

APÊNDICE A1. GUIÃO DO PROFESSOR

Esta actividade pretende

- ✓ Desenvolver nos alunos capacidade de questionamento e de fazer inferências, procurando respostas para uma questão simples: QUAL O CONTEÚDO DA CAIXA?



Introdução:

O desenvolvimento de um modelo ocorre através de várias etapas. Primeiro há uma abordagem individual ao desconhecido, fazendo observações e organizando estas observações com a finalidade de obter uma explicação do desconhecido. Estas observações são discutidas entre pares (colaboração) e discutem-se novas observações, revendo ou ajustando o modelo. Um modelo consensual pode então surgir como sendo aquele que eventualmente reúne as explicações da realidade para todos os observadores, até que, novas informações sugiram a necessidade de melhorar o modelo.

Com esta actividade pretende-se que os alunos tomem consciência da existência destas fases da construção do conhecimento científico.

O desconhecido é representado por uma caixa plástica negra. A questão “como é o interior da caixa?” será respondida através de várias observações abanando, rodando, tocando. Das várias observações, os alunos irão construir uma ideia do interior da caixa, construindo um modelo. Os alunos irão trabalhar tal como os cientistas descobrindo coisas sobre o mundo que não podem observar directamente.

Como conclui a actividade? Serão as caixas pretas abertas para confirmação dos modelos dos alunos? A escolha é do professor, contudo recomenda-se que as caixas não sejam abertas, ou que a sua abertura seja adiada. Tal como na Natureza, não podemos abrir a caixa preta para a confirmação, também aqui esta abertura não deve ser feita.

História:

As caixas negras foram criadas no Lawrence Hall of Science há mais de 35 anos. Desde então têm sido usadas por professores de ciência e por aqueles que desenvolvem currículos de variadas formas.

O programa FOSS (Full Option Science System) usa o termo “caixa negra” para representar um sistema qualquer que não pode ser observado ou manipulado directamente ou compreendido na totalidade. São muitos os sistemas ou coisas que não podem ser observados directamente: núcleos de átomos, origem do Universo, núcleo terrestre, magnetismo, dinossauros, entre outros.

Muitas caixas negras (como por exemplo aparelho de TV, telefone ou outros cujo funcionamento não é questionado quando utilizamos os equipamentos) são incompreensíveis, dado que o nosso acesso sensorial a elas é incompleto. No caso do núcleo terrestre, por exemplo, o acesso a este é-nos impossível, pelo que o seu estudo é realizado apenas através da construção de ideias sobre a sua constituição, seu

funcionamento e aspecto, suportadas por observações indirectas. Ao formular as ideias constrói-se um modelo.

Um modelo é, por isso, uma representação ou explicação de uma realidade que é suficientemente exacta e completa de forma a permitir prever comportamentos do sistema em causa.

Materiais

Para cada grupo de 2 alunos

- 1 caixa preta etiquetada com A, B, C ou D (preparadas conforme a instrução de preparação)
- 1 folha de papel de rascunho

Para a turma:

- 50 triângulos de cartão trifacetado
- 50 rectângulos de cartão trifacetado
- 16 caixas pretas, vazias
- 40 Berlindes
- 1 rolo de fita adesiva preta
- Etiquetas para as caixas pretas (2x2 cm)
- 1 marcador (fornecido pelo professor)
- 1 Fita adesiva de papel

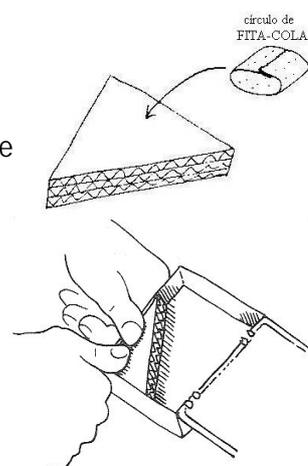
Sugestões e cuidados de implementação

Preparação prévia

1. **Agendar a actividade.** Para o desenvolvimento desta actividade serão necessários cerca de 40 a 50 minutos.
2. **Preparação das caixas pretas.** Preparar 16 caixas pretas conforme os esquemas A, B, C ou D (4 de cada), seguindo as instruções.

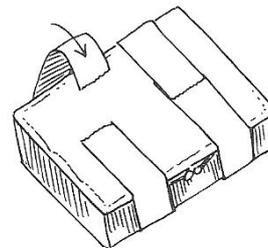
a) Faça um aro com cerca de 8 cm de fita adesiva, mantendo a parte adesiva do lado exterior.

b) Cole-o na face da figura em cartão e posicione-a no local adequado dentro da caixa preta.



c) Coloque um berlinde dentro da caixa, feche-a e sele-a com a fita adesiva preta.

d) Etiquete as caixas com A, B, C ou D conforme a disposição no seu interior.



3. **Mantenha as caixas pretas fechadas.** Recomenda-se que as caixas não sejam abertas para que os alunos não vejam o seu interior.

Execução da actividade

1. **Introdução do desafio da caixa preta.** Mostre uma caixa preta, agite-a ligeiramente e diga aos alunos que a mesma contém algo no seu interior, mas que não sabe o que se trata, dado que não pode abrir a caixa. O desafio para eles será: *Como é a caixa por dentro? O que contém?*
2. **Faça equipas de pares.** Coloque os alunos a trabalhar em pares, sendo um aluno o iniciador e o outro o registador. Cada equipa irá investigar uma caixa. Os papéis dentro da equipa devem alternar-se, para que todos possam ter igual envolvimento na investigação.
3. **Estabeleça regras.** Para prevenir estragos nas caixas, devem ser estabelecidas algumas regras:
 - As caixas devem permanecer fechadas;
 - Não devem escrever nada nas caixas.
 - Não devem agitar com violência as caixas, pois estas podem partir-se.
4. **Assinale as caixas.** Distribua as caixas a cada equipa, assinalando qual cabe a cada par. Deverá seguir uma sequência: A, B, C, D, A, B ... garantindo que equipas contíguas tenham caixas diferentes das que estão a trabalhar. Deixe a equipa trabalhar.
5. **Identificação do berlinde.** Passados dois ou três minutos, pergunte aos alunos se já descobriram algo. Se alguém sugerir que existe um berlinde no interior, pergunte quem está de acordo, através de voto por mão no ar. Pergunte também as razões que os levam a concordar. Confirme se cada caixa tem de facto um berlinde. Encoraje os alunos a descobrir agora a localização e as formas dos obstáculos no interior da caixa, mas não o material de que estes são feitos. Sugira que a representação através de esquemas ou desenhos pode ser útil, mas lembre-os de não escreverem sobre a caixa. Deixe-os continuar na investigação.

6. **Prepare um quadro para respostas.** Enquanto os alunos fazem as respectivas investigações, desenhe no quadro 16 caixas grandes, quatro em cada coluna A, B, C e D.

A	B	C	D

7. **Exposição do conteúdo das caixas.** Após os alunos terem trabalhado durante 10 a 15 minutos, apele para que deverão proceder à comunicação do respectivo registo, deslocando-se ao quadro para desenharem o interior das caixas. Referir que as quatro caixas por baixo da letra a correspondem ao conteúdo investigado das caixas A.
8. **Desenhar o conteúdo das caixas.** Convidar o registador de cada equipa para se deslocarem ao quadro para proceder ao registo dos respectivos resultados da investigação do grupo. Deve começar-se por aqueles que já terminaram a investigação, podendo os restantes continuar a investigar mais alguns minutos. Deve gerir-se o espaço no quadro para que todos possam escrever em simultâneo, sem se estorvarem.
9. **Introduzir o conceito de modelo.** Uma vez que estejam desenhados no quadro os resultados das investigações dos alunos, deve então dizer-se-lhes que os respectivos desenhos correspondem a modelos do conteúdo das caixas pretas.

As pessoas fazem modelos de coisas muito grandes, tais como o sistema solar, de coisas muito pequenas, tais como os átomos e de coisas impossíveis de se observar, tal como na caixa preta. Um modelo é uma representação ou explicação de algo que pretende mostrar como este é ou como funciona.

10. **Interpretação do modelo dos alunos.** Indique cada modelo de cada vez, interpretando o que vê. Diga algo parecido com “Os criadores deste modelo pensaram que neste há um objecto em forma de triângulo num canto da caixa; estes observadores pensaram que existe uma abertura ao meio da respectiva caixa; este modelo mostra uma forma rectangular; ...”.
11. **Discussão da construção dos modelos.** Pergunte aos alunos quais os sentidos que mobilizaram para explorar as caixas. Peça-lhes para demonstrarem as técnicas usadas para investigar as caixas.

12. **Descrever a colaboração científica.** Diga aos alunos:

Os cientistas frequentemente trabalham sozinhos na resolução de problemas durante algum tempo, depois escrevem artigos sobre o que descobriram em revistas científicas. Os vossos esquemas dos modelos funcionam como os artigos publicados.

Quando os cientistas lêem estes artigos nas revistas, descobrem quem mais está também interessado nas mesmas situações/problemas. Frequentemente fazem conferências/encontros onde todos juntos falam sobre os problemas e juntos trabalham sobre os mesmos. O trabalho em conjunto chama-se colaboração.

13. **Descrever as caixas negras após a conferência em grupo.** Dizer aos alunos que nos próximos 10 minutos, irão trabalhar em grupo com os restantes colegas que investigaram as mesmas caixas. O objectivo é partilhar ideias de forma a poderem chegar a um modelo melhor para a caixa preta.
14. **Trabalhar até chegar a um consenso.** Refira que, por consenso entende-se que todos estão de acordo. Cada grupo deverá tentar chegar a um modelo melhorado das caixas pretas que seja consensual. Não deverá ser escolhido por votação, mas antes através de discussão, observação, teste de ideias e aplicação cuidadosa de técnicas. Quando o consenso for obtido um porta-voz de cada grupo irá desenhar o modelo consensual.
15. **Dar pistas.** Esta é a altura apropriada para dizer aos alunos que *todas as caixas A são iguais, todas as B são iguais, etc.* Também, poderá querer mostrar o triângulo cartonado e dizer-lhes:

Este é um exemplo do tipo de objecto que está no interior de cada caixa preta junto com a esfera. Pode não ter esta forma, e não sei onde está colado, mas este é o tipo de material de que são feitos os objectos no interior.

Lembre aos alunos para desenhar o modelo tal como o trabalharam e discutam as ideias.

16. **Organizar uma conferência de grupos.** Indique um canto da sala para onde se devem deslocar os alunos que trabalharam com a caixa A, e outro para os que trabalharam a caixa B, e assim sucessivamente. Peça-lhes para refinarem os respectivos modelos. Enquanto isso, desenhe no quadro quatro grandes rectângulos com as etiquetas A, B, C e D.



17. **Desenhar os modelos consensuais.** Encoraje o porta-voz de cada grupo alargado, para desenhar no quadro o modelo a que chegaram no quadrado respectivo.
18. **Discussão final dos modelos.** Dê os parabéns a todos os alunos. Diga-lhes que eles forneceram à turma respostas à questão "como é a caixa por dentro?". Os alunos poderão querer abrir as caixas. Diga-lhes então:

Há muitas coisas no mundo parecidas com as caixas pretas – o centro da Terra, o Sol, os átomos, etc. Nós tentamos entender a sua constituição e modo de funcionamento, obtendo o máximo de informações possível. No entanto, essas “caixas” não podem ser abertas, muitas nunca poderão ser abertas e para outras demorará muito tempo até o podermos fazer. O mesmo se passa com as vossas caixas pretas. Quando obtemos uma nova informação, nós alteramos o modelo para incluir este novo conhecimento. Os modelos representam sempre a nossa melhor explicação de como as coisas são ou funcionam, e os modelos podem sempre ser melhorados.

DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE

Os alunos fazem observações multissensoriais de caixas pretas fechadas para determinar o que existe no seu interior. Eles desenvolvem o conceito de modelos e constroem modelos físicos correspondentes às caixas pretas distribuídas. Os modelos ajudam os alunos a explicar o que existe no interior das caixas pretas.

CONCEITOS E TEMAS

Os cientistas desenvolvem modelos para explicar como os sistemas funcionam.

Os modelos podem ser conceptuais e comunicados através de esquemas ou textos, ou podem ser fisicamente demonstráveis.

Coisas que não podem fisicamente ser observadas directamente ou facilmente compreendidas são chamadas de caixas pretas.

Temas: Estrutura; Interação; Sistema.

PROCESSO DE RACIOCÍNIO

Observar o comportamento das caixas pretas.

Fazer inferências a partir das observações.

Organizar e comunicar as observações e as inferências resultantes das investigações.

Desenvolver modelos conceptuais.

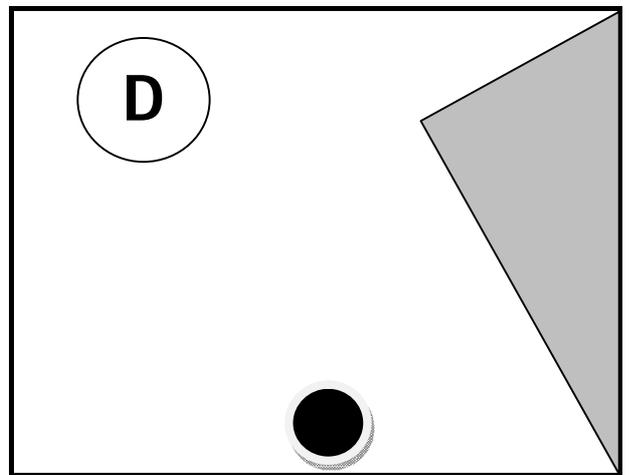
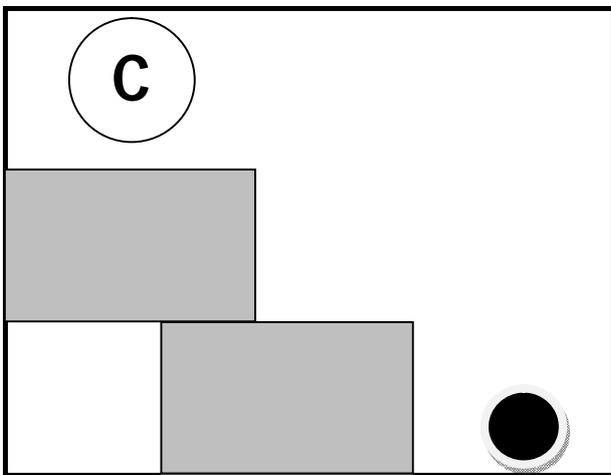
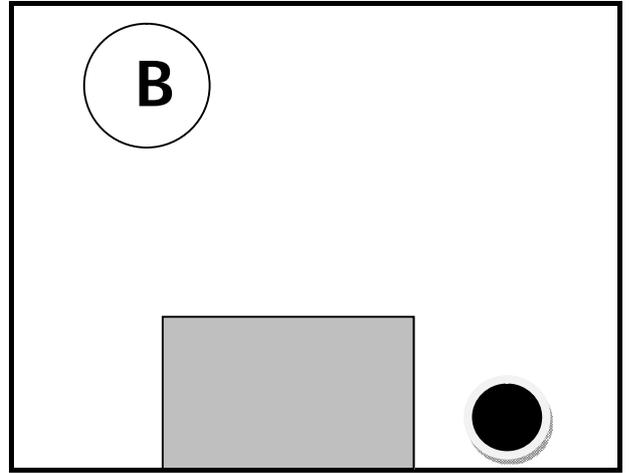
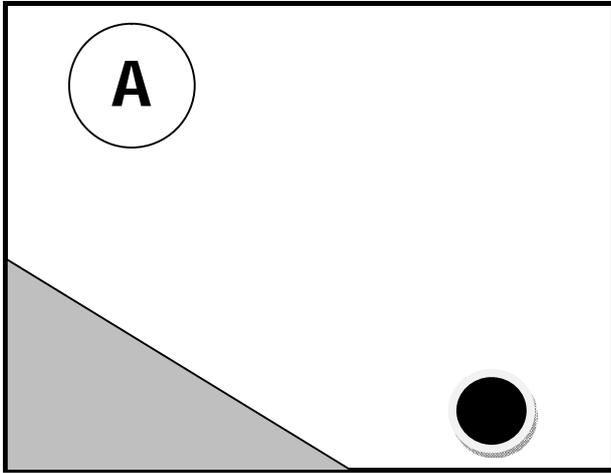
Relacionar modelos conceptuais com as observações e subsequentes inferências para desenvolver modelos físicos.

INTERDISCIPLINARIEDADE

Desenvolvimento da linguagem:

- Prepara uma lista de caixas pretas que são comuns no nosso quotidiano;
- Investiga sobre modelos sobre o Sistema Solar, desde Ptolomeu até ao modelo actual.

ESQUEMAS POSSÍVEIS PARA AS CAIXAS PRETAS



Com esta actividade os alunos irão:

- ✓ Investigar o comportamento dos pêndulos;
- ✓ Adquirir experiência com variáveis;
- ✓ Conduzir experiências controladas;
- ✓ Obter e organizar dados que permitam estabelecer hipóteses;
- ✓ Aprender conceitos que contribuirão para o conhecimento dos seguintes temas: modelos, interacção, mudança e sistema.



Introdução:

Com a actividade “Movimentos Pendulares” os alunos ao testarem pêndulos descobrirão variáveis que podem afectar as características do movimento: peso (massa) do pêndulo, posição de onde é largado, e comprimento.

Após concluírem que o comprimento do pêndulo é a variável crítica que determina o número de oscilações que o pêndulo executa em cada unidade de tempo, os alunos constroem um gráfico com os resultados da experimentação.

Finalmente, podem usar o gráfico para prever o comportamento de outros pêndulos.

Tal como no baloiço de jardim, em que uma criança experimenta os movimentos de vaivém animados por pequenos impulsos, também qualquer objecto suspenso por um fio, corda ou braço que possa oscilar sobre um apoio, é um pêndulo.

Sempre que um corpo é desviado da sua posição de repouso (vertical) e libertado, ele oscila para a frente e para trás, completando cada ciclo (oscilação completa de ida e volta) demorando sempre o mesmo tempo. Pode mudar-se o valor do peso (massa) do corpo em suspensão, o comprimento do fio ou a posição a partir da qual o corpo é largado, para ver quais as alterações produzidas no número de oscilações. Estas são três das múltiplas variáveis num sistema pendular.

Uma variável é algo que pode afectar o resultado de uma experiência. Se testarmos sistematicamente cada uma das variáveis no sistema pendular, iremos verificar que nem o peso (massa) nem a distância do ponto de largada à posição de equilíbrio afecta a duração das oscilações. Mas o comprimento do pêndulo (braço) tem um efeito considerável na duração das oscilações: quanto maior o braço mais tempo dura cada ciclo.

História:

Por volta do século XVI, Galileo realizou estudos sobre pêndulos e descreveu o seu comportamento em termos matemáticos. Passado mais de meio século, em 1656, Christian Huygens aplicou os conceitos matemáticos associados ao pêndulo para construir o mecanismo de um relógio. O relógio que ele

projectou foi uma revolução na precisão devido à previsibilidade da natureza dos pêndulos. O relógio de Huygens foi o primeiro a indicar com precisão os segundos, não era apenas um ótimo instrumento para medir a actividade humana com mais exactidão mas também permitiu medições mais exactas em investigações científicas.

O conhecimento sobre o comportamento dos pêndulos não é essencial para uma participação integral da sociedade moderna. Os alunos podem deparar-se com alguns relógios antigos e ocasionalmente com metrónomos cujo ritmo se baseia no movimento pendular, mas esta marcação regular dos tempos foi aprimorada através de equipamentos electrónicos.

A importância desta actividade reside na sistematização do pensamento e raciocínio que os alunos usam enquanto descobrem como funciona o pêndulo. Quando os alunos suspendem os seus pêndulos num fio e descobrem as relações entre o número de oscilações e o comprimento do pêndulo, poderá ouvir um “Aha” rompendo o silêncio na sala. Este é um momento fabuloso para os alunos e que os professores apreciam.

Materiais

Para cada grupo de 4 alunos

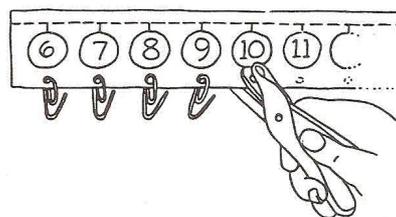
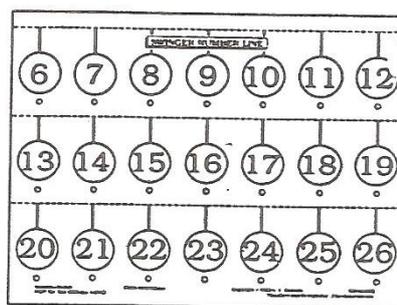
- 4 anilhas metálicas (fornecidas pelo professor)
- 4 cliques de tamanho médio
- 2 fios com cerca de 50 cm
- 1 fita métrica
- 2 Lápis
- 1 tesoura (fornecida pelo professor)
- 1 folha com as instruções de montagem
- 4 folhas de gráfico chamadas: “*gráfico de oscilações*”
- 4 folhas de gráfico chamadas: “*gráfico de duas coordenadas*”

Para a turma

- 1 novelo de fio
- 1 régua de número de oscilações (ver passo 7 de metodologia)
- 1 Furador
- cliques de tamanho médio
- fita adesiva de papel
- anilhas metálicas (ou moedas de 1 cêntimo)
- 1 relógio ou cronómetro
- 1 duplicado da régua de número de oscilações
- 1 duplicado de cada folha entregue aos alunos

Sugestões e cuidados de implementação

1. **Agendar a actividade.** Esta actividade desenvolve-se em duas partes. Poderão ser necessárias duas sessões de cerca de 40 minutos para completar cada parte, e uma sessão adicional para desenvolver os conceitos matemáticos.
2. **Arranjar as anilhas.** Será necessário cerca de 35 a 40 anilhas para a experiência. Em alternativa poderá utilizar moedas de 1 ou 2 cêntimos prendendo-as nos cliques.
3. **Preparar os pêndulos.** A folha do aluno "*Como construir o pêndulo*" descreve os procedimentos para a montagem experimental. Reveja a folha e construa um pêndulo de forma a ter controlo sobre a respectiva montagem.
É importante que o professor explique a montagem do pêndulo à turma passo a passo. Seguem-se três estratégias de actuação:
 - Duplicar e usar a folha "*como construir o pêndulo*" ao mesmo tempo que os alunos.
 - Fixe com fita-cola a folha "*como construir o pêndulo*" na mesa de trabalho de cada grupo.
 - Faça um esquema da construção do pêndulo em folha de acetato como demonstração para os alunos. Use o retroprojector como ajuda visual, (ou projector de vídeo, usando um esquema desenhado em suporte TIC).
4. **Preparar os fios do pêndulo.** Cada par de alunos irá necessitar de um fio com cerca de 50 cm de comprimento. O fio não tem que ter exactamente 50 cm.
Para preparar uma série de fios com este comprimento e de uma só vez, utilize um livro ou uma caixa que tenha cerca de 50 cm de perímetro. Enrole o fio em torno do livro ou caixa, tantas voltas quanto os fios com 50 cm que necessitar, obtendo uma meada. Corte a meada de uma só vez.
5. **Preparar pêndulos compridos e pêndulos curtos.** Corte uma quantidade de fios com comprimentos diferentes (Ver ponto 20 de Execução da actividade).
6. **Preparar o painel com o número de oscilações.** Copie a régua de número de oscilações (em anexo), e corte as três tiras. Cole-as, formando uma tira longa, no quadro. Faça um furo debaixo de cada número. Suspenda um clipe em cada furo de forma a funcionar como gancho. Veja passo 19 de Execução da Actividade para a descrição de como usar esta régua nesta actividade.

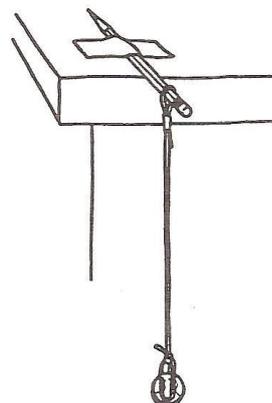


7. **Considerações de segurança.** Pêndulos longos, deverão oscilar de pontos altos: cabides, estantes de livros, soleiras de portas, etc. Neste caso os alunos terão que subir, quer para cima de cadeiras, quer para cima de mesas. Verifique a segurança na colocação dos pêndulos compridos bem como a segurança dos alunos.
8. **Organize a caixa de materiais.** Esta actividade foi desenhada para poder ser executada por equipas de dois alunos cada. Planeie a lista de materiais necessários para a actividade e organize-os numa caixa ou tabuleiro onde cada *colector* (aluno que recolhe os materiais) possa recolher os materiais necessários para duas equipas.
9. **Copie as folhas dos alunos.** Use os originais (em anexo) para fazer uma cópia da folha de montagem para cada grupo de trabalho e uma cópia do gráfico para cada aluno enquanto conduz os complementos de matemática.

Execução da actividade

Parte 1: Construindo os pêndulos

1. **Constituição dos grupos de alunos.** Organize a turma em grupos colaborativos de quatro alunos. Discuta com eles os quatro papéis a desempenhar por cada elemento do grupo: *COLECTOR*, *INICIADOR*, *LEITOR/REDACTOR*, *REGISTADOR*. Transmita-lhes que cada grupo dividirá as tarefas em duas equipas de dois alunos quando a actividade se iniciar.
2. **Introdução da actividade.** Refira aos alunos que eles vão iniciar uma nova actividade científica hoje. Primeiro eles deverão ter que construir o equipamento. Diga-lhes que vão trabalhar aos pares para construir os pêndulos.
3. **Distribuição dos materiais.** Peça ao *COLECTOR* de cada grupo para vir buscar os materiais à caixa de recolha para as duas equipas.
4. **Construção dos pêndulos.** Ponha as equipas a construir os pêndulos com 38 cm de comprimento seguindo as instruções, conforme o ponto 3 de Sugestões e Cuidados de Implementação. Conceda-lhes entre 15 a 20 minutos.
5. **Introdução ao pêndulo.** Logo que os pêndulos estejam montados, pergunte-lhes o que podem fazer com eles (balançando-os para a frente e para trás). Diga aos estudantes que um peso oscilando para a frente e para trás é chamado de Pêndulo, ou, se preferirem, um oscilador.
6. **Montagem do pêndulo.** Pergunte aos alunos:



Quantas vezes prevêem que o pêndulo oscilará em 15 segundos?

Pergunte-lhes como podem confirmar a previsão. De modo a estandardizar os procedimentos, os alunos devem fixar com fita adesiva um lápis ao tampo da mesa de modo que a ponta do lápis fique alguns centímetros fora da margem do tampo da mesa e possam pendurar nele o fio através do laço.

7. **Estabelecimento do início dos procedimentos experimentais.** Diga aos alunos:

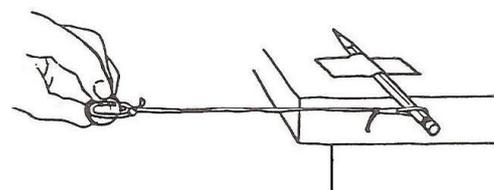
Eu irei cronometrar o tempo e vocês contam as oscilações. Quando disser “Já” iniciam a contagem silenciosamente – para vocês – até que diga “Stop”.

8. **Fazer uma falsa partida.** Diga: “Iniciar” ... “Preparar” ... e faça uma pausa. Alguns alunos irão perguntar:

- *O que é uma oscilação?*
- *De que altura devo largar a anilha?*

Não dê a partida antes de os alunos colocarem de facto estas importantes questões.

9. **Estandarização da posição de largada.** Informe os alunos que é importante que todos façam a experiência do mesmo modo. Todos os pêndulos deverão ser largados da mesma altura e com o mesmo ângulo. O pêndulo deverá ser largado de uma posição alta – paralela ao tampo da mesa.



10. **Estandarização da contagem das oscilações.** Explique que, uma vez largado, o pêndulo vai para a frente e volta para trás. Este movimento de vaivém é chamado de um ciclo. Diga aos alunos para contarem cada vez que o pêndulo regressa quase ao ponto de partida.

Faça uma demonstração para que toda a turma observe. Mantenha-os em contagem alto e em uníssono. Então ponha os alunos a praticar com os respectivos pêndulos e contando silenciosamente.

11. **Condução de um teste de oscilação.** Uma vez que os alunos estejam prontos, dê “oficialmente” a ordem de contagem do número de oscilações em 15 segundos. Ao seu sinal “Iniciar, Preparar, Já!” os alunos deverão largar e iniciar a contagem das oscilações até que o ouçam dizer “Stop”. Repita o processo para confirmar os resultados. Pergunte aos Repórteres quais foram as suas contagens.

12. **Introdução de variáveis.** Pergunte aos alunos:

O que poderemos mudar no nosso sistema oscilador (pêndulo) que possa alterar o número de oscilações em cada 15 segundos?

Conceda tempo para que os alunos pensem por si.

Então poderá sugerir mudanças no:

- Peso
- Posição de largada
- Comprimento do fio

Diga aos alunos:

*Qualquer coisa que vocês possam alterar numa experiência e que possa afectar o resultado é chamada de **variável**.*

Repita a definição, de forma a que os alunos digam a palavra, escreva-a no quadro, e se os alunos usarem caderno para as actividades, peça-lhes para escreverem a definição.

13. **Arrumação.** Se não passar já para a segunda parte da actividade, diga aos INICIADORES que guardem o pêndulo para a próxima utilização e que devolvam os restantes materiais à caixa ou tabuleiro.

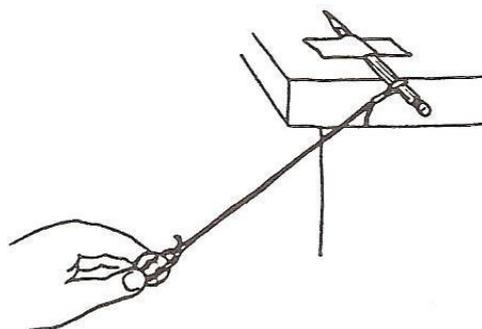
Parte 2: Testando novas variáveis.

14. **Revisão de variável.** Reveja a definição de variável, e peça aos alunos para se lembrarem quais as variáveis que eles pensaram que poderiam afectar o número de oscilações do pêndulo em 15 segundos.
15. **Introdução de um pêndulo Standard.** Peça aos alunos para reverem a montagem do seu primeiro pêndulo: 38 cm de comprimento, uma anilha (ou moeda de 1 cêntimo), largada de uma posição elevada, paralela ao tampo da mesa, 15 segundos. Diga-lhes que estas características poderão ser consideradas como identificadoras do *sistema pendular standard*.
16. **Introdução da experiência.** Diga aos alunos que esta experiência é uma investigação com o objectivo de definir como as variáveis afectam o resultado final. Uma experiência em que uma variável é alterada e em que o resultado é comparado com o obtido em condições standard é uma **experiência controlada**.

17. **Experimentar a posição de largada.** Faça os alunos recordar o número de vezes que o seu pêndulo standard oscilou nos 15 segundos. Então sugira que os alunos experimentem variando a posição de largada. Em vez de largarem a anilha (ou moeda) de uma posição paralela ao tampo da mesa, ponha os alunos a largar o pêndulo de um ângulo cerca de 45° , mantendo todas as restantes variáveis com o mesmo valor. Pergunte:

Como pensam que esta nova posição de largada irá afectar o número de oscilações?

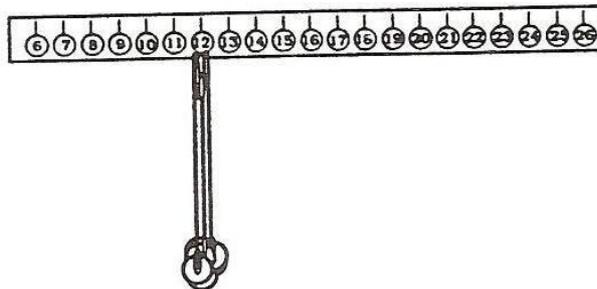
Depois de os alunos referirem as respectivas previsões, leve-os a experimentar – controle o tempo e os alunos contam as oscilações. Faça com alunos comparem os valores obtidos com os resultados standard. [O número de oscilações deve ser o mesmo.]



que os
de

18. **Teste da variável peso.** Pergunte aos alunos como poderiam verificar de que forma o peso altera o número de oscilações em 15 segundos. [Acrescentar mais uma anilha ou moeda.] Peça-lhes para preverem o resultado, conduza a experiência, e compare com o resultado standard. [O número de oscilações deverá ser também o mesmo.]

19. **Registo de resultados.** Cole a fita de números de oscilações no quadro. Peça a um membro de cada par para pendurar o seu pêndulo (fio, clipe e uma anilha) no quadro sobre o número correspondente ao número de vezes que o pêndulo oscilou nos 15 segundos.



20. **Teste da variável comprimento.** Diga aos alunos que para investigar a variável comprimento do fio, terão que fazer novos pêndulos de vários comprimentos. Designe equipas para fazer pêndulos com as seguintes medidas:

NOTA: Os	13 cm	18 cm	25 cm	45 cm	90 cm
valores referem-se	15 cm	20 cm	29 cm	55 cm	120 cm
ao pêndulo final.	17 cm	22 cm	33 cm	70 cm	170 cm

Esta tarefa pode ser feita verbalmente, com o uso de cartões que pode distribuir, ou sorteando os cartões pelos alunos.

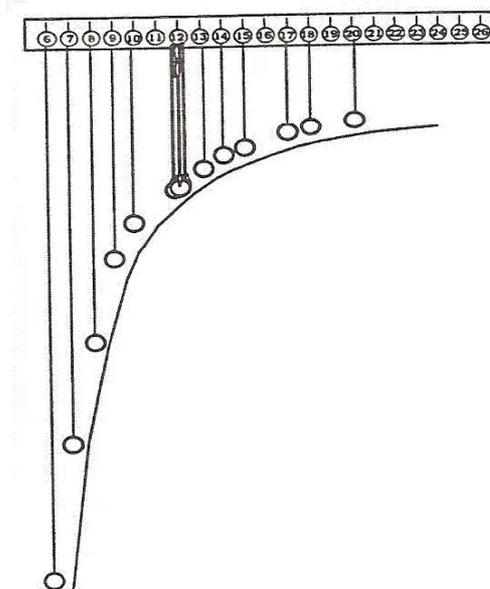
Diga aos *COLECTORES* para recolherem o material necessário para os novos pêndulos e dê início à construção, seguindo os procedimentos anteriormente usados.

21. **Oscilando os novos pêndulos.** Indique aos alunos qual o local mais apropriado para testar os pêndulos novos. Os mais compridos requerem um ponto de fixação alto. Quando prontos, deixe oscilar por 15 segundos.

22. **Registo dos diferentes comprimentos.** Obtenha o registo dos resultados pendurando os pêndulos sob o número correspondente às oscilações contadas, tal como antes.

23. **Desenho de conclusões.** Peça aos alunos para observarem os pêndulos e que descrevam o observado. Desenhe no quadro uma linha curva que passe junto às anilhas (ou moedas), para dar ênfase ao padrão obtido pelos pêndulos.

Peça aos alunos que façam uma generalização sobre a relação entre o comprimento do pêndulo e o número de oscilações feitas nos 15 segundos: quanto mais curto, maior o número de oscilações em 15 segundos.



24. **Procura de possíveis erros.** A linha a obter deverá apresentar uma ligeira curvatura com a mostrada. Contudo, alguns pêndulos podem parecer colocados em local errado na linha de contagens. Sugira à turma que podem experimentar de novo estes pêndulos se o pretenderem.
Diga aos alunos que o seu actual conhecimento sobre os pêndulos já lhes permite prever o número de oscilações que este deve fazer nos 15 segundos. Obtenha as previsões e então teste os pêndulos que parecem estar em local errado, recolocando-os depois sob o número obtido.
25. **Previsões com pêndulos.** Distribua fios adicionais e faça com que os alunos construam pêndulos com as características que eles entenderem. Faça-os prever o número de oscilações que eles deverão obter nos 15 segundos com os novos pêndulos. (Encoraje-os para atingir o número mais alto da linha de oscilações, para ver onde o novo pêndulo encaixa, se eles não optarem espontaneamente por esta via.) Ou dê-lhes o novelo de fio e desafie-os a construir um pêndulo que encaixe no gancho do número de oscilações que está vazio.
26. **Arrumação.** Diga aos *COLECTORES* para transportarem os materiais do respectivo grupo para o tabuleiro de recolha.

Reflectindo sobre a actividade

Boas perguntas podem motivar os alunos a pensar sobre novas ideias e podem ajudá-los a realizar conexões com outras áreas de estudo. Questões de memorização levam-lhes a lembrar informação, questões integradoras leva-os a processarem a informação, questões abertas levam-lhes a inferir, criar, e resolver problemas, e questões temáticas ajudam-nos a realizar conexões entre ideias e processos científicos. Em baixo são apresentados exemplos destes tipos de questões:

1. Quais as variáveis que testamos nesta actividade?
[posição de largada, peso, comprimento] (memorização)
2. Quais (variáveis) não afectaram o número de oscilações do pêndulo?
[Posição de largada, peso]
E quais afectaram o resultado final?
[comprimento] (memorização)
3. Qual é a relação entre o comprimento do pêndulo e o número de oscilações que este produz?
[Pêndulos mais compridos produzem menos oscilações no mesmo tempo; pêndulos mais curtos produzem mais oscilações no mesmo tempo] (integração)
4. Se a Joana tem um pêndulo com 20 cm de comprimento e o Artur tem um com 40 cm de comprimento, qual dos pêndulos oscilará mais em 30 segundos?
[Joana] (integração)
5. Alguns relógios usam um pêndulo para marcarem o tempo. Se um dado relógio estiver a adiantar-se (andar demasiado rápido), que deves fazer para o acertar?
{conexão temática: Padrões, Mudança}

6. Onde viste pela última vez, em passeios ou viagens diárias um pêndulo?
(aberta)

DESENVOLVIMENTO DO VOCABULÁRIO

Experiência controlada	<i>Um conjunto de investigações comparadas em que uma variável é manipulada por passos enquanto outras variáveis são controladas ou mantidas constantes.</i>
Ciclo	<i>Qualquer movimento de um objecto em que as suas características de repetem periodicamente.</i>
Pêndulo	<i>Uma massa suspensa de um ponto fixo, livre de oscilar de um lado para o outro quando posta em movimento.</i>
Previsão	<i>Suposição baseada em informações e experiências.</i>
Variável	<i>Algo que podemos alterar numa experiência que pode afectar o resultado.</i>
Oscilação	<i>Movimento de vaivém de um objecto em relação a uma posição intermédia (posição de repouso).</i>
Standard	<i>Valores ou características consideradas padrão ou referência, com as quais se comparam resultados de medições.</i>

DESENVOLVIMENTO DE LINGUAGEM

1. **Pares de ensino.** Esta actividade sobre Pêndulos, é uma actividade que pode desenvolver a aprendizagem por pares, havendo um ou mais alunos que ensinam a actividade aos restantes colegas.
2. **Jornal de Parede.** Permite aos alunos fazerem um poster, ou jornal de parede, que mostre os resultados da actividade realizada com os pêndulos.
Este poster ou jornal de parede, deve incluir
 - Título
 - Zona de dados; Margens
 - Definição de pêndulo
 - Questões para os leitores pensarem sobre o assunto, tais como: "Pêndulos maiores oscilam mais ou menos vezes em 15 segundos?"
3. **Pesquisas sobre a história dos pêndulos.** Os pêndulos têm um lugar proeminente na história dos medidores de tempo. Sugira que os alunos pesquisem sobre os seguintes tópicos de modo a que aprendam sobre história:
 - Galileo e Christian Huygens
 - Relógios
 - Metrónomos
 - Pêndulo de Foucault.Sugira que os alunos preparem um relatório usando diagramas.

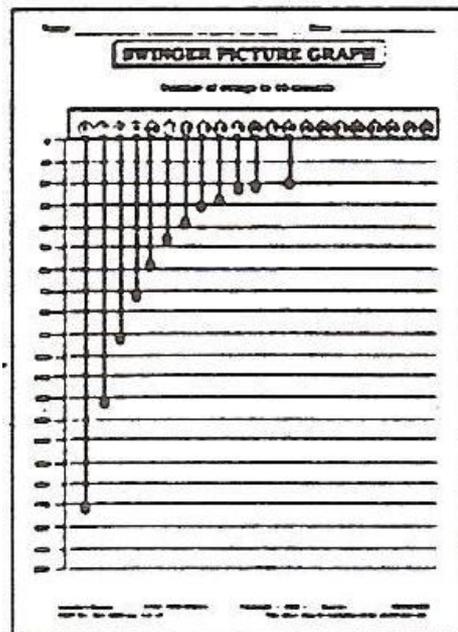
DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS ASSOCIADOS

- Organização de dados.** Ponha os alunos a ajudá-lo na elaboração de um quadro de registo do comprimento de pêndulos e número de oscilações.

O quadro pode ter o seguinte aspecto:

Comprimento	Número de oscilações
15 cm	20
17 cm	19
18 cm	18
etc.	...

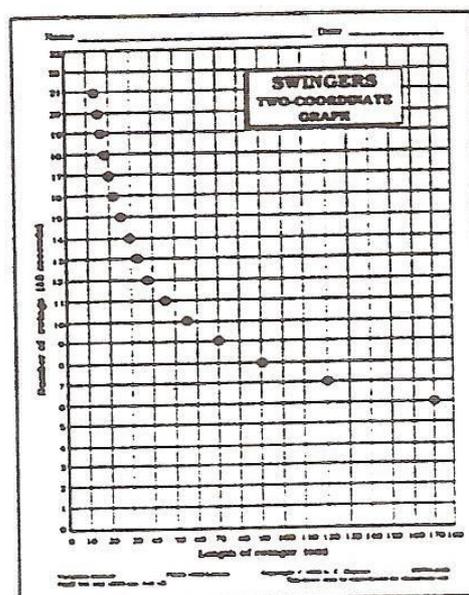
- Desenho de um gráfico.** No passo 23 de Desenvolvimento da Actividade, os alunos obtêm um gráfico quando suspendem os respectivos pêndulos sobre o painel numerado. Os alunos podem transportar o desenho do gráfico para um nível seguinte de abstracção desenhando um gráfico do movimento dos pêndulos. Este é um nível representacional da abstracção. Os alunos desenharam os pêndulos exactamente como os vêem suspensos no painel numerado. A figura do gráfico uma vez terminada deve parecer-se com o painel com os pêndulos suspensos.



- Construção de um gráfico: Comprimento do pêndulo x número de oscilações em 15 segundos.** Pretende-se que os alunos registem das suas experiências fazendo uso de uma representação simbólica correspondente a um nível de abstracção traduzido pela elaboração de um gráfico de duas coordenadas.

Neste, cada pêndulo real surge representado através de um ponto coordenado.

Os alunos marcam os pontos representativos do comprimento dos pêndulos e respectivo número de oscilações obtidas para cada um em 15 segundos. Para este efeito, os alunos poderão usar uma folha de papel (de preferência quadriculada) em branco ou a folha de gráfico fornecida nesta actividade.



COMO CONSTRUIR UM PÊNDULO

MATERIAIS:

1 fio, cerca de 50 cm de comprimento

1 clipe

1 anilha (ou moeda de 1 cêntimo)

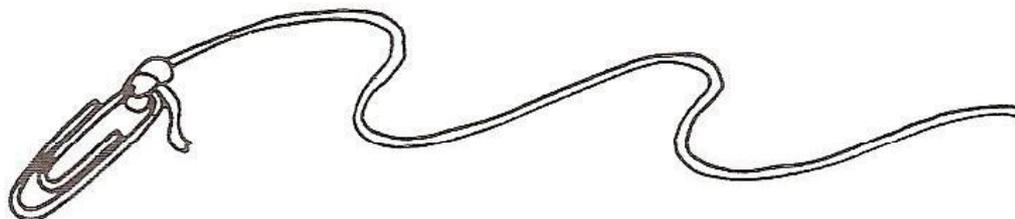
Fita adesiva de papel

FERRAMENTAS:

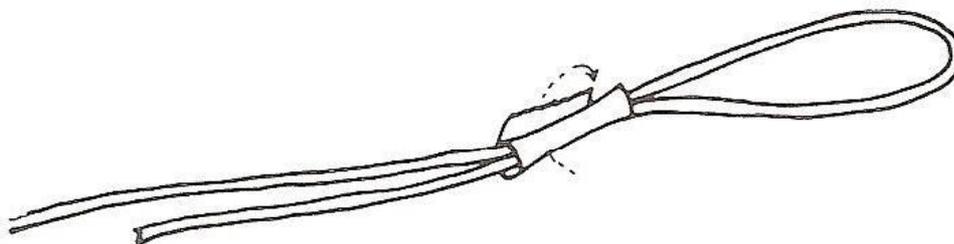
1 fita métrica

1 tesoura

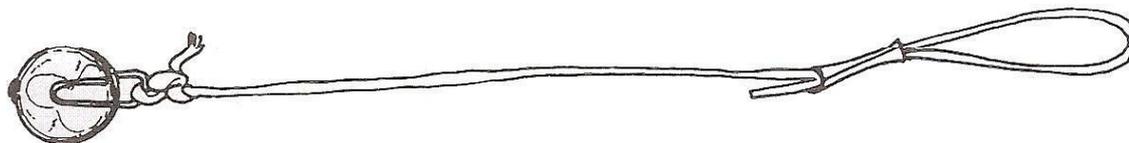
1. Prende o clipe, com um nó firme, a uma ponta do fio.



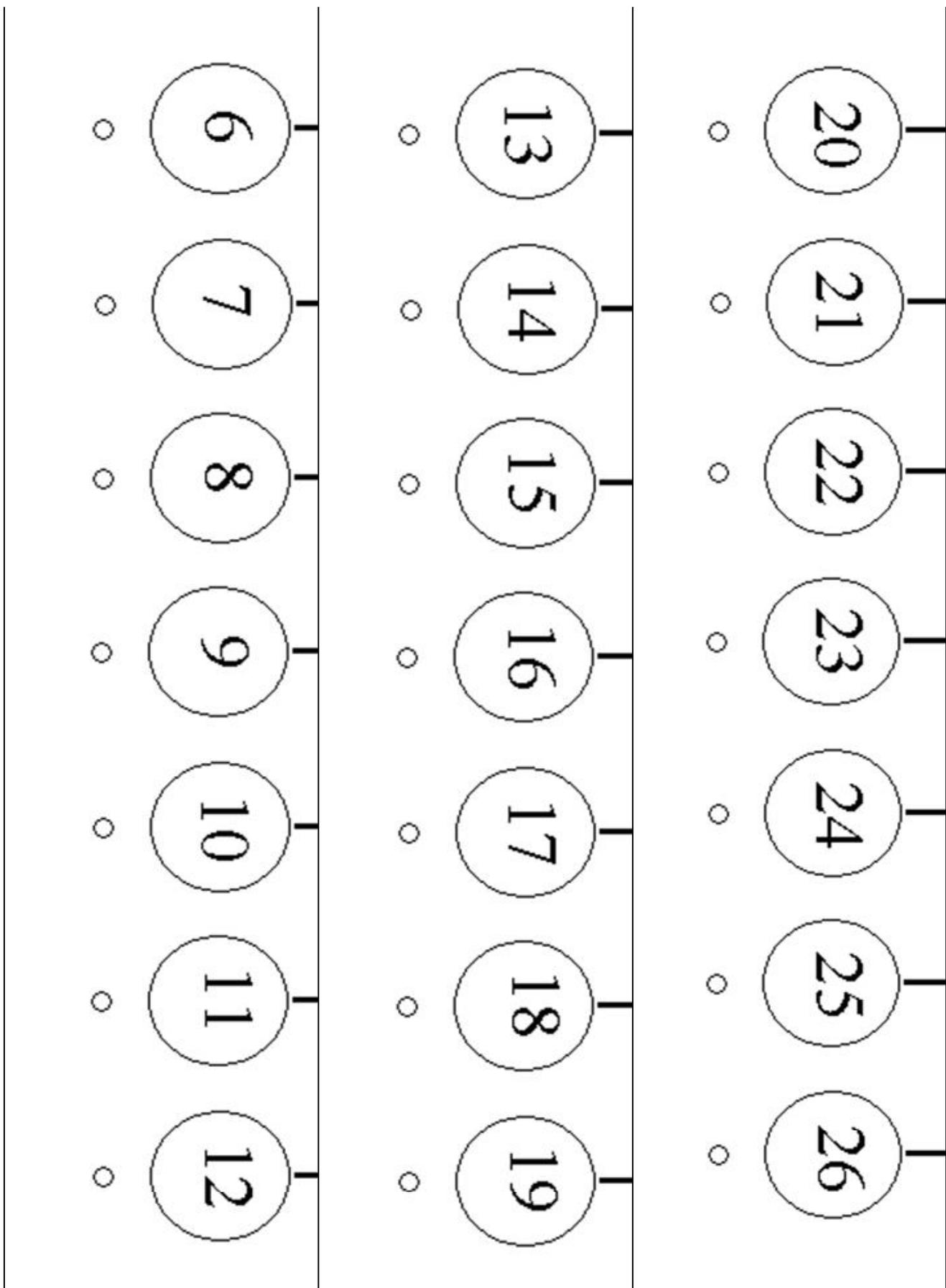
2. Mede exactamente 38 cm desde a ponta do clipe e ao longo do fio. Dobra a extremidade final do fio de modo a ficar com um comprimento total de 38 cm.



3. Usa um pedacinho de fita adesiva de papel para fazer o laço. O laço deve ficar largo o suficiente para se suspender num lápis. Volta a medir para te certificares de que fica com os 38 cm desde a extremidade do clipe até à dobra do laço.



4. Prende ao clipe uma anilha metálica (ou moeda de 1 cêntimo), e terás o pêndulo construído.



Esquema para construção de painel de parede.
Recortar em tiras e colar numa régua, de forma a que os números fiquem equidistantes.

Com esta actividade os alunos irão:

- ✓ Investigar o comportamento da luz e formação de sombras;
- ✓ Observar a passagem da luz através de objectos transparentes (lentes, prismas, ...)
- ✓ Observar e experimentar a reflexão da luz em superfícies polidas (espelhos)
- ✓ Adquirir experiência com variáveis;
- ✓ Conduzir experiências controladas;
- ✓ Obter e organizar dados que permitam estabelecer hipóteses;

Introdução

Esta actividade está dividida em duas secções: a primeira intitulada de “Luz e sombras” e a segunda chamada de “Fenómenos com luz”.

A primeira secção, “Luz e sombras”, encontra-se dividida em três partes. Na primeira parte, os alunos ao testarem situações com corpos iluminados e não iluminados descobrirão uma relação entre a variável “luz vs ausência de luz” que permite ver ou não os objectos, distinguindo corpos luminosos de corpos iluminados. Na segunda parte poderão estabelecer uma relação entre a forma da sombra e o objecto respectivo. Alterando as distâncias entre a fonte de luz e o objecto iluminado estabelecem a relação entre o tamanho relativo da sombra e do objecto. Na terceira parte desta secção, os alunos serão chamados a descobrir relações entre a forma da sombra e o objecto usado, de forma a concluir da dificuldade em reconhecer a forma do objecto face à observação da respectiva sombra, bem como da impossibilidade de obter sombras com determinadas formas com objectos de formas específicas (ex: sombras quadrada com objecto redondo). Também nesta fase do trabalho serão levados a concluir que a cor do objecto não tem interferência com a sombra respectiva.

Analisando o comportamento diferente da luz perante corpos diferentes identifica-se a existência de corpos opacos, translúcidos ou transparentes. Nesta fase os alunos concluirão da maior dificuldade para a definição de contornos da sombra quando a transparência do objecto é maior.

Na segunda secção, os alunos experimentarão, numa primeira parte, o fenómeno da reflexão, quando a luz incide sobre uma superfície polida. A identificação das características da imagem obtida em espelhos planos poderá aqui ser desenvolvida. Numa segunda parte os alunos identificarão o fenómeno da refacção da luz pela observação através de objectos transparentes.

Luz e sombras

a) Um espaço escuro dentro da sala

Para a realização desta actividade, será necessário providenciar uma caixa de cartão opaca com as seguintes características:

Numa base, fazer um pequeno buraco e fixar uma lanterna de bolso que ilumine o seu interior (uma lanterna de forma quadrada permite uma melhor fixação);



Numa das faces, fazer um pequeno orifício através do qual os alunos possam espreitar (o orifício não deve ser demasiado grande de forma a que a luz ambiente não entre na caixa. Em alternativa, poderá colar-se no orifício um pequeno tubo que servirá de ocular);

Dentro desta caixa, colocar alternadamente objectos diferentes que os alunos tentarão ver: com lâmpada acesa, lâmpada apagada.

Os alunos poderão concluir que para ver os objectos no interior da caixa, será necessário que estejam iluminados.

b) Desenho de sombras

Perante uma fonte de luz, deve sugerir-se que os alunos se coloquem de frente para a luz, ou seja do lado da sombra. Esta disposição favorece o estudo através do desenho de sombras de diferentes objectos, e pode proporcionar-se simultaneamente a grupos de alunos.



Uma opção é a utilização de um candeeiro de mesa-de-cabeceira, com os alunos colocados em volta deste. Uma disposição deste tipo favorece as trocas verbais entre os alunos. Deve ter-se em atenção que a fonte de luz não está no infinito, mas próxima e central, pelo que as sombras não apresentam todas a mesma direcção.



As actividades que se seguem versarão as condições de visibilidade de um objecto. O professor deverá estar consciente que para ver, é necessário que os objectos sejam iluminados e que a luz que eles reenviam chegue aos nossos olhos.

Deve ter-se em atenção a instrução dada aos alunos, pois algumas poderão criar ambiguidades.

Torna-se difícil, para esta tarefa, a formulação de uma instrução clara e suficientemente aberta:

Cria uma sombra: a instrução não é compreendida.

Experimenta fazer uma sombra com a lanterna : é um tanto contraditório!

Faz uma sombra: conduz a criança a pegar num lápis para desenhar.

Deve simplesmente pedir-se aos alunos que liguem as lanternas para iluminarem os seus «objectos» (ou que coloquem os objectos entre eles e o candeeiro) de forma a projectarem a sua sombra sobre uma folha de papel.

A palavra « objecto » corre o risco de também não ser compreendida. Neste caso, deverá ser designada pelo nome ; tubo, pedaço de cartão, cilindro, ...

Note-se que se o objecto não se mantiver em pé por si só, será necessário fixá-lo num suporte (pode ser conseguido usando massa de modelar ou plasticina), por isso a sombra obtida será distorcida.

Com o objectivo de estabelecer uma relação entre a formação de sombras e a presença de uma lâmpada acesa e esta com um objecto opaco que se interpõe à luz, convidar os alunos a, um de cada vez, observarem as sombras dos objectos colocados todos na mesma direcção, depois num segundo instante indicar que desenhem os contornos da sombra de cada objecto.

O ponto de luz deve ser posicionado de tal modo que a sombra do objecto maior caiba dentro da folha.

Para cada objecto obter-se-á uma sombra particular, mais ou menos reproduzida pelos alunos aquando do seu desenho. A observação destes traços, permitirá relançar o questionamento. Algumas crianças terão desenhado o objecto em vez de delinear o contorno da sombra.

c) **Observação do tamanho e forma das sombras, usando uma fonte de luz móvel** (lanterna de bolso)

Para concretizar esta tarefa deve subir ou descer um foco de luz verticalmente, alterando apenas a distância ao objecto, sem modificar a inclinação da luz em relação ao objecto. Para maior facilidade deverá realizar-se a tarefa em grupos pequenos, um dos alunos movimenta a lanterna, enquanto outro aluno segura o objecto.

Uma das conclusões a obter por parte dos alunos poderá ser:

Aproximar ou afastar a lâmpada do objecto produz efeitos sobre o tamanho da sombra.

Poderão ainda surgir algumas afirmações quando lhes é perguntado qual o resultado da observação do tamanho e forma das sombras obtidas, devendo a intervenção do professor ser no sentido de obter uma conclusão isenta de ambiguidades, questionando os alunos como se sugere:

A sombra é mais pequena ... Mais pequena que quê?

- que o próprio objecto;
- que a sombra anteriormente observada do mesmo objecto (noutras condições);
- que a sombra de outro objecto nas mesmas condições.

d) **A forma da sombra, permite identificar o objecto?**

Dentro de certas condições, um objecto mais alto produz sombra mais comprida. Será sempre verdade? E objectos com o mesmo tamanho terão eles sombra do mesmo tamanho?

Pode pedir-se aos alunos que confirmem a veracidade ou falsidade desta questão, trabalhando em grupos pequenos (3 no mínimo). Sugere-se que sejam os alunos a decidir qual a estratégia que vão usar, deve, por isso, conceder-se algum tempo para que decidam (5 a 10 minutos). A participação da estratégia de cada grupo deverá ser registada no quadro, discutida entre os grupos e decidida uma estratégia comum. Para a comunicação da estratégia de cada grupo deve ser escolhido um elemento que será o relator.

Para a investigação, deverá ser entregue a cada grupo um cilindro pequeno e um cilindro maior, ambos com o mesmo diâmetro. Estes poderão ser construídos a partir de um pau de vassoura e para maior facilidade de manuseamento deverão ter uma pega central em arame.

Vendo a forma da sombra, pode identificar-se o objecto?

Sob certas condições, objectos muito diferentes podem apresentar a mesma sombra. A forma da sombra de um objecto não corresponde exactamente à forma do objecto, mas podemos excluir alguns objectos que não poderão nunca produzir uma determinada sombra. Uma bola não poderá nunca originar uma sombra quadrada.

Para averiguar da veracidade desta questão poderá desenvolver-se uma estratégia de jogo:

Jogo 1: Reencontrar o objecto do qual se tem a sombra num dispositivo fixo. Providenciar alguns objectos que apenas difiram na cor.

Jogo 2: Fazer coincidir a sombra de um objecto com a sombra de outro.

Jogo 3: Num dispositivo onde o lugar de um objecto e do ecrã está definido, recolocar a lâmpada de forma a coincidir de novo a sombra nos contornos da mesma previamente desenhada.

Para o jogo 1, pode previamente mostrar-se o desenho de uma sombra e solicitar aos alunos que escolham, de um lote, objectos cuja sombra poderia ser a mostrada. Uma questão poderá ser levantada: A cor do objecto tem influência na sombra deste?

Uma vez feita a selecção, pode passar-se ao jogo 3 (pode alterar-se a constituição do lote 1, contendo objectos diferentes de forma a ligar o jogo 1 com o jogo 3).

Quer no jogo 2 ou no jogo 3, deve usar-se um candeeiro, projectando a luz para a parede onde se pode fixar com fita-cola a folha com a sombra (caso do jogo 3).

e) Desenvolvimento de transdisciplinaridade

e1) Geometria

Utilização de uma bola de pingue-pongue.

Se questionadas, as crianças parecem aceitar que a sombra de uma bola cujo contorno é circular não seja um círculo. Dependendo da inclinação com que a luz se faz incidir na bola, a deformação pode ser mínima, mas esta ocasião pode ser explorada elevando o grau de exigência sobre a realidade das formas geométricas desenhadas. A noção de elipse pode ser introduzida.

Um bloco lógico cilíndrico, redondo, grande, opaco

Quando solicitados a produzir a sombra de um cilindro, de forma espontânea os alunos tendem a colocá-lo de forma a obter uma sombra arredondada. Ele poderá, contudo, originar uma sombra rectangular. Esta situação poderá ser explorada para introduzir noções de perspectiva de vistas lateral e vertical (planta).

Com que outros objectos poderemos experimentar? Qual será a forma da sua sombra? Qual a sua cor? As formas das sombras são exactamente rectangulares, quadradas, circulares, como poderemos saber? Poderemos fazer corresponder os nomes das formas geométricas às sombras produzidas por cada objecto.

Alguns alunos poderão não ser capazes de distinguir algumas das formas, ou fazer confusão com os seus nomes: rectangular e quadrada; redondo ou oval...

e2) Actividade plástica/criação artística

Esta actividade pode ser usada como extensão pedagógica, proporcionando uma ligação entre áreas de estudo, promovendo a transdisciplinaridade.

Usando um frasco ou garrafa de água ou refrigerante, projectando a sua sombra pode incentivar-se nos alunos a criação artística. A escolha de frascos é aqui importante para providenciar variadas ideias. Como mote pode exemplificar-se projectando a sombra numa folha colada no quadro (ou bloco de desenho) e usando marcadores para o traço:

A sombra deste frasco (garrafa) pode fazer um boneco! Pode-se pintar a sua sombra, desenhar detalhes, fazer uma boca ... Se a garrafa estiver deitada: poderá originar um comboio, um automóvel ... dirão um comboio... Estas situações solicitam a imaginação, podendo ser exploradas num teatro de sombras.

f) Corpos translúcidos e corpos transparentes

Providenciando várias figuras recortadas de plástico transparente, translúcido solicita-se aos alunos que façam a mesma tarefa indicada em b).

Para a construção das figuras, deve usar-se um plástico que confira alguma robustez/resistência às figuras. Na impossibilidade de se conseguir plástico translúcido, poderá cobrir-se uma peça transparente com papel de celofane colorido.

Pretende-se que os alunos após diversas tentativas, usando objectos opacos, transparentes ou translúcidos, concluam que quanto melhor se vê através do objecto, menos perceptível é a sua sombra, ou seja, corpos com uma maior transparência originarão sombras com menor definição de contornos.

Poderão também concluir que um objecto transparente ou translúcido de cor produz uma sombra colorida da cor do objecto. Esta observação poderá ser explorada reconhecendo o carácter policromático da luz branca, introduzindo o conceito de filtros.

Conceitos ou termos a corrigir:

Alguns alunos dirão luz para designar a lâmpada, outros designam por luz a zona iluminada da folha de papel sobre a qual a sombra é projectada.

Fenómenos com a luz

a) Reflexão da luz

Como iluminar uma zona detrás de uma parede?

A partir desta questão, os alunos serão incentivados a descrever um processo de desviar a luz do seu trajecto, para que incida sobre uma zona de sombra (atrás de uma parede, por exemplo).

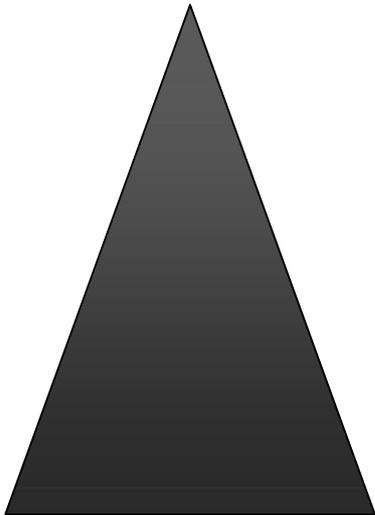
Uma vez feita a opção da utilização de um espelho, solicite-lhes a descrição das características da imagem obtida neste, usando como objecto uma palavra escrita numa folha branca. Poderão surgir como referências "*as letras estão ao contrário*", solicite-lhes que especifiquem melhor.

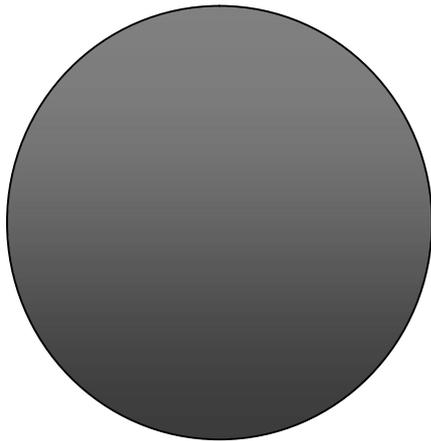
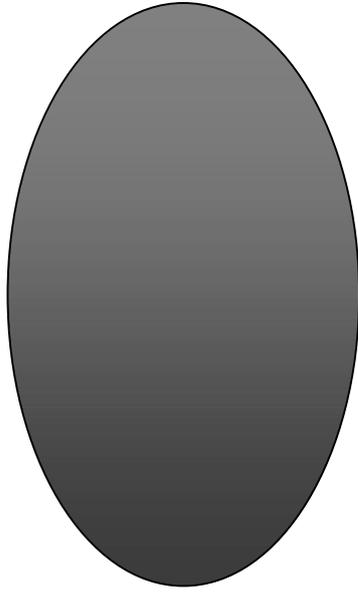
Desafio: Usando um espelho, diga aos alunos que escrevam o seu nome próprio numa folha, sem verem o papel directamente.

b) Refracção da luz

Usando uma fonte de luz, laser, faça incidir a luz obliquamente na superfície de água contendo algumas gotas de tinta-da-china vermelha (ou outro corante). Peça-lhes para descreverem o que observam.

Explique-lhes que o fenómeno observado é chamado de refracção e que se verifica sempre que a luz passa de um meio de propagação para outro em que a velocidade da luz é diferente (exemplo: do ar para o vidro; do ar para a água; ...). Em conclusão, refira que é devido a este fenómeno que se obtêm imagens ampliadas quando se usam lupas, ou se corrigem defeitos de visão usando óculos, por exemplo.





Com esta actividade os alunos irão:

- ✓ Compreender o funcionamento de um mobile;
- ✓ Identificar as características essenciais de um mobile;
- ✓ Adquirir e mobilizar termos adequados;
- ✓ Reconhecer máquinas simples em utensílios de utilização quotidiana;
- ✓ Identificar as vantagens na utilização de máquinas simples.



Introdução:

Esta actividade encontra-se dividida em 5 secções ou fichas de trabalho sob os títulos: O que é um mobile equilibrado; Construção de um mobile de uma barra; Traçar marcadores regulares sobre uma barra; Antecipar o movimento de uma barra do mobile; Um protótipo de mobile mais complexo.

Da observação e da descrição de mobiles apresentados pelo professor emergirão algumas noções científicas (equilíbrio, horizontalidade) que será conveniente precisar.

Preparação dos materiais

Para a realização desta actividade, o professor deverá construir alguns mobiles a partir dos seguintes materiais:

- duas barras finas de 50 a 70 cm (em plástico ou madeira);
- figuras geométricas de tamanhos diferentes, recortadas de uma folha de cartão;
- fios (da mesma cor para todos os mobiles).

FICHA 1: O que é um mobile equilibrado

Nesta ficha privilegia-se a observação e a descrição.

O professor apresenta brevemente mobiles cujas barras são, num caso, horizontais, e noutros, não. Num deles, os objectos suspensos podem chocar entre si.

Fase da oralidade

O professor deve solicitar que descrevam os mobiles, e que discutam os aspectos que lhes configuram a estabilidade. Após alguns minutos, deverá parar-se a discussão, passando à fase seguinte.

Fase da escrita

Cada um deverá desenhar o mobile que escolher.

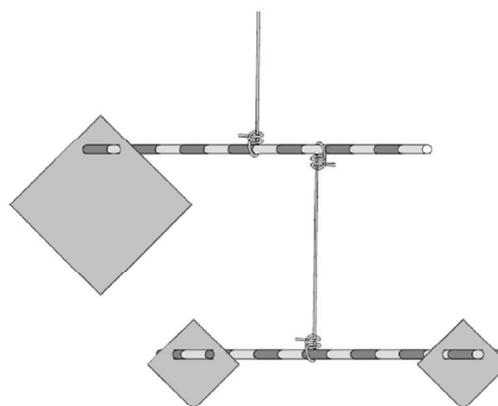
Elaboração em conjunto

O professor deverá então questionar os alunos sobre o mobile:

“O que faz com que o objecto a construir seja um mobile? Como saberemos que o nosso mobile foi bem conseguido (se mantém em equilíbrio)?”

A estas questões, os alunos deverão responder apoiados nas respectivas notas da observação. O professor deverá valorizar as expressões de critérios de selecção, de argumentação e o léxico utilizado. Será conveniente que os comentários evoluam ao longo do questionamento, de modo a que os alunos sejam precisos no seu pensamento. Deverá reutilizar nas suas perguntas as palavras referidas pelos alunos. Ao longo da actividade, deverão ser registadas no quadro o léxico que será útil ao longo da sequência. Por exemplo:

- *mobile;*
- *fio, gancho, suporte, vara, desequilíbrio*
- *quadrado, cubo, figura*
- *equilibrado, horizontal, inclina-se...*
- *direita, esquerda*
- *longe de..., perto de...*
- *inclinar, voltar, bater-se, entrecocar ...*



Momentos fortes durante as trocas de ideias

Aquando das trocas de ideias oralmente, alguns termos serão utilizados (horizontal, vertical, equilibrado, ...), por vezes incorrectamente. Será necessário corrigir estas situações.

Diálogos possíveis em relação aos mobiles:

P: O que é um mobile conseguido?

É necessário que se movimente sem obstrução, não é necessário que se incline.

P: Será que deve mover-se?

Deve rodar, mas não inclinar-se.

P: Que de fazer-se para que não se incline?

Tenha o mesmo peso nos dois lados e que esteja "direito".

P: As varas de madeira estão horizontais.

Que é um mobile?

Se iniciarmos a sessão e não a pergunta “que é um mobile” os alunos poderão evocar inicialmente os jogos e mobiles musicais que são fixos nos berçários. Sem transformar a sessão em “lição de palavras”, poderemos ser conduzidos a tornar precisos alguns termos.

Pode sugerir-se que indiquem palavras derivadas ou onde o “som” mobile (móvel) esteja presente: móvel, imóvel, automóvel, imobilizar, mobilar, ... que poderão ser recuperadas construindo frases depois de especificar o respectivo significado.

A noção de “horizontal” e “vertical”

Qual o significado de “horizontal” para as crianças?

Deve ter-se atenção para não gerar confusões entre as duas palavras “horizontal” e “vertical”. Não é necessário insistir sobre a noção de verticalidade, os fios suspensos, presentes nos mobiles, apresentar-se-ão sempre na vertical. O que nos vai interessar aqui é a horizontalidade da vareta do mobile.

Pesquisa no espaço.

A noção de plano horizontal apenas surge nos programas do 2.º Ciclo, por isso devemos contentar-nos com indicadores visuais, globalmente percebidos. Procurar linhas horizontais dentro da sala de aula (mobiliário, ângulos de muros, janelas, ...). Assinalar as linhas “direitas” e que não se apresentam inclinadas em relação ao solo. O professor pode afixar grandes folhas quadriculadas nas quais as linhas horizontais serão destacadas com marcador de feltro, e que podem servir de indicador comparativo para os mobiles construídos.

Representação e registo em papel

Os alunos serão conduzidos a olhar desenhos, esquemas ou fotos de mobiles. Colocados sobre uma mesa, plana e horizontal, todas as linhas traçadas sobre uma folha serão horizontais. As palavras vertical e horizontal assumem agora o sentido utilizado nas palavras cruzadas. Do mesmo modo se fala do “cimo da página” e da “base da página”. Conforme o ângulo da fotografia e da posição dos mobiles, as varetas – horizontais na realidade – poderão parecer não estarem como no papel ... e efectivamente não o estão como no sentido das “palavras cruzadas”. Não hesitar em colocar ênfase nas diferenças sobre o contexto da utilização das palavras.

A noção de equilíbrio

A palavra equilíbrio requer também desvio

“Quando um corpo está em equilíbrio, não se mexe”

Isto é sempre verdade! Mesmo que o mobile esteja inclinado ou se estiver enrolado... Em rigor, podemos utilizar a palavra equilibrado desde que a barra esteja estabilizada mesmo não estando exactamente na horizontal.

“ Em equilíbrio pode rodar”.

Entenda-se rotação em torno do fio de suspensão, mas temos movimento...

“Para que esteja em equilíbrio, é necessário exercer a mesma força de cada lado”

Isto suscita uma tentativa de explicação do equilíbrio horizontal.

Outras utilizações da palavra equilíbrio

“Equilíbrio é quando não cai: reparar o equilíbrio sobre uma bicicleta, um skate... Nós equilibramo-nos sobre um pé, ou sobre uma corda, ou numa viga, ou apoiados nas mãos...”

Mas estamos equilibrados sobre os dois pés? Em cima do chão? Como sabemos, em linguagem corrente, estar em equilíbrio subentende-se como uma posição frágil e no limite da instabilidade.

Atalho perigoso!

“Este mobile está equilibrado; o mobile está horizontal...”

A palavra “equilibrado” corre o risco de tornar-se sinónimo de horizontal... Mas não é o mobile que fica horizontal, apenas as varetas são horizontais.

FICHA 2: Construção de um mobile de uma vareta... (o mais horizontal possível)

Nesta segunda ficha, os alunos serão conduzidos a descobrir, após uma série de ensaios, os diferentes parâmetros que entram em jogo para manter horizontal a vareta do mobile.

Desenvolvimento:

Ao longo dos ensaios, deve fazer-se referência, consciencializando os alunos para as variáveis que intervêm de modo que a vareta de um mobile se mantenha em posição horizontal.

Formulação do problema proposto

O professor deve expor os propósitos da sessão: pretende-se “construir um mobile de uma vareta, na qual se colocarão duas figuras. A vareta deverá ficar o mais horizontal possível. Para tal, poderemos, se necessário, deslocar uma ou outra figura sobre a barra”.

Fase de pesquisa individual

Depois de registarem nos respectivos cadernos o problema proposto, cada aluno deverá tentar representar, através de um esquema, o protótipo do mobile que ele se propõe a construir (ter em conta os constrangimentos já referidos). Não deverão omitir o material que irão utilizar, justificando (eventualmente sob a forma de ditado ao adulto) as hipóteses que os conduziram àquela representação.

Realização de um protótipo (em grupo de pares)

Cada aluno, ajudado pelo seu parceiro, reunirá o material necessário para a realização do mobile. Uma vez terminada a recolha, registam as suas observações e eventuais comentários no respectivo caderno.

Colocação do material necessário à disposição

A cada grupo de dois alunos deverá ser distribuído o seguinte material:

- um dispositivo que permita suspender os mobiles.
- figuras criadas pelos alunos, com o material seguinte: tesouras, duplo decímetro, lápis, compasso.

Síntese colectiva

Para uma síntese colectiva, resumiremos os diferentes casos de figuras que conduziram a mater a vareta horizontal.

Fazer um resumo nos cadernos de ciências

Não se trata, certamente, de fazer copiar as frases propostas aqui, mas de formulações equivalentes produzidas pela turma:

“O que descobrimos: nossas conclusões”

No caso de folhas dobradas

Para que o mobile fique em equilíbrio horizontal,

- se as duas folhas suspensas forem iguais, será necessário colocá-las à mesma distância do fio.
- se as duas folhas são diferentes: a folha maior deverá estar mais próxima do nó que a folha pequena.

No caso da utilização de quadrados

Para que o mobile fique em equilíbrio horizontal,

- se os dois quadrados suspensos forem iguais, será necessário colocá-los à mesma distância do fio.
- se tiverem tamanhos diferentes: o quadrado maior deverá estar mais próximo do nó que o quadrado pequeno.

Nos dois casos, para equilibrar o mobile, posso deslocar uma figura, ou o fio de suspensão. E neste caso o fio de suspensão não fica ao meio...

Os dispositivos de suspensão

Para efectivar os testes de equilíbrio ao longo da construção, o aluno deve poder suspender o mobile, ajustá-lo, desenhá-lo, sem atrapalhar os seus vizinhos. É por isso conveniente que o local onde se colocam os dispositivos de suspensão dos mobiles esteja a uma altura adequada.

Eles poderão fazer da seguinte forma:



- duas garrafas de 2 L, cheias de areia ou água, no cimo das quais se fixa, com fita-cola, uma barra horizontal (50 ou 60 cm) que servirá para prender o fio de suspensão da vareta.

- pode-se também fixar um cavalete (ou cabo de vassoura) entre duas mesas, ou esticar um fio de pesca entre dois móveis.

- pensar igualmente em "tijolos", "barras" utilizados em outras actividades.

Por último, se achar melhor, pode-se instalar no pátio ou no corredor. Será necessário, neste caso, estudar a segurança das deslocações e o conforto dos alunos para as actividades de escrita sobre os mobiles...

Para suspender o mobile, marcar uma linha ao meio da vareta, dar aí um nó na extremidade do fio, e unir um grampo, que iremos utilizar como gancho na outra extremidade do fio.

As figuras

O equilíbrio do mobile não depende das áreas das figuras suspensas, mas da respectiva massa. Contudo, sendo a espessura do material constante, a massa das figuras é proporcional à respectiva área.

1ª possibilidade: com duas folhas A4

"Figura grande": uma folha A4 (dobrada em 4)

"Figura pequena": um quarto de folha A4

As figuras serão perfuradas com um buraco após dobragem.



Através da simples dobragem, os alunos compreendem melhor que têm quatro vezes mais massa de um lado que do outro. No entanto uma dobragem usando qualquer outra técnica, ou figuras origami são também viáveis.

2ª possibilidade: quadrados recortados de uma ficha Bristol (esquema na página 16)

Plano de corte de uma página A4: Serão suficientes 4 quadrados grandes (8 cm de lado) e 4 pequenos (4 cm de lado) para cada dois alunos. Os círculos indicam os pontos de perfuração. Os quadrados serão enfiados nas varetas através dos dois orifícios.

Neste caso, os alunos consideram espontaneamente que o quadrado grande é mais pesado que o pequeno.

3.ª possibilidade: figuras personalizadas

A partir de cartões regulares, podem recortar-se todas as espécies de figuras que respeitem esta proporção de áreas (e por conseguinte de massa) de cerca de 1 para 4.

Observação e discussão (em grupos de 4 a 6)

Os binómios de alunos que anteriormente estiveram a trabalhar, agrupam-se agora fazendo grupos de 4 ou 6 alunos, de forma a comungar os seus trabalhos e comparar os resultados obtidos: explicações, entreajuda e trocas permitirão a cada grupo escolher um ou dois mobiles a apresentar à turma.

Nota: muitos casos de figuras respondem ao desafio. O mobile pode de facto comportar 2 figuras grandes, 2 figuras pequenas, ou ainda uma grande e uma pequena.

Comunicação à turma

Os mobiles construídos e escolhidos serão suspensos, progressivamente, na sala de aula, onde o relator irá explicar os ensaios dos diferentes membros do seu grupo (ou os ensaios sucessivos de um grupo).

Através de um questionário adaptado, o professor conduzirá os alunos a comentar os erros cometidos e a descrever os procedimentos adoptados para que a vareta fique em posição horizontal.

FICHA 3: Construir e equilibrar um mobile

As marcações regulares sobre uma vareta

Para visualizar, com um simples olhar, a distância que separa as figuras do eixo do fio, os alunos colocarão marcas de cores sobre as varetas. Isto será também a ocasião de rever alguns trabalhos sobre medições.

Tal como se apresenta aqui, esta sessão permite a avaliação ou a revisão do conceito de medição:

- traçar marcas equidistantes;
- utilização de uma régua graduada. (pode também fazer-se revisão do conceito de unidade padrão)

Desafios

Indicar as zonas de cor nas varetas, a fim de marcar facilmente a qual distância do fio as figuras serão presas.

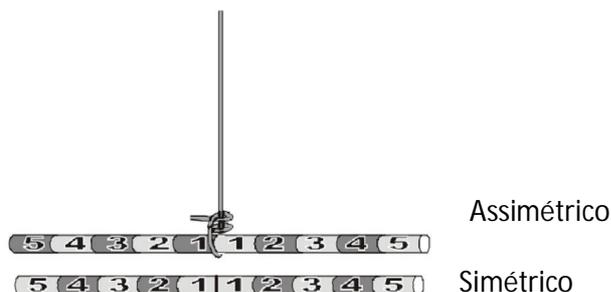
Traçar as marcas

O professor faz uma marca (risco) ao meio da vareta. A partir desta marca, os alunos deverão:

- delimitar zonas com 3 cm de largura. Farão as marcas com lápis. Para varetas de 30 cm de comprimento;
- Fazer marcas com lápis (nas varetas de 30 cm, estarão definidas deste modo 5 zonas de cada lado;
- validar as marcas colocando duas varetas lado a lado, fazendo coincidir a marca central também as restantes marcas deverão ser coincidentes);
- com marcadores de feltro, pintar cada zona de modo a poder visualizar facilmente a posição da figura sobre a barra.

Pintura das zonas:

Várias possibilidades de marcação



Marcação simétrica

Com um só marcador de feltro

Centro

5 nada	4 azul	3 nada	2 azul	1 nada	1 Nada	2 azul	3 nada	4 azul	5 nada
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Com 2 a 5 cores

Centro

5 azul	4 vermelho	3 verde	2 amarelo	1 laranja	1 laranja	2 amarelo	3 verde	4 vermelho	5 azul
-----------	---------------	------------	--------------	--------------	--------------	--------------	------------	---------------	-----------

Marcação assimétrica

Estes métodos permitem distinguir os dois lados da vareta:

Centro

5 azul	4 vermelho	3 verde	2 amarelo	1 laranja	1 violeta	2 verde	3 preto	4 rosa	5 Cinzento
-----------	---------------	------------	--------------	--------------	--------------	------------	------------	-----------	---------------

ou ainda:

Centro

5 Azul	4 nada	3 azul	2 nada	1 azul	1 nada	2 azul	3 nada	4 azul	5 Nada
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Uniformização

Os alunos não terão todos escolhido as mesmas marcações. Por isso podemos colocar algumas figuras nas varetas e poderá emergir uma discussão sobre a necessidade de:

- falar da zona numerando-a a partir do centro;
- identificar os lados;

As palavras esquerda e direita são pouco funcionais no caso de um mobile em rotação, mas é no entanto distinguir os dois lados da vareta.

As soluções assimétricas permitem-no. Para tal, propomos a escolha de uma cor para cada lado. Os alunos poderão então preparar outras varetas de acordo com este exemplo:

Lado azul				Centro	Lado vermelho				
5 Azul	4	3 azul	2	1 azul	1 vermelho	2	3 vermelho	4	5 vermelho

FICHA 4: Antecipar o movimento no desequilíbrio

Esta sessão pode decompor-se em duas etapas, ou apresentar-se sob a forma de atelier, porque propõe aos alunos quatro variantes de um mesmo problema.

Desafios

Emitir hipóteses e verificá-las por experimentação. O problema será colocado nestes termos pelo professor, oralmente ou por escrito. Que irá passar-se se pendurarmos...

1. uma figura identificada de cada lado
2. um "quadrado" (A) pequeno de um lado, um "quadrado grande" (B) do outro lado
3. muitos quadrados pequenos A de um lado, um só B do outro lado
4. muitos B de um lado, um só A do outro.

Aplicação

Fase 1 : representações

Por cada um destes casos de figuras, os alunos deverão individualmente, e por escrito (usando o caderno), fazer uma proposição e representá-la: de modo esquemático, colando bandas de papel (para representar as varetas) e pedaços de papel (para representar os quadrados de Bristol).

Segue-se, em baixo, um exemplo de esquematização traduzindo as situações 1 e 2.

Situação 1: uma figura identificada em cada lado

Centro									
Lado azul					Lado vermelho				
5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
	Quadrado pequeno							Quadrado pequeno	
O que eu penso: Desenho ou codificação									
O que eu observo: Desenho ou codificação									

Situação 2: um "quadrado pequeno" (A) de um lado, um "quadrado grande" (B) do outro lado
Centro

Lado azul					Lado vermelho				
5	4	3	2	1 Quadrado pequeno	1	2	3	4	5 Quadrado grande
O que eu penso: Desenho ou codificação									
O que eu observo: Desenho ou codificação									

Fase 2: previsões

Cada aluno deverá inscrever o efeito previsto (antecipação), sob a forma de codificação na linha "o que eu penso".

Exemplo:

A vareta ficará horizontal :	_____
Porque:	
A vareta tombará (especificar então qual lado)	↙ OU ↘
Porque:	
A situação não permite pronunciar-me	⊗
Porque:	

Fase 3: justificações

Por escrito ou oralmente (junto do professor ou dos colegas de grupo), o aluno deverá justificar a sua hipótese utilizando as palavras adequadas (inscritas pelo professor, no quadro, ao longo da sessão).

Fase 4: experimentação

Cada aluno verificará a sua hipótese colocando no seu mobile os quadrados de bristol.

Fase 5: observações e comentários

O aluno observa e regista as suas constatações (de equilíbrio ou de desequilíbrio) na linha: "o que observo". Compara, de seguida, esta observação com o que previu, e retira conclusões oralmente.

- se observou tal como o previsto, ele regista no seu caderno.

- em caso contrário, ele deverá desenhar (no caderno) o que observou.

Fase 6: Uniformização

Mais tarde, tratar-se-á de:

- dar conta, em cartaz dos trabalhos dos grupos;
- reunir e uniformizar estes resultados ao nível da turma. Em caso de contradições, deverá verificar-se de novo através da experimentação.

Balances possíveis

Situação 1: uma figura igual de cada lado

Os alunos chegam à conclusão que para obter equilíbrio, é necessário que "o mesmo tipo de quadrados de cada lado", que pode interpretar-se como "*desde que tenhamos dois quadrados do mesmo tamanho, temos que os colocar à mesma distância do meio (eixo de rotação)*".

Pergunta possível do professor: "*Que acontece se não os colocarmos à mesma distância? Porquê?*"

Tentemos também retomar o objectivo de partida: "Uma MESMA força produz mais efeito se ela for aplicada a uma GRANDE distância do eixo."

Situação 2: um quadrado pequeno (A) de um lado e um quadrado grande (B) do outro

Os alunos proporão formulações tais como: "*É necessário colocar o quadrado grande no número menor, e o quadrado pequeno no número grande*", que significa que para se obter o equilíbrio, o quadrado grande e o pequeno não devem ser colocados à mesma distância do eixo.

Objectivo visado: "uma GRANDE força tem um maior efeito que uma força pequena se ela for aplicada à MESMA distância do eixo."

Situação 3: muitos A de um lado, apenas 1 B do outro

Também neste caso, é necessário modificar a distância em relação ao eixo para atingir o equilíbrio horizontal: para maior facilidade, aceitaremos que os quadrados pequenos sejam presos através de apenas um orifício, é mais prático.

A justificação far-se-á por combinação das formulações 1 e 2 precedentes.

Esta situação é impossível de conseguir. Não se consegue obter um equilíbrio horizontal com o comprimento desta vareta.

Situação 4: muitos B de um lado, apenas 1 A do outro

A justificação far-se-á, também, por combinação das formulações 1 e 2 precedentes.

Desenvolvimento em Artes Visuais

No decurso desta actividade, os alunos trabalharam com construções de realização relativamente simples.

Não foram incentivados a produzir um mobile muito bonito esteticamente, ou com demasiada estima, para que a atenção dos alunos se concentre no problema do equilíbrio. O número, o tamanho, a forma das figuras suspensas podem evoluir, tal como o número de varetas.

Chega então o momento de lhes propor uma abordagem lúdica, consistindo em suspender variados objectos sem desequilibrar.

Para o desenvolvimento de competências no âmbito da educação artística, propomos a construção de um tesouro a partir de “pequenos nadas” que os alunos poderão facilmente obter (cartões de aniversário, fotografias, bolas de natal, pequenos brinquedos, ...). Os objectos podem ser ainda pintados, decorados, embalados, agrupados...”

- se não tiverem nenhuma experiência com os mobiles, podemos desafiar os alunos a interrogarem-se sobre as condições do equilíbrio.

- se a sequência de construção de mobiles já foi realizada, pode desafiar os alunos a uma nova montagem.

Os alunos irão necessitar do material seguinte:

- varetas de madeira;
- pequenos objectos variados (fabricados ou não pelos alunos);
- cordel;
- balança de precisão (pesa-cartas, ou balança electrónica).

Espera-se que os alunos não passem por hesitações de tipo ensaio/erro sem critério, mas que escolham o ponto de suspensão em função da massa do objecto a suspender (utilização possível de uma balança), mesmo que tenham que ajustar de seguida as opções iniciais.

Prolongamento dentro do domínio das ciências

À descoberta de outros objectos

Vamos partir à descoberta de outros objectos (tesouras, manivelas, agrafadores ...), onde uma parte móvel gira em torno de um eixo de rotação.

“Uma mesma força produz maior efeito se for aplicada a uma MAIOR distância do eixo.”

Isto pode traduzir-se em linguagem comum como: “Se eu preciso de força para executar uma acção, eu posso por vezes utilizar um sistema de alavancas, e aplicar a minha força na extremidade da alavanca”. Existem numerosos objectos da vida quotidiana que permitem confirmar estas propriedades: Uma maçaneta de porta, um abre-garrafas, ou simplesmente a porta que roda sobre as suas dobradiças.

Cuidados: É mais fácil fechar uma porta empurrando-a pela maçaneta em vez de a empurrar perto do seu eixo de rotação (dobradiças). Esta pode ser a ocasião de lembrar comportamentos que previnam acidentes.

Classificação dos objectos (ver grupos na página seguinte)

De um modo geral, sem ter em conta o contexto de utilização, os objectos podem classificar-se de acordo com as posições relativas do eixo de rotação, do braço da alavanca, e do local onde se aplica a força. Podem ainda classificar-se conforme o eixo é fixo ou móvel.

Instrumentos e utensílios de cozinha

Os utensílios de cozinha tais como o triturador de legumes ou o moinho de café tornaram-se peças de museu ou são vendidos em antiquários... Estes utensílios – quando ainda utilizados – são apresentados em versão eléctrica. Por este facto, não há impedimentos para que não se possam estudar na escola.

Trata-se de uma introdução ao mesmo tempo histórica, tecnológica, geográfica, porque:

- objectos com as mesmas funções evoluem (moer, esmagar, pressionar, desbastar, recortar...) utilizando princípios técnicos diferentes;

- práticas na preparação das refeições diferem de acordo com a época, ou o lugar;
- objectos de controlo da geração dos nossos avós;
- utensílios utilizados hoje em diferentes países.

As crianças manipularão certos instrumentos ou utensílios para realizar uma receita de cozinha ou fabricar um objecto. Executarão triagens de objectos em função, designadamente, do seu princípio de funcionamento. Por exemplo:

- os que cortam;
- os que desbastam;
- os que esmagam;
- os que quebram.

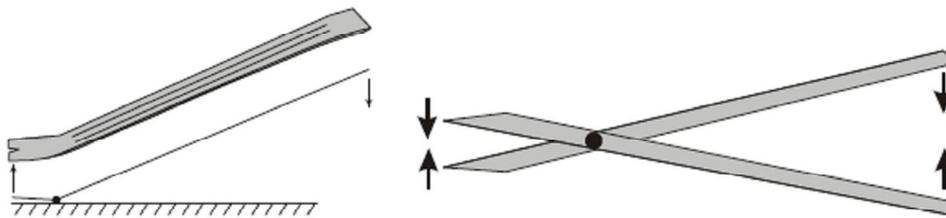
Para além desta primeira classificação, pode-se sugerir que reparem como o objecto permite assegurar esta função, e de localizar em cada um deles uma parte que gira, uma parte fixa, seguidamente que observem “o que é o que roda em redor de qual quando se aplica uma força e qual é o efeito?”.

GRUPO 1

Exercemos uma força na extremidade da alavanca, e o objecto que resiste está no outro lado do eixo. O eixo deve estar muito longe do ponto onde nós exercemos uma força que do local onde queremos obter o efeito.

Entre os dois locais encontra-se o eixo de rotação. Este é fixo.

- Nesta categoria incluem-se a pinça, pé-de-cabra, arranca-pregos ... Frequentemente, os braços da alavanca não são o prolongamento um do outro (o instrumento apresenta-se dobrado)

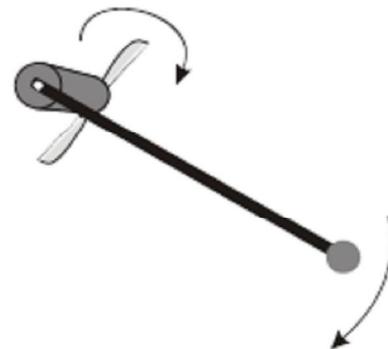


- Por vezes, a alavanca é dupla, como no caso das tesouras e o par de pinças (tenazes, cisalhas), que por isso têm o nome no plural. Sobre o mesmo princípio, temos também o alicate, e o corta-unhas.

O eixo de rotação encontra-se entre o ponto onde se exerce uma força e o ponto onde queremos obter o efeito. Este é fixo. As pegas destes instrumentos são mais compridas que as maxilas.

A manivela

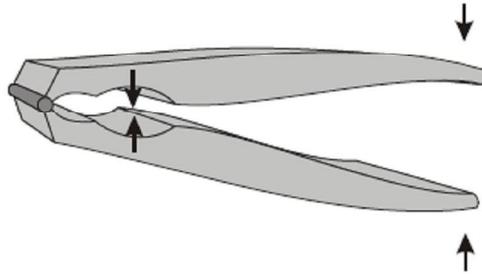
A força exercida sobre uma extremidade do braço da alavanca faz rodar o eixo. Ela permite afastar o local da aplicação da força do local de obtenção do efeito (entre os dois temos a largura do eixo); Também aí, o braço da manivela deve ser mais comprido que as lâminas do outro lado do eixo. O eixo é móvel.



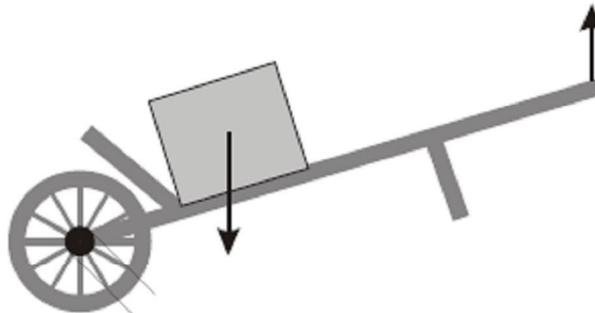
GRUPO 2

O eixo de rotação não se encontra entre o ponto onde nós exercemos força e o ponto onde pretendemos obter o efeito.

É o princípio de funcionamento do quebra-nozes, descaroçador, abre-cápsulas, fatiador de pão, agrafador, furador ...



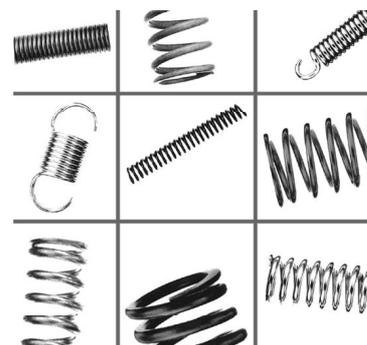
O carrinho de mão, por exemplo, tem uma particularidade: o eixo é móvel porque é comum à roda (ou eixo de duas rodas). Neste caso, a força exercida está aplicada mais distante do eixo que o ponto onde se pretende obter um efeito (levantar uma carga).



○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○				
○ ○	○ ○			○ ○
○ ○				
○ ○	○ ○			○ ○
○ ○				
○ ○	○ ○			○ ○

Com esta actividade os alunos irão:

- ✓ Investigar o comportamento elástico de molas e borrachas;
- ✓ Adquirir experiência com variáveis;
- ✓ Conduzir experiências controladas;
- ✓ Obter e organizar dados que permitam estabelecer hipóteses;
- ✓ Aprender conceitos que contribuirão para o conhecimento dos seguintes temas: modelos, interacção, mudança e sistema.



Introdução:

Com a actividade “Elasticidade” os alunos ao testarem elásticos de escritório e molas descobrirão uma *relação* entre a *força aplicada* e o *comprimento* do elástico ou da mola.

Após concluírem que o comprimento do elástico (ou mola) é dependente da força aplicada, os alunos constroem um gráfico com os resultados da experimentação.

Finalmente, podem usar o gráfico para *prever* o comprimento do elástico face a outros valores de forças aplicadas.

A força de pressão exercida no interior de um balão de borracha, ou a tracção exercida num elástico, produzem uma *deformação* que por ser aplicada num corpo elástico pode ser *reversível*.

Uma vez deformado elasticamente, o corpo comporta-se como um “armazém” de energia. A energia potencial elástica pode então ser posta em evidência, sob a forma de energia cinética, transferindo para outro corpo ou sistema essa energia acumulada: uma seta é disparada através de um arco cuja corda foi estirada; o ar comprimido pode ser usado para movimentar ferramentas; a corda de um relógio mantém o movimento deste; ...

Sempre que sobre um corpo elástico é aplicada uma força deformadora, com intensidade inferior ao *limite de elasticidade* desse corpo, este sofrerá uma deformação que obedece à lei de Hooke, isto é vai verificar-se uma proporcionalidade directa entre a deformação provocada e o módulo da força deformadora.

No entanto uma vez ultrapassado o limite de elasticidade do corpo, a força deformadora irá provocar uma deformação permanente. O balão irá rebentar, o elástico partir e uma mola metálica irá ficar pasmada.

Uma vez definido o conceito de *elasticidade* de um corpo elástico, os alunos poderão concluir da existência de um *limite de elasticidade*, diferente de corpo elástico para corpo elástico.

História

Em 1660, Robert Hooke descobriu a Lei, que viria a ter o seu nome, da elasticidade. Esta lei relaciona a variação do comprimento de uma mola elástica (ou outro corpo com propriedades semelhantes) com o valor da força aplicada no estiramento ou compressão dessa mola.

R. Hooke começou a sua instrução na Westminster School. Em 1653, Hooke conquistou um lugar na Universidade de Oxford. Foi assistente de Robert Boyle e nomeado, em 1662, Curador de Experiências na recentemente criada Royal Society e foi responsável por experiências conduzidas durante as reuniões, tendo sido um dos primeiros cientistas assalariados.

Em 1665 publicou um livro intitulado *Micrographia*, onde fazia descrições de observações microscópicas e telescópicas, bem como de biologia, introduzindo pela primeira vez o termo "célula".

O estudo e conhecimento do comportamento dos corpos elásticos e inelásticos, quando sujeitos a uma acção deformadora, é essencial para a construção quer civil, quer mecânica.

Materiais

Para cada grupo de 4 alunos

- 1 copo plástico, formato pequeno com fio de suspensão (tipo balde)
- 2 cliques de tamanho médio
- 1 elástico de escritório
- 2 Lápis
- 1 régua de 20 cm
- 1 suporte para o conjunto
vários berlindes de dimensões uniformes (ou porcas com o mesmo tamanho)
- 1 folha com as instruções de montagem: *"como preparar a experiência"*
- 4 folhas de gráfico: *"relação entre o comprimento do elástico e a força aplicada"*

Para a turma

- cliques de tamanho médio
- elásticos de escritório
- berlindes de igual tamanho (ou porcas metálicas)
- 1 duplicado de cada folha entregue aos alunos

Sugestões e cuidados de implementação

Preparação prévia

1. **Agendar a actividade.** Esta actividade desenvolve-se em duas partes. Poderão ser necessários cerca de 40 minutos para completar cada parte, e uma sessão adicional para clarificar e desenvolver os conceitos associados.
2. **Organizar a caixa de materiais.** Esta actividade foi desenhada para poder ser executada por equipas de dois alunos cada. Planeie a lista de materiais necessários para a actividade e organize-os numa caixa ou tabuleiro onde cada colector (aluno que recolhe os materiais) possa recolher os materiais necessários para duas equipas:
 - a. Arranjar as porcas. Será necessário cerca de 35 a 40 porcas para a experiência. Em alternativa poderá utilizar berlindes de iguais dimensões.
 - b. Arranjar copos de tamanho pequeno (tipo copos de café), um por cada grupo de trabalho. Os copos deverão ser furados junto aos bordos superiores de forma a poder colocar um fio de modo a obter uma espécie de balde. De modo a garantir alguma resistência, os copos deverão ser de papel ou de poliestireno expandido (outros tipos de copos poderão ser usados, sendo necessário neste caso reforçar os rebordos do copo para não romper com o peso colocado no seu interior).
 - c. Arranjar os elásticos. Os elásticos a distribuir deverão ter todas características semelhantes. Providencie elásticos adicionais para eventual substituição dos que se partirem.
3. **Preparar a experiência.** A folha do aluno "*Como preparar a experiência*" descreve os procedimentos para a montagem experimental. Reveja a folha e faça a montagem de forma a ter controlo sobre a actividade.

É importante que o professor explique a montagem experimental à turma passo a passo. Seguem-se três estratégias de actuação:

 - Duplique as folhas dos alunos. Use os originais (em anexo) para fazer uma cópia da folha de montagem para cada grupo de trabalho e uma cópia do gráfico para cada aluno. A folha do gráfico será utilizada posteriormente para desenvolver os conceitos matemáticos associados à actividade.
 - Fixe em cada mesa de trabalho a folha de montagem, colando-a com fita-cola. Distribua a folha do gráfico, uma por aluno.
 - Faça um esquema da montagem em folha de acetato e use o retroprojector como ajuda visual para a turma (como alternativa pode usar suporte digital, usando o computador e projector de vídeo).
4. **Distribuição dos elásticos.** Cada grupo de alunos irá necessitar de um elástico de escritório.

Considerações de segurança. É normal que alguns alunos experimentem a elasticidade dos elásticos para arremessarem pequenos objectos contra os colegas. Mantenha-se atento.

Execução da actividade

Parte 1: Montagem da experiência e recolha de dados

1. **Constituição dos grupos de alunos.** Organize a turma em grupos colaborativos de quatro alunos. Discuta com eles os quatro papéis a desempenhar por cada elemento do grupo: *COLECTOR*, *INICIADOR*, *LEITOR/REDACTOR*, *REGISTADOR*. Diga-lhes que cada grupo se dividirá em duas equipas de dois alunos quando a actividade se iniciar para realizar as tarefas.
2. **Introdução da actividade.** Refira aos alunos que vão iniciar uma nova actividade de ciências. Diga-lhes que vão trabalhar em pares para executar a montagem. Eles terão que construir a montagem experimental.
3. **Distribuição dos materiais.** Peça ao *COLECTOR* de cada grupo para vir buscar os materiais à caixa de recolha para as duas equipas.
4. **Construção da montagem experimental.** Ponha as equipas a executar a montagem seguindo as instruções, conforme o ponto 3 de **Preparação prévia**. Conceda-lhes entre 5 a 10 minutos.
5. **Montagem experimental.** Verifique as montagens dos alunos, discutindo com cada grupo as correcções a fazer.
6. **Pergunte aos alunos:**

Qual será o comportamento do elástico perante a colocação de pesos no balde?

Pergunte-lhes como podem confirmar a previsão. De modo a estandardizar os procedimentos, os alunos devem usar elásticos com o mesmo comprimento, e medir o comprimento apenas do elástico, desde uma extremidade até à outra.

7. **Recolha de dados.** Diga aos alunos:
Têm à vossa disposição algumas porcas (ou berlindes) que devem colocar no balde. Para cada ensaio devem fazer a medição do comprimento apresentado pelo elástico. Registem os valores obtidos na tabela constante na vossa folha de trabalho. Coloquem no balde as porcas (ou berlindes) de vagar, esperem que pare de oscilar e meçam o comprimento.
8. **Desenvolvimento da actividade.** Uma vez que os alunos tenham entendido as indicações, deixe-os investigar. Lembre da necessidade de fazerem o registo das medições na folha distribuída para a experiência. Acompanhe o processo de recolha de dados perguntando aos *Repórteres* quais foram as suas medições.
9. **Introdução de variáveis.** Pergunte aos alunos:

O que poderemos mudar no nosso sistema elástico que possa alterar o comprimento verificado com a carga colocada no balde?

Conceda tempo para que os alunos pensem por si.

Sugira mudanças no:

- Tipo de elástico
- Número de elásticos em simultâneo
- No objecto do estudo: por exemplo – experimentar com uma mola de metal em vez do elástico.

Diga aos alunos:

*Qualquer coisa que vocês possam alterar numa experiência e que possa afectar o resultado é chamada de **variável**. Refira que neste caso a variável é apenas a elasticidade do corpo em estudo.*

10. **Conceito de limite de elasticidade.** Pergunte aos alunos se poderia ser colocado dentro do balde, admitindo que o seu tamanho o permitiria, um número infinito de porcas (ou berlindes)? Conceda algum tempo para pensarem, e *recolha as respostas e respectivas justificações*. Introduza o conceito de limite de elasticidade.
11. **Arrumação.** Indique aos *colectores* para procederem à devolução do material utilizado, colocando-o na caixa correspondente. Verifique que não há falhas, em particular, nas peças que poderão ter um uso indevido no decurso do intervalo.

Parte 2: Construção do gráfico.

12. **Revisão dos dados recolhidos.** Peça aos alunos para reverem os dados recolhidos, comparando-os entre si dentro do mesmo grupo.
Diga-lhes que esta tarefa, de rever os dados e de conferir os mesmos com os respectivos colegas é uma etapa importante do trabalho dos cientistas, de forma a conferir validade ao respectivo trabalho. Deste modo os alunos poderão sentir-se motivados por estarem a desempenhar um papel importante.
13. **Construção de um gráfico.** Diga aos alunos que uma forma de apresentar os resultados de uma experiência é através da construção de um gráfico que relaciona duas (ou mais) variáveis. No decurso desta experiência, relacionaram o comprimento do elástico com a carga colocada no balde (força deformadora). Refira a categoria de variável independente (força deformadora) como sendo aquela sobre a qual actuaram deliberadamente e a variável dependente (comprimento do elástico) com a que resulta da nossa acção.
Sugira então que registem através de uma coluna (barra) o valor do comprimento do elástico para cada carga colocada, usando a régua para a marcação.
14. **Interpretação do gráfico.** Uma vez obtido o gráfico, sugira aos alunos em grupo que façam inferências sobre o comportamento dos elásticos. Registe no quadro as opiniões de cada grupo, que serão transmitidas pelo leitor/redactor.

DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS ASSOCIADOS

1. **Valor médio.** Uma vez perante os diversos dados referentes a elásticos de iguais características, poderá introduzir a noção de média aritmética como correspondente a um valor representativo da média dos elásticos, para cada um dos valores de deformação (alongação).
Pode aqui desenvolver as competências de cálculo numérico: adição de números decimais e divisão de números decimais por um inteiro.
2. **Proporcionalidade directa.** Uma vez conferidos os dados recolhidos, sugira aos alunos que completem a tabela 2 da folha de trabalho em que se relaciona o alongamento (quanto estica o elástico) com a força aplicada (número de porcas suspensas no balde).
Com estes dados, sugira aos alunos que comparem pares de valores (alongamento vs força aplicada) e que tentem estabelecer uma relação quantitativa. Pergunte-lhes:

Quando o número de porcas colocadas é dobrado (de 1 para 2 ou de 2 para 4), como variou o alongamento?

Espere pelas respostas dos alunos e resuma definindo o conceito de proporcionalidade directa¹.

3. **Utilização do gráfico para prever um resultado.** Correspondendo à competência específica preconizada no Currículo Nacional para a Matemática (Currículo Nacional do Ensino Básico, p. 64): “A tendência para dar resposta a problemas com base na análise de dados recolhidos e de experiências planeadas para o efeito”, poderá ser colocado o desafio de responder qual o comprimento que o elástico apresentaria se lhe fosse colocada uma carga de x porcas (ou berlindes), sendo x um valor diferente dos que foram testados no decurso da actividade.

¹ NOTA: Dividindo o valor da força aplicada pelo alongamento, encontra-se uma razão que corresponde ao coeficiente de elasticidade do elástico. Esta relação traduz a lei de Hooke para os corpos elásticos:

$$K_{\text{elasticidade}} = \frac{\text{Força deformadora}}{\text{Alongamento}}$$

Neste nível de ensino, não deve ser explorada esta relação.

Montagem para testar a elasticidade

MATERIAIS

1 suporte em aro

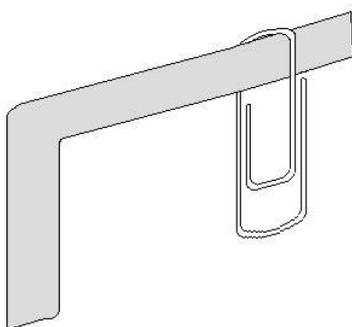
1 clipe grande

1 clipe pequeno

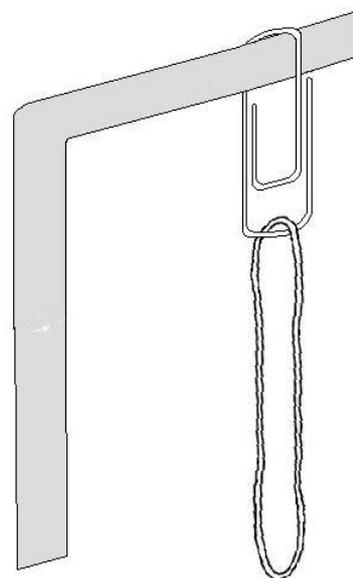
1 elástico

1 copo/balde para colocar a carga

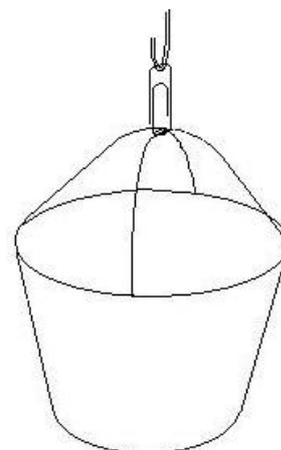
1. Prende o clipe grande no aro metálico do suporte.



2. Coloca o elástico no clipe grande.



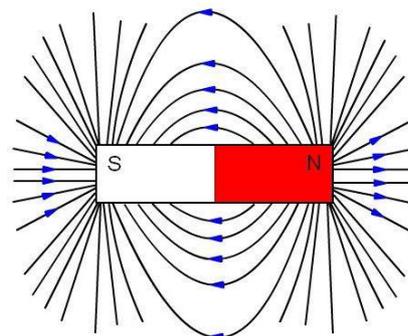
3. Suspende o balde no clipe pequeno e este no elástico.



4. A montagem está pronta para o trabalho.

Com esta actividade os alunos irão:

- ✓ Enriquecer o vocabulário, diferenciando colar de atrair;
- ✓ Colocar questões a partir da utilização;
- ✓ Seleccionar objectos pela sua interacção magnética;
- ✓ Identificar a substância atraída pelos ímanes: Ferro;
- ✓ Descobrir que um íman pode ser um detector de ferro;
- ✓ Inteirar-se que alguns objectos que parecem ser de ferro, não são atraídos por um íman;
- ✓ Reforçar as descobertas feitas anteriormente aplicando-as numa pequena actividade lúdica;



Introdução:

Para os alunos desta idade (8 – 9 anos), um íman é um objecto mágico que apresenta como característica atrair os objectos à distância (sem a necessidade de contacto). É um objecto que lhes é familiar porque está presente em muitos jogos, usados em diversas aplicações tais como fixador de “lembretes” em quadros magnéticos, peças decorativas das portas dos frigoríficos, ... É também designado pelo nome derivado do inglês “magneto”

Se os alunos manipulam frequentemente este objecto nas situações diversas, lúdicas ou outras mais quotidianas, então, o íman possui para eles propriedades ligadas à finalidade enfatizada (é para jogar, para “colocar na porta do frigorífico”, para prender papéis ...) Não descobriram ainda as propriedades gerais (ver desenvolvimento conceptual) válidas para qualquer que seja a utilização do íman.

Um íman possui dois pólos, Norte e Sul. Dois pólos da mesma natureza repelem-se e dois pólos de natureza diferente atraem-se. Para identificar a natureza de um pólo, basta aproximá-lo do pólo de um íman de referência cujos pólos estejam identificados (este pode ser uma bússola, que não é mais que uma agulha magnética apoiada sobre um pivot). Contudo, nem sempre é possível constatar a existência de dois pólos, pois que alguns ímanes são de facto multipolares, ou seja, na mesma face, apresentam uma alternância de pólos norte e pólos sul.

Encontramos alguns ímanes no estado natural. Os ímanes comercializados são contudo fabricados. Estes são obtidos colocando uma barra de uma liga de ferro e outros metais no interior de um campo magnético intenso, produzido por um electroíman. Produz-se deste modo um alinhamento do campo magnético no interior do metal, obtendo-se um íman permanente.

Apenas os metais ditos ferromagnéticos são atraídos por um íman. Estes são todas as ligas de ferro, o ferro e outros metais como o níquel. Neste nível de escolaridade não se fará distinção: todos os metais que forem atraídos pelo íman, serão chamados de ferro.

Se um íman atrai um objecto, o objecto atrai o íman com a mesma força. Diz-se que há uma interacção. Podemos constatar isto aproximando um íman, colocado na palma da mão, dos pés metálicos

de uma cadeira ou mesa. O íman é deste modo atraído. Esta interacção não é, contudo, objecto de estudo no primeiro ciclo do ensino básico.

A força de atracção de um íman depende da distância, quanto afastado estiver de um objecto, menor será a força atractiva sobre ele. A natureza dos materiais colocados entre o íman e um objecto, pouco afecta o valor desta força, o que explica que a acção de um íman se faça sentir mesmo através de um obstáculo.

Desenvolvimento conceptual:

A função do professor será a de desenvolver o conceito em termos cognitivos, mas também de ser um promotor da pesquisa dos alunos, o que os anima. As sessões seguintes serão construídas desta forma:

- Nem todos os objectos são atraídos por um íman, apenas **os que são de ferro**.
- Através de um íman podemos distinguir ferro (atraído pelo íman) de outros metais (como o cobre, o chumbo, o alumínio ou ainda o ouro, materiais que não são atraídos pelo íman). Contudo, para os alunos destas idades, todos os metais dão designados como ferro.
- Os ímanes possuem duas zonas chamadas de pólos, onde a “força” magnética é mais importante. Estes dois pólos não são iguais, eles podem atrair-se ou repelir-se.
- Um íman pode exercer a sua acção através de um obstáculo.

Materiais necessários

Prever uma quantidade de ímanes suficiente (o ideal é de um íman por aluno), de formas e de forças diferentes.

Podem recuperar-se também ímanes de brinquedos.

Pregos, cliques, cliques plastificados, peças plásticas, peças de madeira, ...

Placas de madeira ou cartão com percurso pintado numa das faces.

Frascos de vidro (tipo compota).

Metodologia

1. Agendar a actividade. Esta actividade desenvolve-se em duas partes. Em cada uma das partes serão explorados um ou mais objectivos da actividade.
2. Providenciar os materiais necessários a cada parte.
3. Copiar a folha do aluno.

Execução da actividade

Parte 1: Colar ou atrair? Objectos atraídos pelos ímanes

1. Distribuir pelos alunos ímanes diversos, permitindo aos alunos uma exploração destes. Através da interacção dentro do grupo, trocando entre eles de íman, os alunos devem ser conduzidos a colocar questões. Nem todos os alunos terão colocado as mesmas questões, pelo que se recomenda que discutam em grupo, fazendo o registo das questões concertadas na respectiva folha da actividade.

Deverá ter-se em atenção a questões como:

Os ímanes não atraem tudo?

Os ímanes podem repelir-se?

Podemos atrair vários objectos? ...

2. A partir das observações dos alunos, solicitar a distinção entre colar e atrair (termo que deve ser introduzido pelo professor).
3. Distribuir, a cada grupo de alunos, um conjunto de objectos diferentes (clipes metálicos, plastificados e de plástico, pregos, pedaços de cobre, pesos de chumbo, ...).
4. Solicitar aos alunos que façam previsão de uma separação dos objectos em dois grupos: os que serão atraídos pelos ímanes, e os que não serão atraídos, registando esta separação na ficha, preenchendo a tabela "PREVISÃO".
5. Uma vez feita a previsão, solicitar aos alunos a confirmação das hipóteses, registando as observações na tabela "OBSERVAÇÕES". Os alunos deverão então comparar com as previsões e efectuar uma conclusão. Nesta fase, poderão identificar o material que é atraído como sendo "ferro".
6. Perguntar aos alunos se esta característica observada poderá ter alguma utilidade no nosso dia-a-dia. Poderão surgir algumas sugestões como: separação de resíduos (lixo ou sucatas²); recolha de uma peça de ferro de uma mistura qualquer, como por exemplo uma agulha de costura que tenha caído ao chão... Solicite o registo na ficha do aluno.

Parte 2: Acção à distância e através de um obstáculo

² Esta pode ser a altura ideal para referir a indicação de "metal e vidro" nos eco-pontos verdes.

7. Para esta actividade, providencie, em função do número de grupos de trabalho, placas de madeira ou cartão contendo numa face pintado um percurso sinuoso. Proponha então um jogo de transposição do percurso sem penalizações (tocar nas margens do percurso).
8. Distribua a placa e a folha de desafio, fornecendo a cada grupo um par de ímanes e um objecto metálico (ferromagnético, poderá ser um carinho de brincar miniatura).
9. Uma vez que os grupos estabeleçam a forma de agir para vencer o desafio, deixe-os jogar registando as penalizações dos respectivos colegas.
10. Distribua a cada grupo, um frasco de vidro contendo um pequeno objecto metálico no seu interior e desafie o grupo a encontrar um processo de extrair o objecto sem tocar no mesmo.
11. Diga-lhes para completarem a ficha do aluno, respondendo às últimas questões.
12. Arrumação. Diga aos COLECTORES para transportarem os materiais do respectivo grupo para o tabuleiro de recolha.

REFLECTINDO SOBRE A ACTIVIDADE

Boas perguntas podem motivar os alunos a pensar sobre novas ideias e podem ajudá-los a realizar conexões com outras áreas de estudo.

Os alunos poderão questionar sobre o facto de a acção dos ímanes ser à distância e não entenderem este conceito, pelo que, caso seja possível, poderá fazer-se a demonstração da existência de um campo de interacção magnética, usando um íman sob uma placa de vidro ou acrílico apoiados sobre um retroprojector. Sobre a placa pode então polvilhar limalha de ferro que se espalhará desenhando linhas que unem os pólos magnéticos (linhas de acção das forças magnéticas).

DESENVOLVIMENTO DE PROJECTOS

Fazendo uso das propriedades magnéticas, os alunos poderão desenvolver pequenos projectos (jogos ou labirintos) em actividades de artes.

Podem ainda desenvolver-se actividades de publicação de Jornal de Parede.