedstawia uproszczony schemat działania oka – widzenie przedmiotu, załamanie promieni w soczewce. Dyskusja krąży wokół opisanego przez uczniów działania oka i widocznych elementów jego budowy.

### **QTA – propozycje modelowania dialogu**

**Nauczyciel:** Co się tutaj działo? Co zaobserwowaliście?

**A. Uczeń nie rozumie:** Nic nie widziałem. LUB Nic się nie działo.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Przyjrzyjmy się tej animacji jeszcze raz, a wtedy na pewno będziecie mogli coś powiedzieć.
- Spróbujcie opowiedzieć własnymi słowami, co tutaj zauważyliście.

**B. Uczeń częściowo rozumie:** Widać było chłopca i świeczkę oraz oko.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Rzeczywiście, widać było chłopca, świeczkę, oraz oko. Opowiedz, co jeszcze zauważyłeś.
- Mówisz, że widzieliśmy chłopca, świeczkę oraz oko. O co tutaj może chodzić?

**C. Uczeń rozumie:** Chłopiec widział świeczkę, a w oku ta świeczka była odwrócona i mniejsza.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Bardzo dokładny opis. Powiedziałeś, że chłopiec widział świeczkę, i w oku ona była odwrócona i mniejsza, czyli jej obraz był odwrócony i pomniejszony. Opowiedz o tym więcej.

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

**Uczeń:**

- Ten obraz świeczki wchodził do oka, i krzyżował się za czymś wypukłym.

**Nauczyciel:**

- Rzeczywiście, to trafna uwaga. Obraz świeczki, a właściwie fale świetlne, dotarły do oka chłopca, przechodziły przez to „coś” wypukłe, czyli soczewkę (*nauczyciel zapisuje na tablicy: soczewka*), która je załamywała, a następnie krzyżowały się. Co jeszcze tutaj zauważyłeś?

**Uczeń:**

- Z tyłu oka widać było małą, odwróconą świeczkę.

**Nauczyciel:**

- Z tyłu oka, czyli na siatkówce (*nauczyciel zapisuje na tablicy: siatkówka*) powstał obraz odwrócony i pomniejszony. Siatkówka jest miejscem, które w oku odbiera informacje z otoczenia.

### CASUM 3

Animacja przedstawia znów zbliżenie na schemat działania oka, tym razem jednak pokazana zostanie przybliżona (symboliczna) budowa najważniejszych komórek oka (pręciki i czopki) i droga impulsu świetlnego. Dyskusja krąży wokół opisanego drogi bodźca z oka do mózgu oraz opisu elementów budowy oka.

### QTA – propozycje modelowania dialogu

**Nauczyciel:** Jak to rozumiesz? Co tam się działo?

**A. Uczeń nie rozumie:** Było coś dziwnego – jakieś nitki się tam przesuwają.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Wspomniałeś o nitkach – czyba masz na myśli drogi nerwowe. Opowiedz o nich.

**B. Uczeń częściowo rozumie:** Było widać oko, no i tam się przesunęło coś. Tak błyszczało.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Myślę, że to błyszczenie było tylko symboliczne. Jak myślisz, co mogło oznaczać?

**C. Uczeń rozumie:** Widać było jak obraz „podróżuje” przez oko. LUB Widać było nerwy w oku.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- To ciekawe stwierdzenie: „obraz podróżuje przez oko.” Opowiedz o tej „podroży”.

Nerwy w oku, czyli nerwy wzrokowe (*nauczyciel zapisuje: nerwy wzrokowe*). Opisz jak one wyglądały.

### **Doświadczenie z kontrastem następczym:**

Należy przez 30 sekund wpatrywać się w środkową kropkę (krzyżyk) znajdujący się pomiędzy czterema różnymi kwadratami. Po 30 sekundach należy przenieść wzrok na białą kartkę – powstaną powidoki.

**Wyjaśnienie:**

**Kontrast następczy** (powidok, obraz następczy) – po wpatrywaniu się w kształt narysowany w jednym z kolorów podstawowych i szybkim odwróceniu wzroku, w oku pozostaje przez chwilę ten sam kształt w formie zamazanej, w barwie dopełniającej. Zjawisko to ma związek z działaniem siatkówki. Czopki odpowiedzialne za widzenie światła czerwonego połączone są parami z komórkami odpowiadającymi za widzenie światła zielonego. Podczas obserwacji obiektu,

---

**Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego**

---

wysyłają do komórki zbiorczej informacje jednocześnie. Przy padaniu na nie światła białego (które zawiera zarówno światło czerwone i zielone) komórki informują mózg o tym, że „widzą” światła w tych kolorach, pomimo tego, że już nie rejestrują ich w rzeczywistości.

**CASUM 4**

Animacja pokazuje zarys głowy chłopca oglądającego płonącą świecę. Sygnał jest przekazywany do potylicznej części mózgu, gdzie analizowane są kojarzone obrazy i wybrany zostaje jeden – pasujący do widzianego obrazu. Dyskusja krąży wokół zjawiska widzenia – uczniowie powinni dojść do wniosków, że bez mózgu i zasobów pamięci nie moglibyśmy rozpoznawać przedmiotów. To w mózgu obraz odwrócony przez oko otrzymuje właściwy odbiór.

**QTA – propozycje modelowania dialogu**

**Nauczyciel:** Co zauważyliście? Co się tutaj działo?

**A. Uczeń nie rozumie:** Nic nie zauważyłem. LUB Nic się nie działo.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Obejrzyjmy zatem tę animację jeszcze raz, a wtedy na pewno coś zauważycie.
- Być może widzieliście kiedyś coś podobnego. Spróbujcie opowiedzieć własnymi słowami, co tutaj się działo.

**B. Uczeń częściowo rozumie:** Widać było głowę i świeczki.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Rzeczywiście, widać było czyjaś głowę, a raczej mózg, oraz świeczki. Opowiedz, co jeszcze zauważyłeś.
- Mówisz, że widzieliśmy głowę oraz świeczki. Przypomnij sobie poprzednie animacje. O co tutaj może chodzić?

**C. Uczeń rozumie:** Widzieliśmy, jak obraz świeczki przechodzi z oka do mózgu.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- To bardzo ciekawa obserwacja. Powiedziałeś, że obraz świeczki przedostaje się z oka do mózgu. Opowiedz swoimi słowami, jak to się dzieje.

**Uczeń:**

- Obraz świeczki najpierw był odwrócony w oku.

**Nauczyciel:**

- Trafne spostrzeżenie. Na siatkówce obraz był odwrócony, a także, jak powiedzieliśmy przy poprzedniej animacji, pomniejszony. Opowiedz, co jeszcze zauważyłeś?

**Uczeń:**

- Potem ten obraz przechodzi takimi przewodami do mózgu, do tylnej części.

**Nauczyciel:**

- To bardzo wnikliwy opis. Basia powiedziała, że obraz świeczki przechodził do mózgu, do części potylicznej mózgu, przez „przewody”, jak to określiła Basia. Te „przewody” to inaczej nerwy wzrokowe (*nauczyciel zapisuje na tablicy: nerw wzrokowy*), a informacje o tym, co odebrały z fal komórki siatkówki, to impulsy nerwowe. Opowiedz jeszcze, co się z tym obrazem działo?

**Uczeń:**

- Najpierw ten obraz był odwrócony w oku, a z tyłu mózgu już był normalny.

**Nauczyciel:**



---

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

---

- To bardzo wnikliwy opis. Obraz świeczki był na siatkówce odwrócony, a w tylnej części mózgu, czyli w polu wzrokowym (*nauczyciel zapisuje na tablicy: pole wzrokowe*) był już „normalny”. Powiedz, jak to rozumiesz.

**Uczeń:**

- Ten obraz nie był już odwrócony i świeczka nie była już mała.

**Nauczyciel:**

- Rzeczywiście, obraz świeczki jaki powstaje w mózgu nie jest odwrócony i jej wielkość jest prawdziwa. Opowiedz, co jeszcze zauważyłeś w tylnej części mózgu.

**Uczeń:**

- Były tam takie migające obrazy, jakieś ognisko i zapałka.

**Nauczyciel:**

- Celna uwaga. Widać tam było jakieś migoczące obrazy – ognisko i zapałkę. Jak myślisz, co to może znaczyć?

**Uczeń:**

- Może chłopiec najpierw pomyślał o zapałce i ognisku, a nie o świeczce.

**Nauczyciel:**

Rzeczywiście, tak mogło być. W mózgu chłopca najpierw mogły się pojawić inne obrazy, które znał – zapałka, ognisko, a potem dopiero świeczka. Tak, jak mówiliśmy przy drugiej animacji – chłopiec musiał rozpoznać te przedmioty, aby móc je zidentyfikować.

## CASUM 5

Animacja przedstawia scenę dobierania obrazu przez chłopca (obraz to świeca i jabłko) – widok z góry na przekrój mózgu. Sygnał, który dociera do oczu zostaje odwrócony i przesłany do mózgu, w którym ponownie się przekształca. Dyskusja krąży wokół wyjaśnienia, że każde oko rejestruje obraz nieznacznie różniący się od obrazu rejestrowanego przez drugie oko. Mózg składa obrazy w jeden. Dzięki temu zjawisku widzimy obrazy przestrzennie (3D), a nie płasko (2D). Można również określić dominujące oko - doświadczenie opisane w ostatniej części scenariusza.

## QTA – propozycje modelowania dialogu

**Nauczyciel:** Co zauważyliście? Co się tutaj działo?

**A. Uczeń nie rozumie:** Nic nie zauważyłem. LUB Nic się nie działo.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Obejrzyjmy zatem tę animację jeszcze raz, a wtedy na pewno coś zauważycie.
- Przypomnijcie sobie poprzednie animacje. Spróbujcie opowiedzieć własnymi słowami, co tutaj się działo.

**B. Uczeń częściowo rozumie:** Widać było jabłko, chłopca i świeczkę.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

- Rzeczywiście, znów widzieliśmy jabłko, świeczkę oraz chłopca. Opowiedz, co jeszcze zauważyłeś.
- Mówisz, że widzieliśmy świeczkę, jabłko i chłopca. Przypomnij sobie poprzednie animacje. Jak myślisz, o co tutaj chodzi?

**C. Uczeń rozumie:** Widać było, jak obraz świeczki i jabłka jest przekazywany z oczu do mózgu.

**Możliwe pytania nauczyciela:**

---

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

---

- To bardzo wnikliwa obserwacja. Zauważyłeś, jak obraz świeczki i jabłka dociera z oczu do mózgu. Opowiedz, co dokładnie widziałeś.

**Uczeń:**

- W każdym oku widać było świeczkę i jabłko.

**Nauczyciel:**

- Rzeczywiście, w każdym oku było widać świeczkę i jabłko. Opowiedz, co jeszcze zauważyłeś.

**Uczeń:**

- Ten obrazek świeczki i jabłka wędrował do mózgu, ale w tylnej części rozdzielał się.

**Nauczyciel:**

- To bardzo trafny opis. Powiedziałeś, że obraz rozdzielał się w tylnej części mózgu, czyli w części potylicznej. Wyjaśnij, jak to rozumiesz.

**Uczeń:**

- Ten obraz rozdzielał się, bo świeczkę było widać w lewej części mózgu, a jabłko w prawej.

**Nauczyciel:**

- Celną uwagę. Świeczkę było widać w lewej części mózgu, a jabłko w prawej, mimo, że świeczka i jabłko znajdowały się dokładnie w odwrotnej pozycji. Jak myślicie, o co tu może chodzić?

**Uczeń:**

- Może w mózgu wszystko się przestawia na odwrot?

**Nauczyciel:**

- Wyjaśnij, jak to rozumiesz.

**Uczeń:**

- Obraz świeczki przeszedł z prawego oka do lewej części mózgu, a jabłka z lewego oka do prawej części mózgu.

**Nauczyciel:**

- To bardzo dokładny opis. Obraz świeczki i jabłka został odwrócony i przekazany do części potylicznej mózgu dokładnie w odwrotny sposób, niż te przedmioty były ustawione. Zastanówmy się teraz, czy w każdym oku było widać ten sam obraz.

**Uczeń:**

- W prawym oku widać było całą świeczkę, ale jabłko nie było całe. W lewym oku było widać całe jabłko, ale niecałą świeczkę.

**Nauczyciel:**

- To bardzo trafne spostrzeżenie. W jednym oku było widać całą świeczkę, ale niecałe jabłko, a w drugim było odwrotnie. Jak myślicie, dlaczego tak się dzieje?

**Uczeń:**

- Może każde oko widzi trochę inaczej.

**Nauczyciel:**

- Sądzisz, że każde oko widzi trochę inaczej. Powiedz, co dokładnie masz na myśli.

**Uczeń:**

- Lewe oko nie widzi tego wszystkiego, co widzi prawe oko.

**Nauczyciel:**

- To bardzo ciekawa obserwacja. Mówisz, że lewe oko nie widzi tego wszystkiego, co widzi prawe oko. Inaczej mówiąc, każde oko ma pewien stały kąt, pod którym zbiera obrazy. Jak myślicie, co się dzieje, kiedy te dwa obrazy z obu oczu połączymy?

**Uczeń:**

- Może widzimy więcej.



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

**Nauczyciel:**

- Rzeczywiście, widzimy więcej, a właściwie pełniej, ponieważ powstaje obraz przestrzenny.  
Zobaczmy teraz, co jeszcze ma znaczenie w naszym procesie widzenia.  
(uczniowie przeprowadzają doświadczenie ze wstępu – oko dominujące)

**Nauczyciel:**

- Opowiedzcie własnymi słowami, co tutaj zauważyliście.

**Uczeń:**

- Palec się przesunął.

**Nauczyciel:**

- Ciekawe spostrzeżenie. Mówisz, że przesunął się palec. O co tutaj chodzi?

**Uczeń:**

- Kiedy przykryłem prawe oko, to palec zasłaniał piłeczkę, a kiedy przykryłem lewe oko, to palec był obok piłeczki.

**Nauczyciel:**

- Ja myślisz, dlaczego tak się stało?

**Uczeń:**

- Może znów każde oko widzi coś innego.

**Nauczyciel:**

Ciekawa obserwacja. Mówisz, że być może każde oko widzi coś innego, czyli obrazy w jednym i drugim oku nie są dokładnie tymi samymi obrazami. Powiedziałaś, że kiedy przykryłeś prawe oko, to palec zasłaniał piłeczkę, a kiedy lewe, to palec był obok piłeczki. To znaczy, że lewe oko masz dominujące. Dzięki temu, że mamy dwoje oczu, możemy widzieć trójwymiarowo. I zawsze jedno z naszych oczu jest dominujące.

## TUTORIAL – indywidualna praca ucznia z wirtualną nauczycielką

*Każdy uczeń przystępuje do pracy z programem komputerowym. Uczniowie używają słuchawek, co umożliwia samodzielne dostosowanie tempa nauki do indywidualnych potrzeb.*

## PODSUMOWANIE

**Nauczyciel:** Spróbujmy teraz znaleźć jakieś przykłady z waszego codziennego życia, które będą potwierdzeniem poznanych zjawisk.

*Uczniowie podają przykłady, a następnie nauczyciel uzupełnia przykłady uczniów lub modeluje dialog. Jest również czas na odesłanie uczniów do artykułów w miniSieciWWW (opcja dla uczniów gimnazjum).*

## GLOSARIUSZ – lista słów wprowadzających w TUTORIALU w języku angielskim

czopek	cone
pręcik	rod
siatkówka	retina
skupiać (np. fale świetlne)	focus
załamywać (np. fale świetlne)	refract
złudzenie	illusion