

**NATUREZA E PROPAGAÇÃO DO SOM. CONCEPÇÕES
DE ALUNOS DOS ENSINOS BÁSICO, SECUNDÁRIO E
SUPERIOR**

Laurinda Leite
Universidade do Minho
Ana Sofia Afonso
Escola Secundária D. Dinis, Portugal

INTRODUÇÃO

Na sequência da Reforma Educativa implementada no início da presente década, e após vários anos de ausência, o Som foi re-introduzido no programa de Ciências Físico-Químicas, passando a fazer parte integrante do respectivo programa do 8º ano de escolaridade (13/14 anos), no âmbito da unidade didáctica "O Som e a Audição", e do programa da então criada disciplina de Técnicas Laboratoriais de Física, correspondente ao 10º ano (15/16 anos) de escolaridade, como um dos tópicos da unidade "A Física e a Natureza". O primeiro contacto formal dos alunos com conhecimentos desta área verifica-se, no entanto, no 1º ciclo do ensino básico (6/7-9/10 anos de idade), no âmbito do Estudo do Meio.

Apesar do estudo do som ser de grande importância para alunos do 8º ano, futuros cidadãos (Manso et al., 1995), pois é possível a partir da sua abordagem sensibilizá-los, entre outros, para questões como a saúde do homem, o funcionamento da Biosfera e os problemas ambientais que a afectam, muitos professores optam por excluir o som sempre que não têm tempo para leccionar todos os tópicos programáticos de Física do 8º ano, usando como principais argumentos o facto de considerarem que a área não é relevante para o prosseguimento de estudos e/ou é uma área complexa (Afonso & Leite, 1998).

Pese embora a escassez de investigação realizada nesta área (facto recentemente salientado por Perales-Palacios, 1997), existe alguma evidência que os alunos possuem concepções alternativas acerca do som que, a nível qualitativo, não variam muito ao longo dos diversos anos de escolaridade (Driver et al., 1994) e que, em alguns casos, parecem ser dependentes do contexto da situação problemática (Asoko et al., 1991). Por outro lado, concepções semelhantes às

detectadas em alunos dos ensinos básico e secundário têm também sido encontradas em estudantes que frequentam cursos universitários de Física (Linder, 1993; Maurines, 1993).

O único estudo que se conhece em Portugal sobre concepções alternativas acerca do som (Caldeira *et al.*, 1991) envolveu apenas alunos dos ensinos básico e secundário e foi realizado anteriormente à implementação da última reforma curricular, ou seja, antes da acústica ser re-introduzida nos currículos.

Assim, a investigação que aqui se relata pretendeu identificar as concepções de alunos dos ensinos básico, secundário e superior acerca da Natureza e da Propagação do Som e analisar a eventual evolução do conteúdo dessas concepções ao longo da escolaridade.

Apesar do carácter transversal do estudo e do reduzido número de alunos de cada um dos subgrupos nele incluídos, os resultados desta investigação poderão dar uma contribuição importante para o processo de ensino-aprendizagem, criando melhores condições para o desenvolvimento de novos materiais didácticos e para a organização de um ensino mais capaz de facilitar a aprendizagem e de promover a mudança conceptual dos alunos dos diversos níveis de escolaridade.

METODOLOGIA

O estudo envolveu uma amostra disponível, constituída por um total de 153 alunos, incluindo 25 alunos do 8º ano de escolaridade, que nunca tinham estudado o som, 27 alunos do 8º ano de escolaridade, após o estudo do tópico, 38 alunos de ciências do 11º ano de escolaridade e 63 alunos universitários, dos quais 36 frequentavam o terceiro ano de um curso da área de Física e 27 frequentavam o primeiro ano de um curso da área das Ciências Sociais e Humanas (Quadro 1).

| SUBGRUPO | CÓDIGO | NÚMERO |
|--|--------|--------|
| 8º ano antes de estudar "O som e a Audição" | 8A | 25 |
| 8º ano depois de estudar "O som e a Audição" | 8D | 27 |
| 11º ano - ciências | 11C | 38 |
| Curso universitário de Física - 3º ano | UF | 36 |
| Curso universitário de Ciências Sociais e Humanas - 1º ano | UC | 27 |

Quadro 1. Constituição da amostra

Aos participantes foi administrada parte de um questionário construído e validado (com especialistas, professores e alunos) no âmbito do trabalho conducente à dissertação de mestrado a elaborar pela segunda autora deste trabalho. As três questões seleccionadas para esta investigação exigiam que os sujeitos fi-

zessem previsões fundamentadas relativamente à propagação (ou não) do som no vácuo (tendo neste caso sido explicitado que o recipiente estava vazio, não contendo nem mesmo ar) e em diversas condições materiais, nomeadamente em meios sólidos (ferro e cortiça), líquidos (água e álcool) e gasosos (ar e dióxido de carbono), bem como às consequências dessa mesma propagação no meio envolvente ou seja, no ar. O questionário, anónimo, foi respondido por cada subgrupo, em condições de exame, durante a segunda metade do ano lectivo de 1997/98.

As respostas obtidas foram objecto de análise de conteúdo, com vista à identificação das principais concepções sobre propagação e natureza do som que lhes estão subjacentes. Dada a reduzida dimensão de alguns dos subgrupos ($n < 30$) e o facto de se ter trabalhado com grupos naturais disponíveis, optou-se por realizar uma análise qualitativa, centrada na identificação e na compreensão dos diferentes modelos utilizados pelos alunos para a conceptualização do som e a propagação do mesmo, não se analisando, portanto, a prevalência relativa desses mesmos modelos. Depois de acordados os critérios de análise, as respostas a analisar foram divididas pelas duas autoras, tendo as analisadas por uma das autoras sido verificadas pela outra autora, em alguns casos seleccionados aleatoriamente, a fim de garantir uma maior fiabilidade dos resultados.

Aquando da apresentação dos resultados, as afirmações das autoras do trabalho serão, sempre que possível, ilustradas com respostas dos alunos dos diversos subgrupos. Os autores das respostas serão "identificados" por uma sigla constituída pelo código do subgrupo a que pertencem (Quadro 1), seguido do seu número de ordem no respectivo subgrupo.

RESULTADOS

As respostas dos alunos são, independentemente do subgrupo, geralmente muito breves, o que tanto pode dever-se a limitações inerentes à técnica de recolha de dados utilizada, como, por um lado, à reduzida (se alguma) formação "recebida" pelos alunos sobre este assunto e, por outro lado, à pouca reflexão dos sujeitos sobre esse mesmo assunto. Talvez seja esta última a principal razão que leva muitos alunos a usar apenas afirmações do tipo 'porque no vácuo o som não se propaga' ou 'porque a cortiça isola/absorve o som', como argumentos para as suas previsões. Com efeito, estas afirmações, provavelmente originadas, respectivamente, em situações de ensino formal e em conhecimentos factuais do dia a dia, apesar de serem concordantes com as observações que os alunos efectuam quotidianamente, são insuficientes para justificar cientificamente porque razão o som não se propaga no vácuo ou é muito rapidamente atenuado na cortiça. No entanto, a partir das respostas analisadas foi possível identificar diversas concepções alternativas acerca da propagação do som (nomeadamente sobre condições materiais e rapidez) e da natureza do mesmo, e

constatar a escassez de respostas cientificamente aceites, mesmo no sub-grupo dos estudantes universitários de Física (UF).

Propagação do som: condições materiais

Para investigar as condições em que, segundo os alunos, o som se propaga, usou-se duas situações problemáticas. Numa delas existiam cinco campânulas (com A - água, B - dióxido de carbono, C - álcool, D - ar e E - vácuo) equipadas com um detector de som, na parte inferior, e com uma campainha suspensa por fios e afastada do detector. Pretendia-se saber em qual(is) e porquê o som da campainha seria detectado. Na outra situação havia cilindros de ferro (detector 1), de cortiça (detector 3), com ar (detector 5), com água (detector 4) e sem nada (detector 2), equipados com um altifalante numa das extremidades e com um detector de som na outra extremidade. Da análise das respostas dadas pelos alunos verifica-se que, no que respeita às condições necessárias para propagação do som, há alunos que consideram que:

a) o som propaga-se em meios materiais, sendo a cortiça uma excepção. Assim, tendo em conta as condições materiais consideradas, afirmam que não se propaga no vácuo nem na cortiça, embora, neste último caso não consigam explicar, a não ser por recurso a conhecimentos do dia a dia:

"[Detecta em 1, 4 e 5] porque a cortiça isola e o vazio não se ouve nada" (8D5).

"[Detecta em 1, 4 e 5] Porque no vácuo não pode haver propagação de som e a cortiça funciona como um isolador" (11C23).

"[Detecta em 1, 4 e 5] Porque os sólidos permitem que as ondas sonoras se propaguem. A cortiça [3] é um isolador e o vazio [2] não permite o transporte das ondas sonoras" (UF19).

b) o som propaga-se no vácuo, podendo o vazio facilitar mesmo a sua propagação:

"Contendo água e ar [o som] resiste melhor [do que se tiver álcool ou dióxido de carbono] e também quando está vazio" (8A21)

"Nos tubos de ferro, vazios e com ar as ondas sonoras têm facilidade em propagarem-se" (11C10)

"O som propaga-se em todos, nuns melhor do que noutros. Uns materiais isolam ou não deixam passar a mesma quantidade de som em relação aos outros, mas em todos se propaga som" (UF1)

"É no recipiente E que o detector regista o som da campainha, pois não está em contacto com outras substâncias ... o som é projectado sem existirem barreiras que o abafem" (UC20)

e) o som propaga-se apenas nos meios gasosos e/ou líquidos, pois embora ele precise de um meio material para se propagar esse meio não pode ser muito denso:

"O som propaga-se se tiver onde e como ou seja o som propaga-se em soluções aquosas ou gasosas, não em sólidos porque os sólidos têm os átomos organizados" (8A18)

"Nos líquidos [A e C] e nos gases [B e D] há propagação da onda sonora, no E por não haver ar não há propagação. ... [Só em 4 e 5] Porque na água e no ar há propagação de ondas" (11C31)

"Para que haja detecção do som é necessário existir um meio capaz de produzir vibrações nas suas partículas de forma a que esse som possa ser detectado. ... quer o ar quer a água têm um meio onde as vibrações são produzidas mais facilmente, uma vez que um é líquido e o outro é gás. No caso do ferro e da cortiça são meios sólidos em que as suas moléculas são rígidas e como tal a vibração produzida pelo som não se faz sentir" (UF34)

"Porque o som consegue ultrapassar as barreiras [em A, B, C e D]..., excepto no caso E porque não existe ar e as ondas sonoras são transmitidas pelo ar. ...Estes [ar e água, contrariamente ao ferro e à cortiça] não têm a capacidade de abafar o som" (UC7).

d) o som não se propaga nos meios líquidos, contudo os argumentos avançados (em apenas alguns casos) são pouco esclarecedores e limitam-se, por vezes, à afirmação de que estes meios abafam o som:

"Penso que se ouve em B, D, E porque tem espaço para ouvir-se o som, ou melhor em B, D, E não há nada que 'abafe' o som [ao contrário de A e D]" (8A20)

"No A e no C não pois o álcool e a água abafam o som" (8D16)

"No vazio, na água e no álcool, o som não se propaga" (11C18)

"Penso que em meios líquidos o som não se propaga" (UF18)

"Nos recipientes A e C ... os líquidos abafam o som. ... Um tubo totalmente preenchido com água não permite ouvir-se a sonoridade" (UC14).

e) o som não se propaga nos meios sólidos, ou pelo menos nos sólidos muito densos:

"[Não é detectado por 1 e 3] Porque [nos outros casos] o som chega aos detectores, sem 'sólidos' que intervêm no seu percurso" (8A3)

"... No ferro maciço também não [é detectado] porque é um material muito espesso e muito denso [mas na cortiça é possível]" (11C21)

"O ferro é muito denso para permitir a passagem do som e a cortiça é utilizada como isolante acústico" (UF21)

“No ferro [ao contrário da cortiça] por ser muito denso a onda de propagação do som não o atravessa” (UF28)

“... Julgo que os sons e ruídos só se propagam na presença de algo. ... Julgo que só no tubo de ferro maciço o som não foi registado, pois o corpo do tubo, constituído por ferro maciço, não deixa que o som se propague” (UC22)

f) o som apenas se propaga no ar:

“Eu acho que A, B, C e E não se ouve porque tem substâncias enquanto no D ouve-se porque só tem ar” (8A9)

“Porque os sons vibram mais facilmente na presença do ar. ... Porque o ar tem oxigénio e os outros têm outras substâncias” (8D14)

“Porque o som só se propaga no ar” (UF13)

Para além das ideias anteriormente referidas, é ainda interessante verificar que:

i) substâncias que não são frequentemente associadas à propagação do som (álcool e dióxido de carbono) parecem ser problemáticas para alguns alunos, levando-os a considerar que o som, num meio constituído por essas substâncias, tem um comportamento diferente do que teria num meio em igual estado físico mas formado por uma substância mais comum. Contudo, nem sempre avançam uma razão para tal diferença de comportamento:

“Eu acho que no álcool o som não se consegue propagar” (8A17)

“[Detecta-se em A e D] Pois o som tem por onde se propagar [não se verifica isso em B e C]” (8D24)

“O som não se propaga no recipiente C porque as ondas sonoras não têm um bom meio para se propagarem” (11C7)

“Só na água e no ar [e não em B e C] é que o detector consegue detectar o som da campainha” (UF11)

“A água e o ar são condutores, no dióxido de carbono e no álcool e num recipiente vazio o som é ‘abafado’” (UC25)

ii) ignorando factos do dia a dia, bem como as reais consequências da elasticidade do material constituinte do meio, afirmam que o som se propaga na cortiça (não mencionando a sua atenuação) e justificam, por vezes esta afirmação recorrendo à sua textura:

“Não se ouve na água, no álcool e no vazio porque nas primeiras duas as vibrações são abafadas no terceiro não há vibrações. ... O som

consegue passar pela cortiça e pelo ar mas não pelos outros elementos mencionados” (8A14)

“[Todos os materiais incluindo a cortiça] Porque o som só não se propaga no vazio” (8D26)

“...A cortiça era o que podia ser mais duvidoso mas este é constituído por espaços intersticiais [que permitem a passagem do som]” (11C36)

“O som propaga-se através da cortiça pois julgo que esta possui poros” (UF22)

“Nos casos que escolhi [incluindo a cortiça] as ondas sonoras conseguem transpor os obstáculos” (UC21)

Ao analisar os exemplos de respostas apresentados acima, verifica-se que escasseiam as respostas relativas ao subgrupo 8D. Isto deve-se ao facto de, no que se refere ao tópico em análise, as respostas dos alunos deste subgrupo serem quase consensuais e evidenciarem a memorização da ideia ‘o som só não se propaga no vácuo’, sem incluírem qualquer justificação para esse facto.

Propagação do som: rapidez

As ideias sobre a rapidez de propagação do som foram investigadas a partir da segunda situação problemática referida no ponto anterior, tendo para o efeito sido solicitado aos alunos que afirmaram que o som seria detectado por mais do que um dos detectores que indicassem se o som seria ou não detectado no mesmo instante e que explicassem porquê. Assim, constatou-se a existência de alunos que consideram que:

a) a rapidez de propagação nas diferentes condições materiais em que admitem que ela ocorre é independente dessas condições, sendo, portanto, o som detectado simultaneamente nos diversos casos. Na perspectiva dos alunos este facto pode ser explicado:

i) pelas condições de produção do som:

“Porque a intensidade [do som do altifalante] é igual nos três casos” (8A22)

“Porque começa ao mesmo tempo a nota “Dó” e termina ao mesmo tempo.” (8D19)

“Porque todos começam a tocar ao mesmo tempo” (11C14)

“O som é emitido ao mesmo tempo” (UF4)

“Todos os altifalantes começam a tocar ao mesmo tempo, por consequência começam [os detectores] a registar o som ao mesmo tempo” (UC20)

ii) pela não existência de obstáculos no percurso do som:

“Porque não existe nada que o impeça de passar normalmente pelos tubos [com ar, água e vácuo] até chegar ao detector” (8A15)

“Regista-se no mesmo instante porque nem os sólidos, nem os líquidos, nem os gases impedem o percurso do som” (8D2)

b) a rapidez de propagação depende das condições materiais envolventes, podendo:

i) aumentar com a concentração das partículas/com a densidade do meio:

“Em primeiro lugar ferro e em último lugar água. O espaço entre os átomos é diferente em cada objecto, e o som espalha-se mais facilmente no ferro” (8D8)

“Em primeiro lugar ferro e em último lugar ar. O ferro é o meio mais consistente por onde o som se pode propagar. As partículas encontram-se mais próximas e conseqüentemente mais sujeitas às vibrações das partículas vizinhas” (11C17)

“Ferro e água mais rapidamente pois têm uma maior densidade que o ar e que a cortiça” (UF2)

“Em primeiro lugar água e em último lugar ar. A água é o melhor condutor, o detector regista o som primeiro; no ar o som espalha-se e não se consegue detectar tão rapidamente” (UC16)

ii) diminuir com a concentração das partículas/com a densidade do meio

“Em primeiro lugar ar e em último lugar água. No ar os átomos andam mais livremente do que na água movimentando o som mais rapidamente” (8A18)

“Em primeiro lugar ar e em último lugar ferro. Porque no ar as suas partículas são muito separadas e facilitam o som passar rapidamente” (8D7)

“Em primeiro lugar ar e em último lugar água. Porque o ar é menos denso, logo a velocidade de propagação é maior” (11C31)

“Em primeiro lugar ar e em último lugar ferro. Porque as partículas que constituem o ar estão mais dispersas e movimentam-se melhor” (UF8)

“Em primeiro lugar vazio e em último lugar ar. Como não existe nenhuma substância, não há nenhum obstáculo que constitua barreira enquanto que no segundo existe ar” (UC11).

Natureza do som

As concepções dos alunos acerca da natureza do som foram investigadas a partir de uma situação problemática, centrada numa aparelhagem que, numa sala, a dado momento, começa a tocar. Os sujeitos tinham que prever e explicar as eventuais consequências, para o ar da sala, da aparelhagem começar a tocar. Era-lhes também solicitado que fizessem um esboço de como, com uns óculos especiais, veriam o ar da sala antes e depois da aparelhagem começar a tocar. Apesar do elevado número de sujeitos que, em qualquer um dos sub-grupos, usa o termo “onda sonora”, poucos são os que têm ideias aproximadamente correctas acerca da natureza do som (que serão ilustradas em a)) e muitos deles vêem-no como algo material, com uma existência própria. Assim, relativamente à natureza do som, foram detectadas as seguintes ideias:

a) O som é uma vibração, pelo que é necessário um meio material para que o som se possa propagar. Não é, portanto, possível a sua propagação no vácuo:

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar estava parado [representado por rectas verticais]; após a aparelhagem começar a tocar o ar começa a movimentar-se [representado por curvas com a concavidade voltada para a coluna] por causa das vibrações emitidas pela coluna” (8A14)

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar estava quieto; após a aparelhagem começar a tocar as partículas de ar bateriam umas contra as outras” (8D6)

“Antes da aparelhagem começar a tocar haveria pouca vibração das partículas; após a aparelhagem começar a tocar haveria grande vibração das partículas. As partículas são afectadas pela intensidade do som” (11C17)

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar está igualmente disperso [desenho: círculos igualmente distribuídos]; após a aparelhagem começar a tocar o ar apresenta-se mais denso em certos locais que têm a forma de onda [desenho: zonas de maior e de menor concentração de partículas, curvas e com a concavidade voltada para a fonte] porque as ondas de som interferem no ar” (UF14)

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar estaria imóvel [desenho: linhas horizontais]; após a aparelhagem começar a tocar o ar sofreria oscilações [desenho: linhas onduladas]; o som provoca ondas no ar já que é transmitido por estas” (UC9)

b) O som é uma entidade com capacidade de se movimentar, desde que não existam obstáculos físicos a essa propagação. Pode, por conseguinte, propagar-se facilmente no vácuo e/ou no ar e/ou nos líquidos, mas dificilmente nos sólidos, sendo constituído:

i) por partículas:

“Antes da aparelhagem começar a tocar, a sala iria estar com menos partículas ... após a aparelhagem começar a tocar a sala iria estar com mais partículas porque o som é constituído por pequenas partículas [confirmado com desenho]” (8A3)

“Antes da aparelhagem começar a tocar, iria estar com menor quantidade de partículas ... após a aparelhagem começar a tocar iria estar com maior quantidade de partículas [porque] o som é constituído por partículas que aumentam, consoante a frequência, volume, etc. [confirmado com desenho]” (8D2)

“Antes da aparelhagem começar a tocar [não veria nada]; após a aparelhagem começar a tocar veria ‘partículas’ no ar [confirmado com desenho]” (UF29)

ii) por ondas

“Antes da aparelhagem começar a tocar víamos as moléculas de oxigénio e de hidrogénio; após a aparelhagem começar a tocar víamos as moléculas de oxigénio e de hidrogénio e além disso as vibrações sonoras [representadas por linhas curvas] ... porque o som movimenta-se por vibrações sonoras” (8A7)

“Antes da aparelhagem começar a tocar as moléculas andam no ar; após a aparelhagem começar a tocar as ondas sonoras passam por entre as moléculas [ilustrado com desenho]” (8D9)

“Antes da aparelhagem começar a tocar via-se o ar calmo [desenho: meio contínuo]; após a aparelhagem começar a tocar via-se as ondas sonoras propagarem-se através do ar [desenho: linhas onduladas no meio contínuo] ... davam para ver através dos óculos e estas propagariam-se através do ar” (11C25)

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar seria calmo sem interferências [desenho: em branco]; após a aparelhagem começar a tocar o ar apresentaria interferências [desenho: linhas curvas]; depois de ligar o aparelho de música o ar seria atravessado pelas ondas de som, portanto teria essa perturbação” (UF1)

“Antes da aparelhagem começar a tocar no ar não se observaria as ondas sonoras emitidas pela coluna de som; após a aparelhagem começar a tocar observaria-se no ar ondas sonoras porque as ondas sonoras propagam-se no ar ou no vazio” (UC23)

iii) por algo indefinido

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar estava limpo [re-

presentado por linhas horizontais]; após a aparelhagem começar a tocar o som espalha-se no ar [notas musicais misturadas com as linhas horizontais] porque ... o som espalha-se pelo ar fora” (8A5)

c) O som é algo material que precisa de um transportador para se propagar, sendo, por isso, a propagação possível apenas em meios materiais constituídos por partículas que tenham liberdade de movimento suficiente para poderem fazer esse transporte:

“Antes da aparelhagem começar a tocar as moléculas andam soltas no ar; após a aparelhagem começar a tocar as ondas de som agarram-se às moléculas para viajar no ar porque as ondas de som não conseguem viajar sem átomos ou moléculas [desenho: moléculas - esferas; ondas de som - linhas curvas] (8A24)

d) O som é como um vento, provoca reorganização das partículas do meio, sem que essa reordenação seja inerente à própria propagação do som, mas antes consequência do facto de este se propagar nesse mesmo meio:

“Antes da aparelhagem começar a tocar não há libertação de vento [desenho: pontos uniformemente distribuídos]; após a aparelhagem começar a tocar há libertação de vento [desenho: pontos concentrados na zona mais afastada da aparelhagem], porque começou a tocar” (8A10)

“Antes da aparelhagem começar a tocar as partículas caíam normalmente; após a aparelhagem começar a tocar o som levava as partículas para o lado [Desenho: partículas inclinadas] por causa das ondas sonoras” (8D24)

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar da sala percorre livremente a sala; após a aparelhagem começar a tocar as ondas sonoras empurram o ar para longe da coluna [confirmado com desenho]” (11C29)

“Antes da aparelhagem começar a tocar o ar estaria ‘mais organizado’; após a aparelhagem começar a tocar o ar estaria ‘mais desorganizado’, ou seja, as moléculas mudariam de posição porque quando o som passa pelas moléculas deslocava-as como se fosse vento a soprar em balões” (UF22)

“Antes da aparelhagem começar a tocar tudo estaria normal, o ar a circular normalmente; após a aparelhagem começar a tocar o som afastaria o ar; Penso que o som apresentará as mesmas características que o vento - empurrar o ar” (UC12)

Para além das concepções anteriormente apresentadas, é ainda inte-

nessante verificar que alguns alunos:

i) não especificam a natureza do som mas consideram que ele não interfere com o meio envolvente, dado que afirmam que o aspecto (sub-microscópico) do ar da sala não seria alterado na sequência da aparelhagem começar a tocar:

“Porque o som é transmitido através de ondas e não de átomos ou moléculas” (8A18)

“Pela mesma razão que eu disse que o ar era transponível e o detector de sons era capaz de detectar ... sem que exista movimentação do ar” (UC11)

ii) atribuem ao som características próprias dos seres vivos, apresentando, assim, raciocínios animistas, evidenciados, implicitamente, pelas respostas já anteriormente transcritas e que fazem referência a “abafar o som” e à propagação do som no ar “por este conter oxigénio”, e, explicitamente, pela resposta que se segue:

“... O recipiente E é não [se propaga] visto que não tem nada que digamos o ‘deixe’ respirar. Assim, como nós quando nos falta o ar, não conseguimos falar, ou então, como já sabemos, acabamos por não conseguir” (8A19).

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Apesar de não se ter efectuado uma análise da prevalência das diversas concepções nos diferentes subgrupos em estudo, os resultados obtidos parecem apontar não só para a escassez de respostas cientificamente aceites mas também para a existência de modelos alternativos importantes (pela frequência e pela consistência que parecem ter) acerca da natureza e da propagação do som, em qualquer um dos subgrupos considerados. Um destes modelos tem a ver com a conceptualização do “som como algo material, com capacidade própria para se deslocar” e que, por conseguinte, se propaga tão mais facilmente quanto menor for a concentração das partículas no meio de propagação. Este modelo, que parece ser o grande rival do modelo cientificamente aceite (baseado na propagação da vibração das partículas do meio), é compatível com a propagação do som no vácuo mas dificilmente compatível com a sua propagação nos sólidos, a menos que a textura destes inclua “poros” que permitam a passagem do som. Note-se ainda que o modelo em causa pode ter origem na dificuldade que os indivíduos, especialmente os mais jovens, têm em imaginar algo que não tenha uma existência material própria. Importante, também, é o modelo de “som como

um vento”, cuja origem poderá estar na observação macroscópica dos efeitos do som sobre o meio envolvente (ex: vibração de corpos leves). Outros modelos detectados, nomeadamente o modelo que considera o “som como algo material que precisa de um transportador”, e aquele em que se atribuem ao som características próprias dos seres vivos (e que apesar de ter sido detectado também em alunos universitários, parece ser mais frequente nos níveis etários mais baixos), dada a escassez e/ou a superficialidade das respostas que os suportam, precisam, talvez, de mais atenção em futuras investigações.

Por outro lado, os resultados do estudo apontam, ainda, para um elevado desconhecimento da fundamentação de alguns factos e do significado de alguns termos que, contudo, parecem ser muito familiares aos alunos, dada a elevada frequência com que recorrem a eles. No primeiro caso, saliente-se a utilização da cortiça para isolamento acústico, cuja fundamentação científica nem mesmo os alunos universitários de Física demonstraram conhecer. No segundo caso, destaca-se o termo onda sonora, utilizado por muitos alunos de qualquer um dos subgrupos, mas com um significado alternativo ou não explicitado.

Assim, os resultados deste estudo, no essencial concordantes com a literatura disponível, indicam que, numa época em que o som faz parte dos currículos dos ensinos básico e secundário, os indivíduos continuam a construir concepções alternativas acerca do som e da sua natureza, cujo conteúdo é semelhante quer em alunos sem formação em Física (e em acústica) quer em alunos com alguns anos de formação universitária nesta área. A semelhança do que se tem defendido para outros tópicos científicos, não se pode esperar que estas concepções desapareçam por si só, nem mesmo com o ensino que normalmente é praticado. Na verdade, e pese embora o reduzido número de alunos do respectivo subgrupo, não parece que o ensino a que foram submetidos os alunos do subgrupo 8D tenha resultado numa compreensão efectiva da natureza do som e da sua propagação. Parece, portanto, que, também no caso do som, as concepções alternativas precisam ser objecto de um tratamento didáctico adequado, a fim de se promover a sua alteração, e de se contribuir não só para que o cidadão comum consiga compreender melhor o mundo que o rodeia mas também para que os estudantes de Física não corram o risco de, quando se tornarem professores e forem leccionar acústica, possuírem concepções alternativas iguais às que são supostos ajudar os seus alunos a mudar.

NOTA

Este trabalho faz parte do projecto “Promover a qualidade do ensino e da aprendizagem de ‘O Som e a Audição’” (Projecto nº 55/97), financiado pelo Instituto de Inovação Educacional, no âmbito do programa SIQE - medida 2

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. LEITE, L. (1998). *O Som e a Audição: Uma área que põe professores em vibração?*. Comunicação apresentada no encontro "Física 98", Maia, 7-10 de Setembro.
- ASOKO, H. *et al.* (1991). *Classroom research as a basis for professional development of teachers: A study of student's understanding of sound*. Comunicação apresentada na 16th ATEE Conference, Amesterdão, Setembro.
- CALDEIRA, H. *et al.* (1991). Ideias dos alunos sobre o conceito de som. *Gazeta de Física*, 14 (1), 22-32.
- D. E. B. (1995). *Programa - Ciências Físico-Química*. Lisboa: Departamento de Educação Básica.
- DRIVER, R. *et al.* (1994). *Making sense of secondary science*. Londres: Routledge.
- LINDER, C. (1993). University physics students conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education*, 27, 258-264.
- MANSO, C. *et al.* (1995). Som e audição: Uma abordagem de ensino-aprendizagem para o terceiro ciclo do ensino básico. *Revista de Educação*, 6, 96-118.
- MAURINES, L. (1993). Spontaneous reasoning in the propagation of sound. In *Proceedings of the second international seminar 'Misconceptions and educational strategies in science and mathematics education'*. Ithaca: Misconceptions Trust.
- PERALES-PALACIOS, J. (1997). Escuchando el sonido: Concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 233-247.