



Com ho veus?

Taller sobre trajectòria de la llum i convergència

Material

Cada grup de 3 alumnes disposarà del següent material:

- Cartolina
- Llapis i retoladors de colors
- Cinta adhesiva
- Regle
- Paper pautat
- Dos recipients transparents de diferents mides.
- **Punter làser.** Els hi definiré el làser com un feix de llum d'un sol color concentrat o amplificat. (No els penso parlar de coherència ni de l'emissió estimulada ni res de tot això). Penso retirar tots els punters dels 4 grups mentre els explico el que és el làser, un cop acabada l'explicació n'entregaré un a cada grup (ho faré perquè mostrin atenció i no es distreguin amb ell mentre els explico que fa). També els explicaré les advertències d'ús.

Presentació

Ens presentem nosaltres com a científics i comentem una mica el propòsit dels tallers de ciència i del taller específic sobre la trajectòria de la llum.

Els esmentem que treballaran amb materials que ens han deixat diferents pares i que cal conservar adientment. També els indicarem que alguns d'aquests materials són perillosos, que cal anar amb compte amb no projectar el feix làser a la cara de ningú (i molt menys als ulls), però que confiem que respectaran aquestes normes tan bàsiques.

Caldrà deixar els estris emprats altre cop ben guardats per a l'ús del següent grup i caldrà que pensin cada cosa que fan per tal de deixar evidència i registre de l'experiment que han fet.

Es faran grups de 3. Es interessant poder fer grups d'edats diferents i que no vagin en el mateix grup els amiguets o amiguetes.

Tindrem preparat a la pissarra el dibuix esquemàtic d'un ull.

Introducció

Per poder veure, sembla clar que necessitem varies coses. Els podem preguntar què necessitem. Ens diran que calen **els ulls** i també cal **la llum**.

La llum és quelcom que pot tenir diferents colors. Podem veure les coses allunyades perquè des de la distància ens envien la llum que emeten. Podem posar exemples i fer-los intervenir. **Podem**



Com ho veus? Taller sobre trajectòria de la llum i convergència

demanar-li a algú que tracti de descriure amb el seu dit quina és la trajectòria que fa la llum des d'un objecte fins a l'ull d'un altre company. De ben segur que ens descriurà una línia recta.

Comencem plantejant el que sembla clar i evident: **La llum es desplaça en línia recta.** És per aquest motiu que una persona no pot veure's sota el seu propi nas.

Jo els faré una pregunta que els faci gràcia... -Tothom de classe pot veure els pèls del meu nas?-. Tots diran que sí però després hauran de reconèixer que jo mateix no me'ls puc veure. Entremig dels pèls i els meus ulls hi ha el meu nas!!

Ara serà el moment d'introduir la idea de que potser la llum pot canviar la seva trajectòria d'alguna manera. Els preguntaré si se'ls acut alguna manera en que es pot canviar la trajectòria de la llum...

- Els instigaré fins que se'ls acudeixi fer servir un mirall (reflexió) per tal de veure's els pèls del nas. Així podran veure que existeix un canvi de trajectòria molt bestia. Potser els porto un mirall de casa per a que ho vegin.
- (L'apartat de la refracció és el que veuran a continuació...)

Experimentació (fenòmen de la refracció)

Els nens ja han fet diferents experiències pràctiques sobre la llum i ja es troben en condicions de fer la més important de totes... que es vegi com la trajectòria de la llum canvia la seva direcció quan travessa un pot ple d'aigua, i.e. quan passa de l'aire a l'aigua i de l'aigua a l'aire (refracció):

1. Enganxem la cartolina a la taula amb un parell de trossos de cinta adhesiva per a que no es bellugui.
2. Disposem un dels pots sobre la cartolina a una distància precisa i a una banda de la cartolina (cal deixar espai per a repetir l'experiència amb l'altre pot).
3. Col·loquem el punter làser a sobre d'una superfície elevada d'uns 3 o 4 cm i l'aproximem a l'inici de la cartolina. Enganxem el punter amb un tros generós de cinta adhesiva i premem el punter per a que projecti el seu feix en direcció lleugerament obliqua al pot. (Lleugerament obliqua per tal d'evitar que incideixi massa tangencialment al pot i sorgeixin efectes difractius de les seves imperfeccions).
4. Mentre un nen aguanta el paper pautat amb les ratlles verticals, l'altre observa en quin lloc apareix el punt (o la ratlleta) i fa el marcatge sobre la cartolina amb un retolador. Fan varis punts per a una mateixa orientació del feix.
5. Després canvien la direcció del feix i repeteixen el marcatge amb un retolador d'un altre color.
6. Acte seguit, utilitzen el regle per tal de traçar les línies rectes i apreciar la focalització o convergència del feixos de llum que origina el pot amb aigua.
7. Repeteixen l'experiència des del punt 2 fins el punt 6 amb un pot de diferent mida que es col·locarà a l'altre banda de la cartolina.



Com ho veus? Taller sobre trajectòria de la llum i convergència

(**IMPORTANT:** per a no tenir problemes amb que quedin punts fora de la cartolina cal que el punter es trobi a 2,5 cm de la cartolina, el centre dels pots quedi situat a 10 cm del límit de la cartolina i, per tant a 12,5 cm del punter làser.)

Explicacions nivel bàsic

Ara torno a fer la pregunta... Quines formes coneixen per a canviar la trajectòria de la llum?... A part de la reflexió m'han de saber indicar aquest nou experiment que es diu refracció.

El que passa al nostre ull és el mateix que la refracció. Tots els rajos de llum que arriben al nostre ull pateixen un canvi en la seva direcció... **Si un ull té un cristal·lí, quin element del nostre experiment ha jugat el paper d'aquest cristal·lí?**

Ara, val la pena desenganxar la cartolina i comparar-ho amb el dibuix de l'ull que hi ha a la pissarra. Girem la cartolina i els indiquem que **els punts focalitzats són els objectes puntuals, el cercle a on estava el pot és el cristal·lí** de l'ull i el punt **on es trobava el punter làser és la retina** (pla focal).

(NOTA: Em de ser conscients de que estem obviant que la trajectòria de la llum serà la mateixa si intercanviem objecte i imatge. Si sobrés temps, potser seria interessant repetir l'experiència tot posant el punter làser al lloc a on hem trobat la focal per a que puguin veure que el feix convergeix al lloc a on, en l'experiment anterior es trobava el punter làser.)

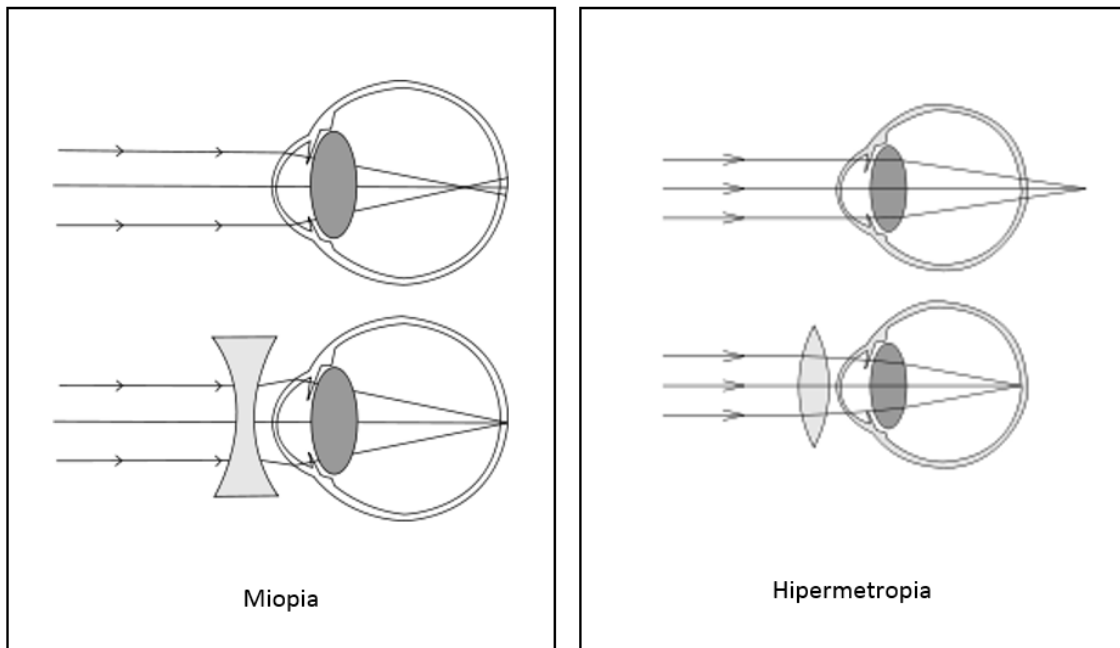
Explicacions nivel intermig

Però la gran pregunta és la següent: **Per què cal que el nostre ull faci un canvi en la trajectòria de la llum?...** Aquest és el concepte més difícil de comprendre de tot el taller... La raó és que quan un punt llunyà (per exemple el punt d'una i) envia la seva llum, aquesta es propaga en totes direccions i, quan arriba a la nostra alçada, en lloc d'un punt vindria a ser una taca. El que fa el nostre cristal·lí és fer que aquesta llum torni a convergir (o focalitzar) i quan arribi a la nostra retina (pla focal) torni a ser un punt (tal i com ha d'ésser). D'aquesta manera, els punts tornen a ser punts i les ratlles tornen a ser ratlles.

Explicacions nivell elevat

La musculatura del nostre ull permet canviar la mida del cristal·lí per tal de permetre veure les coses que estan a prop o les que estan lluny. Aquí arriba la inevitable pregunta: com s'ha de deformar el cristal·lí del nostre ull per veure una cosa que està lluny?, s'ha d'estirar la musculatura per a que la convexitat del cristal·lí tingui un radi gran o s'ha de contraure per a tenir un radi de convexitat més petit?... La resposta és que el pot gran permet focalitzar els objectes més allunyats, això vol dir que el radi necessari ha d'ésser més gran i, per tant, la musculatura del nostre ull ha d'estirar el cristal·lí per a que les seves superfícies s'assemblin més a les d'un pot gran i així focalitzar al lloc correcte de la retina.

Aquí, per als de 5è i depenent del temps de que disposem, podem introduir el concepte d'ull amb miopia o ull amb hipermetropia:



El defecte de l'ull amb miopia és que el pla focal està massa lluny (l'ull és una miqueta més gran del normal). El cristal·lí fa convergir (focalitzar) els feixos de llum com fa sempre però, com que la retina (pla focal) està massa lluny, el que hauria de tornar a ser un punt, es converteix amb una taca. Com es corregeix?... doncs molt fàcil!, es posen unes ulleres amb un vidre (canvi de medi) que fa que la llum divergeixi més (els rajos de llum es separin). D'aquesta forma, quan el cristal·lí els faci adreçar-se, no convergiran tant i acabaran focalitzant exactament a la retina (que és on han de focalitzar per tal de tornar a ser un punt).

L'ull amb hipermetropia té el defecte contrari. És una mica massa petit (és el que passa a molts nens i nenes de la seva edat perquè encara els ha de créixer). El seu cristal·lí tracta de focalitzar (convergir) els rajos de llum per a que un punt des de l'infinít torni a ser un punt quan arribi a la retina. El que passa és que com la retina està massa a prop, la imatge torna a ser una taca. Com es corregeix?... Doncs amb unes ulleres amb uns vidres que també focalitzen una mica. Entre el que focalitza el vidre i el que focalitza el cristal·lí, s'aconsegueix que el feix de llum acabi convergint a la retina de l'ull. Per això, hi ha molts casos de nens que, a mesura que creixen deixen de tenir hipermetropia i ja no els calen ulleres.

Conclusions

Ara es el torn de les preguntes que ells mateixos han de saber respondre:

Nivel bàsic

1. Han d'entendre que el feix làser, a diferència de la llum blanca normal, és un raig de llum concentrada (amplificada) que fa que no es dispersi (no s'eixampla).



Com ho veus? Taller sobre trajectòria de la llum i convergència

2. Han de poder concloure que el feix de llum no sempre es mou en trajectòries rectes. Hi ha elements o circumstàncies que fa que canviïn la seva direcció (com miralls, canvis de medi de propagació,...)
3. Han de conèixer el concepte de reflexió (amb miralls) i refracció (amb lents convergents o divergents).

Nivel intermig

4. Han de poder copsar que tots els objectes (format per molts punts) emeten llum que es propaga en totes direccions. Com que cada punt emet en totes direccions, la imatge d'un punt (sense intermediació de lents que afectin la trajectòria) es va expandint tot formant una taca.
5. Han d'apreciar la similitud del sistema òptic recreat al taller amb el del nostre propi ull. Hem construït una mena d'ull en el que la llum que entra es torça i s'acaba focalitzant sobre la retina... Fa que objectes que són punts i que quan es propaguen es van transformant en taques tornin a ser punts (i no ratlles ni taques grosses) quan arriben a la retina (pla focal).

Nivel alt

6. Han d'entendre que cal un pla focal (que coincideixi amb la retina) per a que en ell s'hi projectin els punts quan són punts i les ratlles quan són ratlles.
7. Han d'entendre que la musculatura del nostre ull deforma el cristal·lí per tal que uns cops ens permeti veure les coses properes i altres vegades puguem veure les coses que estan allunyades.