

# UTILIZAR AS TIC PARA ENSINAR FÍSICA A ALUNOS SURDOS – ESTUDO DE CASO SOBRE O TEMA “A LUZ E A VISÃO”

(Using ICT to teach physics to deaf students – a case study about light and vision)

Ana Paula Sintra Paiva  
Universidade Nova de Lisboa  
([apaula\\_paiva@sapo.pt](mailto:apaula_paiva@sapo.pt))

## Resumo

Poderá a utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) ser um recurso facilitador da aprendizagem de Física por alunos surdos? Neste artigo apresenta-se um estudo de caso em que se procurou descrever como decorreu o ensino e a aprendizagem de um tema de Física (“A Luz e a Visão”) por alunos surdos do 8.º ano de escolaridade, num contexto de aprendizagem em que o ensino foi essencialmente mediado pelo computador (através de documentos interactivos desenvolvidos para a investigação com base no Modelo do Processamento da Informação de Robert Gagné) e tendencialmente centrado no aluno. Observou-se, entre outros aspectos, que os alunos evidenciaram grande motivação pelo uso do software e pela realização de actividades experimentais, que houve um pequeno acréscimo de autonomia na aprendizagem, que os pré-conceitos dos alunos em relação à Física (*disciplina difícil e de que não gostavam*) e que os resultados obtidos na avaliação sumativa (*médio-fraco*) se mantiveram quase inalterados. Concluiu-se que houve aprendizagem efectiva sobre o tema em estudo no contexto educativo implementado e que os desempenhos competentes sobre Física conseguidos pelos alunos em interacção com o software são indutores de acréscimos de sentimentos de autocompetência e de auto-estima, com reflexos tanto nas suas aprendizagens futuras como noutras vertentes da sua vida em sociedade.

Palavras-chave: surdos, Física, computadores, TIC, ensino, aprendizagem, contexto.

## Abstract

Can ICT use be an easing resource on deaf students Physics learning? This paper describes how the teaching and learning of a Physics topic (Light and Vision) by 8<sup>th</sup> Year Portuguese deaf students in a computer mediated learning environment where teaching was essentially (using interactive digital documents produced for the investigation, based upon Gagné’s “Information Processing Model”) and tendentially learner-centred. It was observed, among other aspects, that students showed great motivation with respect to software use and physical experiments, slightly improved learning autonomy, and that their learning Physics pre-conceptions (*a difficult and unpleasant matter*) and summative evaluation scores (*median-weak values*) were kept nearly unaltered. The study concludes that the learning environment helped students learn physics, in an effective way, and that students improved self-esteem and self-competence which will ease both their future learning and other aspects of their life in society.

Keywords: deafness, hearing impairment, physics, computer, ICT, learning, teaching, context.

## **Introdução**

Aprender Física é algo que é considerado difícil pela generalidade das pessoas. Em consequência, o ensino eficaz de Física é um desafio permanente à criatividade e à capacidade de mobilização de competências variadas de cada professor da disciplina, perante qualquer turma que em cada ano lectivo se lhe depara; o professor tem não só que conseguir ultrapassar o provável défice de motivação decorrente dos pré-conceitos depreciativos de grande parte dos alunos face à disciplina, mas também, e principalmente, promover as aprendizagens desejadas.

Ensinar Física a alunos surdos é uma tarefa que se reveste de características e dificuldades específicas. No seguimento da experiência de dois anos de trabalho da autora no ensino de Física e Química a alunos surdos, surgiu a motivação para o desenvolvimento de uma investigação com o objectivo de descrever como decorreram o ensino e a aprendizagem de Física a alunos surdos num contexto em que se utilizou o computador como mediador principal da mensagem educativa (Paiva, 2006), que se descreve neste artigo.

## **Competências de comunicação e integração na Sociedade**

A comunicação tem um papel relevante nas interações a que a vida em sociedade obriga, em todas as comunidades de que cada indivíduo faz parte; no entanto, ao existir um défice na capacidade de comunicação, surgem barreiras à plena integração e vivência social da pessoa, barreiras essas que toda a sociedade se deve obrigar a eliminar.

A pessoa Surda, possuindo limitações na percepção sonora da vida, confronta-se com inúmeras barreiras que lhe dificultam a integração plena e de sucesso, a que, como qualquer outra, tem direito. A Escola, que se deseja inclusiva, deve proporcionar-lhe a formação de que necessita para conseguir o seu direito a essa integração plena, adaptando-se à especificidade do surdo e adoptando estratégias que lhe permitam a construção do seu conhecimento, sem que as diferenças na forma de comunicação impeçam esse processo (Sim-Sim, 1999).

Para se conseguir captar a mensagem que alguém procura transmitir é necessário que se partilhe o código comunicacional utilizado, que se entenda o sentido dado a cada uma das unidades desse código e a motivação do sujeito emissor. Havendo falhas nalguma das etapas deste processo, a comunicação pode ficar comprometida. O receptor pode tentar interpretar o que pensa ter captado da mensagem, mas nem sempre atingirá o pensamento expresso pelo emissor. Esta realidade está frequentemente presente nas situações de comunicação surdo-ouvinte ou ouvinte-surdo. É pois de sobremaneira importante que o discurso educativo suportado pela palavra possa ser complementado por outras formas de expressão, em situações de redundância cuja função é aumentar a probabilidade de sucesso da comunicação pretendida.

A Sociedade da Informação e do Conhecimento em que vivemos na actualidade requer cidadãos informados, competentes e autónomos, capazes de uma elevada produtividade e aptos para aprender ao longo da vida, para que se consiga uma cada vez maior qualidade de vida, para todos e para cada um. É pois necessário que os contextos de aprendizagem possam propiciar aos aprendentes experiências educativas em que seja possível adquirir e treinar aquelas competências, a par com a especificidade das competências a adquirir em cada área disciplinar. Os contextos de aprendizagem da Física integram a especificidade inerente ao facto de solicitarem frequentemente a capacidade de abstracção dos aprendentes e de

proporem perspectivas de interpretação da realidade que por vezes não se enquadram na interpretação intuitiva dos fenómenos. É conseqüentemente necessário o recurso a múltiplas estratégias para implementar contextos de aprendizagem eficazes, actualizando métodos tradicionais de ensino e recorrendo a novos métodos possibilitados pelo avanço da tecnologia (Fiolhais & Trindade, 2003).

### **A utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação como facilitadores de aprendizagens**

Poderá a utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) em ambiente de aprendizagem constituir uma ferramenta facilitadora da comunicação e um factor de melhoria de aquisição de competências e auto-estima dos alunos surdos?

O software multimédia educativo, concebido com base no conhecimento actualmente existente nas áreas das Ciências da Educação, Psicologia, Neurociências e Ciências da Computação, poderá ser um poderoso meio de se conseguir a qualidade desejada no desenvolvimento dos processos de ensino-aprendizagem. De igual modo, a utilização contextualizada de ferramentas de produtividade pessoal é uma estratégia que permite potenciar as aquisições dos estudantes. No caso particular dos alunos surdos, reconhecem-se facilmente as vantagens decorrentes da utilização do corrector ortográfico do processador de texto na melhoria das suas competências de expressão escrita. Lang (2003), a partir de uma revisão de literatura sobre investigação aplicada ao ensino-aprendizagem de surdos, refere que está demonstrado que existe um grande potencial para a utilização da Internet no ensino de alunos surdos, desde que sejam tomadas em conta algumas precauções no desenvolvimento dos materiais.

O computador é uma ferramenta poderosa no derrube de barreiras comunicacionais, que permite ampliar a eficácia da transmissão das mensagens educativas; a representação visual das mensagens educativas possibilita maior eficácia na recepção e compreensão das mesmas pelos alunos surdos. Motivação é uma das questões-chave, para que o aluno, actor principal do seu processo de aprendizagem, possa construir o conhecimento almejado; consegue-se frequentemente um acréscimo de motivação quando se recorre à utilização do computador, em contextos de aprendizagem. Os requisitos de autonomia, competência, produtividade e literacia tecnológica existentes na Sociedade da Informação, tornam imperioso que todos os estudantes possam utilizar as TIC integradas nas suas experiências educativas, não só para beneficiar das vantagens dessa nova forma de aprender, como para adquirirem a necessária competência tecnológica que lhes facilitará a integração plena.

Acresce ainda o facto de as TIC serem um veículo que permite a alteração das práticas lectivas, colocando cada vez mais o aluno no centro do processo de aprendizagem e aumentando as suas possibilidades de sucesso, especialmente quando se trata de alunos menos competentes que os seus pares, como está demonstrado em investigações no âmbito da aplicação dos computadores ao ensino (Fernandes, 2004; Lagarto, 2003; Miranda & Bahia, 2003).

### **Estruturação de eventos de aprendizagem baseados no Modelo de Gagné**

Cada indivíduo constrói a sua aprendizagem a um ritmo próprio e usando estratégias preferenciais, de acordo com o seu estilo de aprendizagem, no momento de vida em que se encontra; se possuir a capacidade de recurso a um leque de estratégias de aprendizagem diversificado, maior é a sua probabilidade de sucesso.

Emoções e factores motivacionais são reconhecidos como aspectos determinantes no sucesso do ensino-aprendizagem. Consegue-se com maior facilidade a aprendizagem do que se gosta, do que dá prazer, do que motiva; pelo contrário, se se é obrigado a aprender algo, não havendo motivação intrínseca para o fazer, o processo de aprendizagem torna-se mais difícil, podendo mesmo ser inviabilizado. A aprendizagem escolar exige esforço, trabalho, e frequentemente coloca o aprendiz em situações de aprendizagem que ele considera difíceis, ou que não deseja; atendendo ao conhecimento da probabilidade de ocorrência de situações de reduzido nível de motivação intrínseca, a escola precisa de concretizar contextos que, com reforço de motivação extrínseca, facilitem a construção de aprendizagens dos seus alunos.

Gagné (1977) propôs uma explicação para o acto de aprender explanada no seu Modelo do Processamento da Informação. O processo de transformação do estímulo em aprendizagem ocorre, segundo o modelo referido, em etapas sequenciais que são: a motivação – interna ou externa; a apreensão – resultante da atenção selectiva; a aquisição, a retenção, a recuperação, a generalização, o desempenho – dependentes do processamento da informação no cérebro; o reforço – que é garantia de aprendizagem e pode ser assegurado pelo professor ou, em contextos de aprendizagem que recorrem às TIC, pelo software com que o aluno interage. A utilização da informação em novas situações (a transferência) corresponde à etapa seguinte do processo e à manifestação de competência, que se deseja conseguir com a promoção de aprendizagens.

O Modelo de Gagné tem larga aplicação nas situações de aprendizagem mediada pelo computador. A utilização de documentos em discurso *informo*<sup>1</sup>, elaborados com base neste Modelo, poderá facilitar a transmissão e recepção das mensagens educativas, a articulação das novas aprendizagens com aprendizagens anteriores, a contextualização dos conteúdos curriculares, a representação e concretização da realidade abstracta, a abstracção a partir da realidade concreta, a sistematização de regras e procedimentos, a progressão na aprendizagem com respeito pelo ritmo e pelas características individuais dos alunos. Este é o modelo teórico que sustenta a construção do produto educativo sobre o tema “A Luz e Visão”, desenvolvido pela autora e utilizado na investigação efectuada com alunos surdos.

### **Materiais de ensino-aprendizagem**

Os materiais concebidos têm como objectivo a utilização educativa em contexto de sala de aula, visando propiciar aos alunos-utilizadores experiências educativas gratificantes, enriquecedoras e que lhes possibilitem a construção do conhecimento individual, com respeito pela sua idiossincrasia. Foram concebidos de raiz, integrando conteúdos desenvolvidos pela autora, mas também alguns conteúdos seleccionados e, por vezes, adaptados de outros autores, com licença de utilização gratuita, sempre que tal foi considerado adequado. Procurou-se, sempre que possível, integrar conteúdos multimédia de utilização gratuita disponibilizados pela biblioteca virtual Wikipedia<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Uma forma de classificar os discursos de comunicação é, atendendo às respectivas características, em: scripto, audio, vídeo e informo. O discurso informo ”pode assumir formas semelhantes às dos outros discursos; permite a interactividade (o utilizador pode modificar os dados que recebe ou [que estão] armazenados); pode incluir componentes dos outros discursos (elementos escritos, imagens fixas ou animadas e som, incluindo a voz humana digitalizada); [possibilita o] acesso via internet a uma imensa quantidade de informação que tem de ser seleccionada” (Ribeiro, 2002).

<sup>2</sup> Disponíveis a partir do sítio:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Pagina\\_principal](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pagina_principal).

A concepção dos materiais de ensino-aprendizagem teve como base a aplicação do Modelo do Processamento da Informação de Robert Gagné à estruturação de eventos de aprendizagem mediada por computador.

Atendendo ao baixo domínio da Língua Portuguesa revelado pela generalidade dos alunos surdos, procurou-se que os textos inseridos nos materiais tivessem uma redacção clara, numa solução de compromisso em que se recorreu a uma linguagem simples sem abdicar do rigor científico e do vocabulário específico da Física relativo ao tema. Sempre que nos textos surgiam palavras ou expressões a que se atribuiu maior índice de dificuldade, foi acrescentada uma explicação textual redundante sobre as mesmas. Dado que o domínio da linguagem específica é determinante para a concretização das aprendizagens, os materiais de aplicação e treino deram grande ênfase à utilização do vocabulário.

Os textos foram complementados com fotos, esquemas e animações ou vídeos representativos dos fenómenos físicos apresentados. Procurou-se que as fotos contivessem imagens que em muitos casos poderiam ser próximas da vivência dos alunos, de modo a facilitar o estabelecimento de pontes com a informação memorizada.

Optou-se por criar os documentos-base da aprendizagem teórica em formato Adobe Acrobat, em virtude de este formato de distribuição de conteúdos possibilitar a integração dos diferentes tipos de recursos numa lógica de página, permitir com facilidade o ajuste do nível de ampliação de toda a página ou de alguns dos seus pormenores (facilitando a sua visualização e leitura), e por permitir uma fácil navegação no documento tanto numa lógica de consulta sequencial, como numa de consulta alternada (acessível através de uma estrutura do tipo índice, com hiperligações); este formato possibilita também a definição de hiperligações para documentos externos, criados no mesmo formato ou noutros, armazenados no computador de trabalho ou noutros locais em rede com este, nomeadamente a Internet. O documento informo que guiava cada sessão continha um percurso de aprendizagem, considerado como sendo o percurso natural a seguir pelos alunos, que estes acompanhariam percorrendo sucessivamente as páginas e executando as tarefas que em cada uma eram propostas, pela ordem natural em que surgiam. Permitia também outros percursos alternativos, uma vez que era sempre possível percorrer as páginas e executar as tarefas pela ordem determinada por cada indivíduo. Para evitar que o aluno perdesse o rumo no seu percurso autónomo de aprendizagem, cada documento teórico-base continha a mencionada estrutura de índice, que identificava, relacionava e interligava todas as páginas.

A prática e o retorno foram assegurados em documentos informo interactivos. Os documentos para aplicação de conhecimentos foram, na generalidade, concebidos em ambiente de ferramentas de produtividade pessoal da Microsoft (folha de cálculo e processador de texto), para que os alunos tivessem oportunidade de utilizar estas ferramentas. Esta opção foi tomada por se considerar que a aquisição de competências informáticas que se desejava que os alunos conseguissem a partir das aulas deveria ter por base as ferramentas mais utilizadas, que são, na actualidade, as da Microsoft, como estratégia facilitadora da integração futura dos alunos em contextos laborais. Alguns documentos, concebidos a partir do software educacional HotPotatoes, foram disponibilizados em ambiente de navegador (sobre Microsoft Internet Explorer).

Procurou-se obter uma baixa densidade de texto por página para impedir uma saturação visual que desmotivasse à leitura dos conteúdos textuais, optando-se em alternativa por reforçar ou complementar as mesmas ideias com recurso a imagens, esquemas e animações, quando

possível.

Visando manter a motivação durante o percurso de aprendizagem foram utilizados alguns recursos humorísticos, como parte das propostas de trabalho ou integrados nos materiais utilizados.

### A transformação da informação em conhecimento: etapa de preparação

O documento-base de cada sessão de trabalho inicia com uma página contendo informação escrita sobre o que se vai aprender, conjugada com imagens relacionadas com o tema em estudo, como factor de motivação, preparando o aluno para o percurso de aprendizagem (exemplos na figura 1).

O estabelecimento de pontes com o já aprendido, apelando ao retido na memória de longo prazo, foi procurado através de uma abordagem contextualizada dos conteúdos, recorrendo, nomeadamente, a textos, solicitando a recuperação de aprendizagens anteriores e a imagens, relativas a situações que estivessem relacionadas com vivências passíveis de fazer parte de um património cultural comum, esperado para os alunos-alvo, e que se constituíssem como ponto de partida para novas aprendizagens.



Figura 1 – Imagens de páginas de abertura de algumas sessões de trabalho (sessões 1, 6, 7 e 9)

Os documentos multimédia concebidos incluem também diversas imagens relacionadas com os conteúdos científicos em estudo, relativas a situações menos comuns e potencialmente propiciadoras de uma expansão do património cultural dos alunos; procurou-se que essas



imagens pudessem ter também uma função implícita de semente da vontade de concretizar aprendizagens futuras, eventualmente conseguidas noutros contextos de vida.

### A transformação da informação em conhecimento: etapa de desempenho

Cada página do documento-base contém um título, por vezes sob a forma interrogativa, que explicita o objectivo geral da aprendizagem inerente à tarefa a realizar e procura suscitar a curiosidade do aluno sobre o tema.

Procurou-se captar principalmente a atenção selectiva visual, com recurso ao texto, à imagem estática, a esquemas, a animações e ao vídeo, em situações de redundância ou complemento à mensagem escrita (figuras 2 a 8).

No texto utilizou-se uma formatação mais destacada para as palavras ou expressões que veiculam o conhecimento considerado essencial, em cada página; a leitura sequencial das palavras em destaque permite obter uma informação resumida sobre os conteúdos essenciais. Como exemplo, veja-se as palavras em destaque na página reproduzida na figura 2, que, lidas em sequência, resultariam na mensagem:

Espelhos esféricos – os espelhos convexos.  
Espelhos convexos | imagem | mais pequena do que o objecto original | distorção deste objecto. |  
Espelho convexo | imagem reduzida e distorcida.



Figura 2 – Página extraída do documento-base da sessão 3.

As imagens utilizadas remetem para a vivência quotidiana do aluno. Tal como o esquema, criam redundância à mensagem escrita.

## A Luz e a Visão

### Algumas características dos espelhos esféricos

Tal como nos espelhos planos os espelhos esféricos têm também um ponto (uma zona) onde se formam as imagens. A localização deste ponto e as características das imagens dependem das características de cada espelho e são diferentes para os espelhos convexos e para os espelhos côncavos.

Estes espelhos reflectem também os objectos mas criam imagens que são distorcidas (estão modificadas) em relação aos objectos reais.

Raio incidente

Raio reflectido

Esquema de um espelho convexo, visto de lado

Raio incidente

Raio reflectido

Esquema de um espelho côncavo, visto de lado

Vê cada uma das animações seguintes para conhecer mais algumas características dos espelhos esféricos.

Clica na imagem para veres uma animação

Clica na imagem para veres uma animação

Sessão 3

Universidade Católica Portuguesa/Mestrado em Ciências da Educação - Informática Educacional  
Investigação de Ana Paula Faiva - 2005/2006

Figura 3 - Página extraída do documento-base da sessão 3.

Os esquemas, sem imagens reais directamente associadas, procuram desenvolver a capacidade de abstracção; tal como as animações a que se acede a partir desta página, contêm informação complementar à mensagem escrita.

Exercício e prática, em que os objectos de aprendizagem são repartidos por pequenas sequências cujo grau de dificuldade vai progressivamente aumentando, são contemplados neste produto educativo, em propostas diversificadas de trabalho, atendendo tanto à especificidade do objectivo a atingir como às diferenças inerentes aos estilos de aprendizagem dos alunos (exemplos nas figuras 4 a 8). Todos os exercícios propostos são interactivos, dado que à acção do aluno vai corresponder uma “resposta do computador”.

A apreensão dos conceitos físicos e da linguagem específica é um aspecto relevante nos exercícios propostos. Há exercícios que lidam com o vocabulário específico, partindo do conceito para encontrar a palavra que o traduz, nos quais se procura que o aluno escreva a palavra correctamente, e em que qualquer aspecto da resposta que corresponda a uma grafia incorrecta implica que o computador considere essa resposta errada (exemplo na figura 4). Noutros exercícios, em que se procura o relacionamento do vocabulário específico com o respectivo conceito, as dificuldades inerentes à grafia correcta da palavra são ultrapassadas porque o aluno selecciona a resposta, a partir de uma lista de palavras disponível (exemplos nas figuras 5 e 7). Em exercícios em que esse relacionamento é proposto a partir do completamento de um mapa de conceitos, à medida que o aluno escolhe uma palavra que completa o mapa, essa palavra é automaticamente inserida num texto com lacunas que, quando completado com as palavras seleccionadas, apresenta o raciocínio subjacente ao mapa de conceitos em causa que decorre das palavras seleccionadas; por esta via o aluno tem outra forma de controlar a coerência do raciocínio que está a efectuar (exemplo na figura 5).



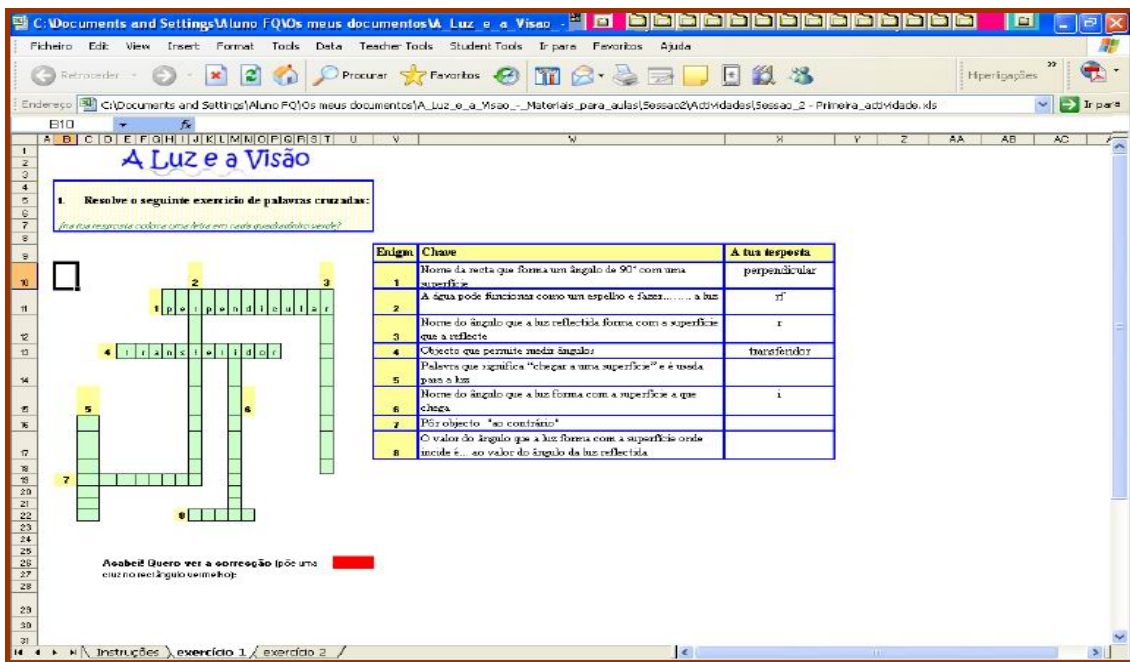


Figura 4 – Exemplo de um exercício para utilização do vocabulário específico (sessão 1).

O aluno preenche o crucigrama, letra a letra, e a palavra formada surge automaticamente no ecrã; as letras comuns a diferentes palavras aparecem nos respectivos espaços. Grafia incorrecta implica uma resposta considerada incorrecta pelo computador.

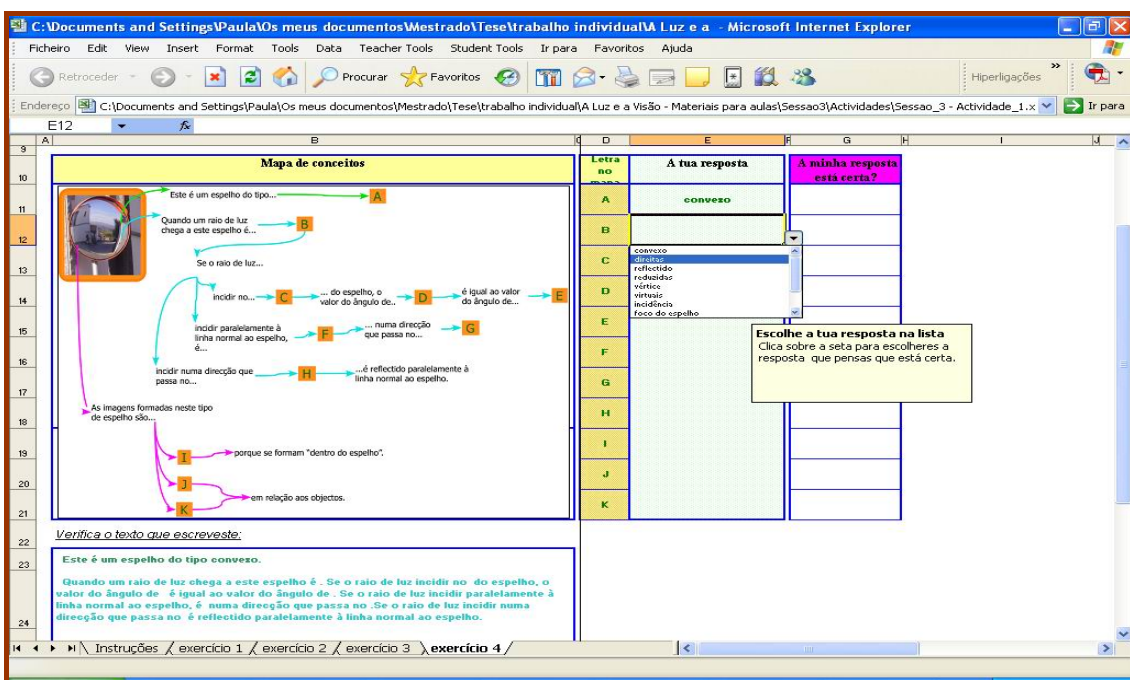


Figura 5 – Exemplo de um exercício para associação do vocabulário específico ao respectivo conceito através de um mapa de conceitos (sessão 3).

Procurou-se criar exercícios que favorecessem o desenvolvimento da capacidade de abstracção dos alunos. Num exercício da primeira sessão começou por ser proposta uma actividade experimental e, em seguida, procurou-se a transferência de aprendizagens através de uma proposta de actividade similar à prática desenvolvida, mas partindo da observação de imagens reais relativamente às quais se propunha a elaboração de um esquema correspondente ao fenómeno descrito; o aluno é convidado a fazer o esquema com recurso às

ferramentas de desenho disponibilizadas no ambiente de folha de cálculo em que está a trabalhar. A categorização de fenómenos, partindo da observação de imagens reais, seguida da selecção de uma imagem contendo o esquema correspondente, foi solicitada em exercícios como o da figura 6. Noutros exercícios, partiu-se de fotos de situações reais, algumas correctas, outras com erros deliberadamente produzidos através de manipulação digital das imagens, para propor ao aluno a detecção dos erros existentes, que pode ser feita a partir da comparação com o conceito correcto (comparação mental ou revisão dos documentos teóricos de suporte à aprendizagem); o exercício solicita em seguida a explicação (textual ou esquemática) dos erros encontrados.

O produto multimédia foi pensado para utilização em contexto de aula, no qual, a presença do professor garante o apoio necessário a cada aluno, corrige percursos e providencia reforço sempre que necessário. Não obstante, todos os documentos que contêm actividades interactivas permitem uma verificação da aprendizagem, no momento determinado pelo ritmo de progressão individual.

Após a realização dos exercícios é sempre proposto um modelo de resolução correcta, que possibilita ao aluno a verificação imediata da correcção da sua resposta e que só é apresentado quando o aluno decide solicitá-lo<sup>3</sup>. Sempre que a especificidade dos objectivos do exercício o permitem, o produto multimédia faz uma comparação entre a resposta dada e o modelo proposto, indicando se a resposta está certa ou errada e providenciando o reforço adequado a cada situação: elogia o aluno pelo acerto ou convida-o a reformular a resposta, se esta estiver incorrecta.

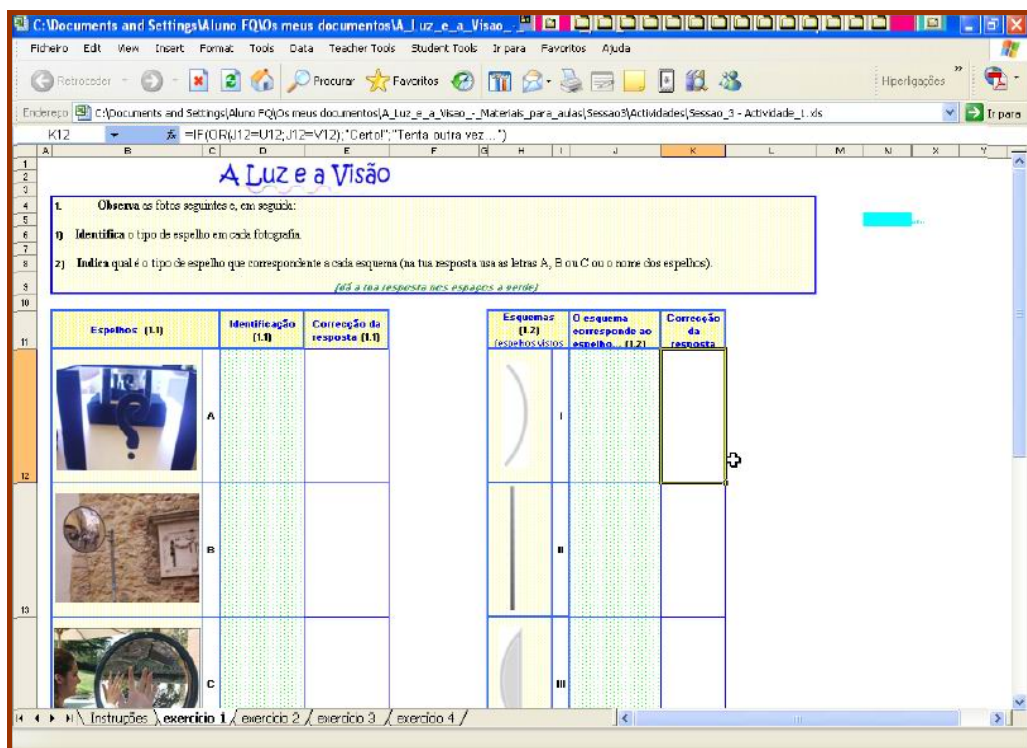


Figura 6 – Exemplo de um exercício para categorização a partir de objectos reais, seguida da associação com o esquema respectivo (sessão 3).

<sup>3</sup> Informação acedida por interacção com o computador, preenchendo uma célula ou activando um automatismo, através de combinação de teclas (em ambiente Microsoft Excel).

Existe um mecanismo de controlo, a partir da sessão 3, inclusive, que verifica se o aluno já respondeu à maior parte das tarefas propostas quando pede para ver a resposta correcta; se o aluno já o tiver feito, vê a resposta correcta e o reforço do computador de imediato, se ainda estiver no princípio da resolução vê o reforço relativo às respostas que já deu e, em vez das respostas correctas, vê um convite para prosseguir a tentativa de resolução (exemplo na figura 7).

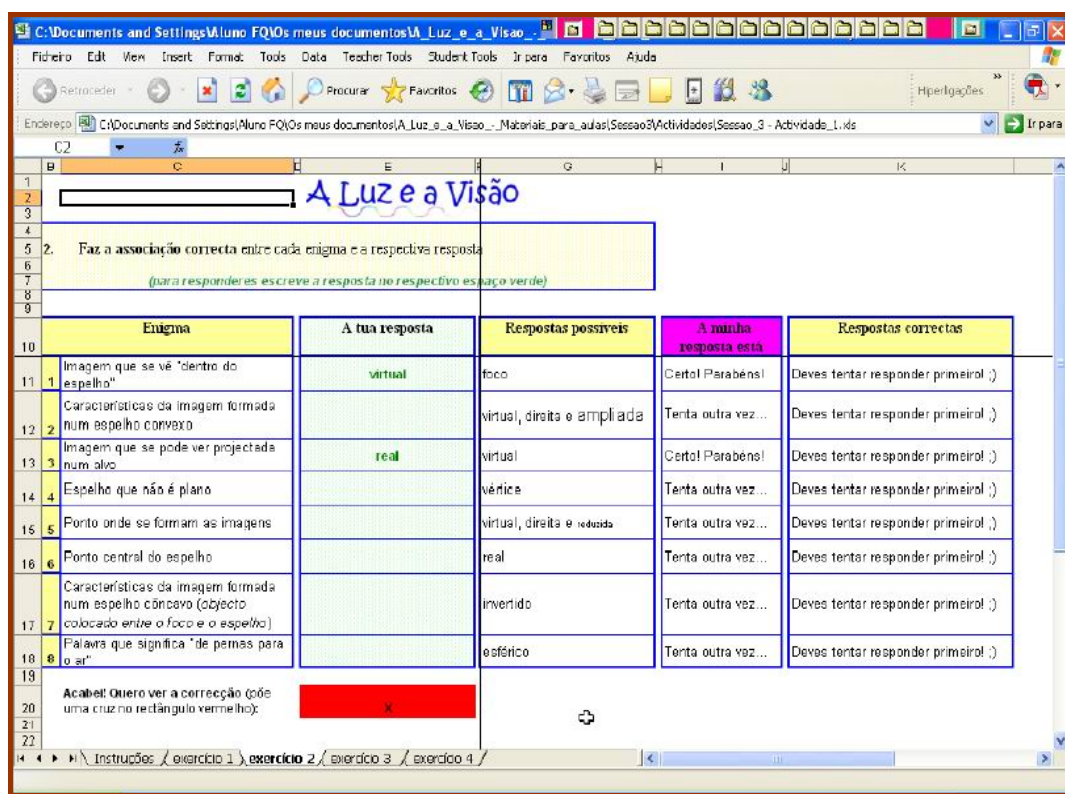


Figura 7 – Imagem de um exercício demonstrando o funcionamento do mecanismo de correcção e reforço. Apesar de estar assinalado que se deseja ver a correcção, em vez de surgir a resposta correcta surge um convite ao aluno para que ele prossiga a resolução do exercício, até que responda a mais de metade das tarefas propostas.

### A transformação da informação em conhecimento: etapa de transferência

A transferência foi suscitada durante a realização das tarefas de aplicação de conhecimentos propostas em cada aula, e em contexto de verificação e reforço de aprendizagens, em momentos anteriores aos testes de avaliação sumativa a realizar pelos alunos.

Todos os documentos destinados a concretizar a transferência de aprendizagens contêm uma hiperligação para os documentos de suporte teórico, que permite aos alunos o regresso ao estudo da informação teórica para consolidação de aprendizagens e favorece a sua autonomia no processo de aprendizagem (exemplo nas figuras 4 a 7).

Nos documentos para concretização de revisão de aprendizagens são propostos exercícios pontuados e temporizados, que englobam perguntas de diferentes tipos, procurando-se também aqui a adequação aos estilos individuais de aprendizagem e o reforço da motivação pela aprendizagem.



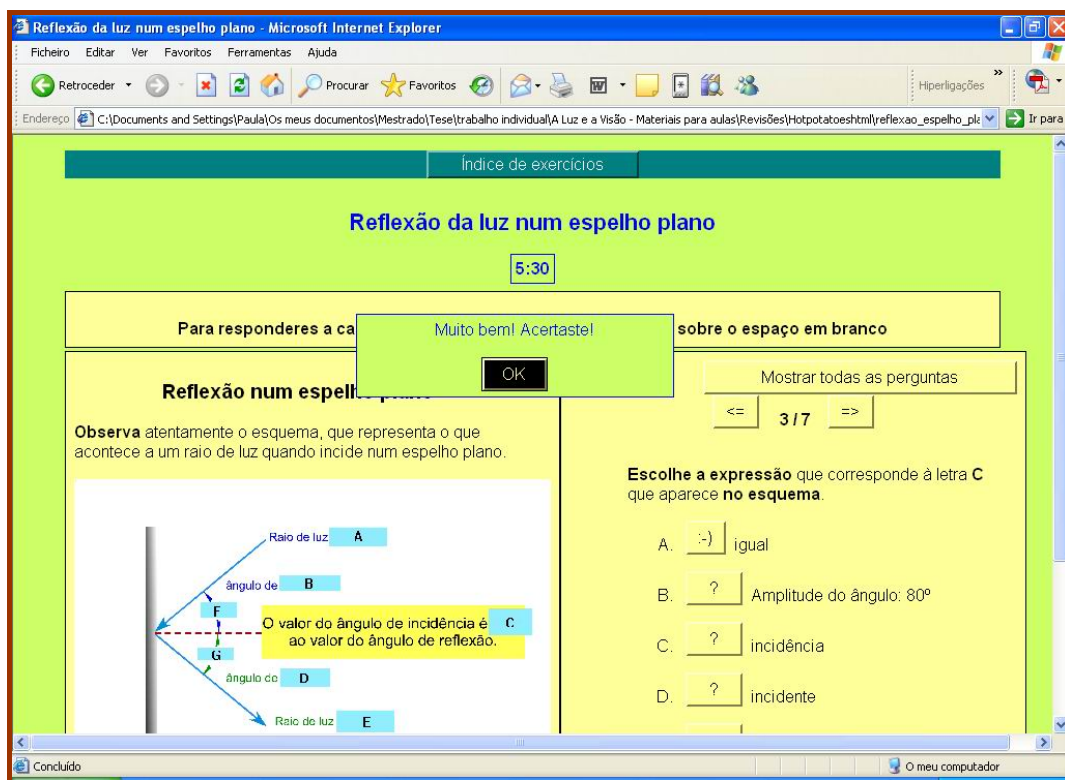


Figura 8 – Exemplo de um exercício para associação do conceito a um esquema do fenómeno físico.

Ao clicar sobre a opção correcta, o utilizador recebe um reforço positivo.

Ao terminar a resposta a todas as alíneas do exercício, o utilizador recebe informação sobre a pontuação obtida e, caso não tenha esgotado o tempo disponível, sobre o tempo sobran­te (sessão de revisões).

## Metodologia de investigação

A investigação partiu da pergunta:

**Como decorre a aprendizagem de alunos surdos na disciplina de Física-Química (8.º ano de escolaridade) num contexto em que o ensino-aprendizagem é essencialmente mediado pelo computador?**

O referencial teórico do estudo (Paiva, 2006) aponta para uma clara influência do contexto de aprendizagem na construção elaborada, no comportamento manifesto e nas realizações competentes de cada um dos estudantes.

O ensino-aprendizagem em temáticas no âmbito da Física e da Química é frequentemente permeado por uma atribuição latente de “dificuldade”, crença apriorística partilhada por professores e alunos: o ensino e a aprendizagem da Física sempre foram considerados tarefas difíceis pela maior parte dos professores e estudantes e pelas outras pessoas (McDermott, 1993; Peters, 1982). Por outro lado, a utilização de computadores tem também uma atribuição latente, mas desta vez de “facilidade, diversão”. A utilização do computador poderá diminuir o grau de dificuldade atribuído à aprendizagem da Física e favorecer o prazer por essa aprendizagem, mantendo porém um referencial de rigor e de exigência inerente à ciência. Esta dualidade é destacada no estudo realizado por Teodoro (2003):

“Os computadores são frequentemente associados com diversão e prazer, inclusive em ambientes educativos. A aprendizagem pode seguramente ser divertida, mas, na maioria dos casos, é lenta e difícil. (...) A utilização de computadores como ferramentas científicas é uma experiência exigente,

como o é todo o trabalho científico, tanto para professores como para alunos.”

Salomon (1990) defende que a introdução do computador, em si mesma, não contribui para melhorar a eficácia das aquisições dos estudantes; esta melhoria é antes decorrente de toda a modificação do contexto educativo consequente da introdução do computador no ensino-aprendizagem.

Procurar responder à questão de partida obriga a que o investigador busque uma compreensão global de todo o contexto de aprendizagem, das características de cada um dos seus intervenientes, da forma como se relacionam entre si, dos papéis que assumem, das atitudes que evidenciam em cada situação e de outros aspectos que lhe pareçam contribuir para elaborar uma visão do problema. A modalidade de investigação qualitativa, numa perspectiva etnográfica (Graue & Walsh, 2003; Patton, 1990; Tuckman, 2005), surge naturalmente como a adequada, dado que permite obter dados que contribuam para a compreensão dos problemas em profundidade e detalhe (Patton, 1990).

### **Objectivos a atingir**

Efectuou-se uma observação do contexto educativo tão abrangente quanto possível, procurando a sua compreensão global. Nesta perspectiva holística a investigadora, observadora participante, procurou “identificar as questões principais sentidas pelos vários participantes (...) e avaliar o mérito, o valor ou o significado dos fenómenos para os participantes” (Tuckman, 2005).

Atendendo à necessidade de manter uma perspectiva de abertura na observação do fenómeno, aliada à necessidade de efectuar uma observação com a maior neutralidade possível para diminuir as ameaças à validade do estudo e ao facto de ser necessário gerir com eficácia o tempo disponível para a recolha de dados, optou-se por efectuar uma estruturação prévia do processo de recolha de dados no trabalho de campo (Patton, 1990; Tuckman, 2005).

Especificaram-se linhas de observação principais, que tiveram como objectivo a obtenção de dados que possibilitassem a resposta a questões que se considerou que poderiam contribuir para a compreensão do fenómeno em estudo, face ao conhecimento construído sobre a revisão de literatura efectuada; estas linhas de observação foram apoiadas por materiais de recolha de dados, de diversos tipos (observação dos alunos e professor em contexto orientada por uma grelha, entrevistas, registos escolares e filmagens).

Procurou-se perceber se a utilização de TIC e de materiais multimédia, no âmbito da disciplina de Física-Química (FQ), levou a:

- superar dificuldades de comunicação entre professor ouvinte e alunos surdos, no ensino da Física;
- aumentar as aquisições dos alunos na disciplina de Física-Química;
- potenciar os sentimentos de competência dos alunos surdos, através de realizações competentes e autónomas com o auxílio das TIC;
- aumentar a motivação pelo estudo da Física.

Apesar da estruturação inicial relatada, o desenho da investigação não ficou totalmente definido com antecedência, tendo parcialmente emergido durante a concretização do trabalho de campo, seguindo a perspectiva de Patton (1990), face à natureza holística e abrangente da modalidade qualitativa de investigação adoptada. Manteve-se ao longo do trabalho de campo uma atitude de abertura à observação, para procurar recolher dados não especificados

previamente que se considerou que poderiam contribuir para a compreensão do fenómeno, incluindo dados relativos à atitude dos participantes, prévia ou posterior aos períodos de observação formal, na perspectiva de que, por vezes, algumas respostas são conseguidas a partir de dados que surgem quando aparentemente nada está a acontecer (Estrela, 1994).

### **Participantes e contexto de investigação**

Na investigação efectuada participaram os quatro alunos surdos que constituíam uma turma do 8.º ano de escolaridade de uma escola de Lisboa (Portugal) e a respectiva professora de Física-Química.

Os alunos (*Mc, Mi, J e B*), três raparigas e um rapaz, tinham idades compreendidas entre os 15 e os 20 anos e frequentavam o 8.º ano de escolaridade pela primeira vez, embora tivessem já reprovado em anos anteriores da sua vida escolar. Todos possuíam surdez em grau moderado ou profundo, sendo três deles portadores de aparelho auditivo nas aulas, embora com um ganho pouco relevante.

A professora não tinha qualquer experiência ou formação específica anteriores relativas ao ensino de surdos e não sabia Língua Gestual Portuguesa (LGP). Em algumas aulas esteve presente um intérprete, que serviu como mediador ocasional da comunicação verbal professora-alunos.

A observação do ensino-aprendizagem decorreu em oito sessões de quarenta e cinco minutos no 3º período lectivo, em que foi trabalhado o tema de Física “A Luz e a Visão”.

O contexto de ensino-aprendizagem planeado para a investigação implicou uma alteração dos papéis de professora e alunos, comparativamente ao período prévio à investigação. Teve como opção principal o facto de o ensino-aprendizagem ser essencialmente mediado pelo computador, através do recurso aos materiais educativos desenvolvidos para a investigação<sup>4</sup> (disponibilizados em computadores portáteis), que os alunos deveriam consultar autonomamente no seu percurso de aprendizagem e, a partir deles, realizar as actividades propostas. Estas actividades teriam uma componente experimental, sempre que possível. A professora actuou como guia e suporte dos alunos e da respectiva aprendizagem, providenciando ajuda e reforço sempre que necessário e mantendo o clima afectivo, motivacional e pedagógico facilitador dessa aprendizagem. O contexto educativo valorizava a partilha entre os alunos, propiciando-lhes experiências educativas em dinâmica de trabalho de grupo, por um lado, e aceitando a interajuda nas restantes situações de trabalho, por outro. A investigadora, presente na qualidade de observadora, era chamada a intervir na aula apenas se houvesse algum problema a resolver relacionado com os aspectos tecnológicos do contexto educativo.

---

<sup>4</sup> Anexos à dissertação “Os outros ouvem. Eu não. A utilização das tecnologias da informação e da comunicação no ensino-aprendizagem de Física a alunos surdos.” (Paiva, 2006). Disponíveis online em: <http://moodle.fct.unl.pt/course/view.php?name=apaiiva>



## Os participantes – alguns dados de caracterização

### *Mc*

*Mc* tem 15 anos, um grau de surdez moderado e é portadora de aparelho auditivo no seu dia-a-dia, que lhe permite ter algum ganho auditivo. É comunicativa, quer com os seus colegas quer com a professora. É irmã de *Mi*.

Gosta da escola que frequenta, referindo que o que mais gosta de fazer é “trabalhar”, “estar com os amigos” e “participar nas aulas”. A disciplina de que gosta mais é Língua Portuguesa e as de que gosta menos são Física-Química e Inglês. Tem mais dificuldades em Língua Portuguesa por causa “[das] palavras (...) dos conceitos”, Física-Química porque “não consigo apanhar [as ideias] (...) é difícil” e História.

Quando terminar o 9.º ano pensa continuar a estudar até ao 12.º ano e depois não sabe o que vai fazer “gostava de ser médica de animais (sic), mas sou burra em ciências...”.

Na opinião de *Mc*, expressa durante a entrevista prévia à investigação<sup>5</sup>, as aulas do ano passado eram “muito mais fáceis do que agora” e “Física-Química e Ciências [Naturais], essas disciplinas não têm nada de interessante”; o que a ajuda a aprender melhor nas aulas é “[a professora] explicar devagar”.

### *Mi*

*Mi* tem 17 anos, é surda profunda e é portadora de aparelho auditivo, conseguindo por esta via algum ganho auditivo. É a irmã mais velha de *Mc* e de uma bebé, por quem fica responsável em casa quando a mãe tem que se ausentar para trabalhar. É uma jovem tímida, que comunica pouco com os seus colegas e que raramente procura comunicar com a professora. Embora esteja integrada na turma é frequentemente vista sozinha na escola.

Gosta da escola em geral e gosta também dos colegas. Matemática e Física-Química são as suas disciplinas preferidas referindo que “há ligação entre as duas”; Ciências Naturais é a disciplina de que gosta menos. Considera que Geografia é a disciplina em que tem mais dificuldades:

“[em Geografia] faço muita confusão com as palavras e às vezes a professora explica as coisas e eu não consigo apanhar... Português também é um bocadinho difícil para mim, eu gosto, mas eu sei que tenho que aprender mais e esforçar-me..., estou a tentar agora escrever que é para aprender mais os conceitos e as palavras que é onde eu sinto mais dificuldade” (*Mi*, entrevista com mediação de intérprete de LGP, 2006, Abril 30).

Gostaria de estudar até ao 12.º ano e depois tirar um curso profissional.

*Mi* gosta mais das aulas de Física-Química deste ano. Nas aulas do ano anterior:

“a professora falava e eu não conseguia perceber bem, mas quando ela projectava no quadro era muito mais fácil, porque eu punha-a de parte e apanhava tudo o era projectado, escrevia no caderno, era mais fácil.” (*Mi*, idem).

A interpretação das suas respostas sobre o que mais e o que menos gostou de fazer, e sobre a sua opinião relativa às aulas do 3.º período, permite perceber que *Mi* quer aprender e faz um esforço, quer na aula, quer em casa, para o conseguir. Não obstante a existência de alguns aspectos que apreciou, o novo contexto de ensino-aprendizagem veio abalar as suas rotinas e isso não lhe agradou muito, porque as estratégias de aprendizagem que tinha utilizado até ali passaram a não ser adequadas, e o tempo lectivo vivido no novo contexto não lhe permitiu concretizar a necessária adaptação.

---

<sup>5</sup> Entrevista em grupo realizada com mediação de intérprete de LGP.

## **J**

“A líder da turma” é a expressão utilizada pela professora de Física-Química para descrever *J*, aluna surda profunda com 18 anos; acrescenta ainda “se há uma situação de confusão na turma, a *J* está sempre lá a liderar; os meus colegas dizem também o mesmo”.

*J* é comunicativa, tanto com os seus colegas como com a professora de Física-Química. Tem um discurso verbal inteligível o que lhe permite expressar as suas ideias aos ouvintes com relativa facilidade; este aspecto contribui para a sua liderança da turma por, frequentemente, a fazer assumir posições de destaque nas aulas, ao ser solicitada pelos professores para representar o papel de mediadora da comunicação dos seus colegas.

Apesar de por vezes gerar situações de perturbação nas aulas, é uma aluna simpática e colaborante que é considerada a mais competente da turma – porém, pouco trabalhadora-, pelas professoras de Física-Química e Português.

O projecto de futuro próximo de *J* é estudar até ao 12.º ano porque “se conseguir entrar para a Faculdade tudo bem, gostava de ser professora de Português, se não conseguir gostava de trabalhar com crianças pequeninas, [ser] auxiliar de acção educativa”.

As aulas do 3.º período não a levaram a gostar mais da disciplina, embora tenha gostado de muito do que lá fez: não gosta de Física-Química, porque não é do tipo de pessoas que gostam dessa disciplina.

## **B**

*B* é um jovem sociável e extrovertido, 20 anos, surdo profundo, o único rapaz da turma. O único também que não transitou para o 9.º ano de escolaridade. Pertence a uma família desestruturada, com baixos recursos económicos. Vive com uma avó idosa e com a irmã mais velha, que é a sua Encarregada de Educação.

Projectos para quando acabar o 9.º ano?

“Gostava de continuar até ao 12.º ano mas acho que não tenho tempo porque já sou muito velho, já ultrapassei a idade escolar. Trabalhar? Ainda não sei o que é que vou fazer (...) gostava de ser informático, era o meu sonho...” (*B*, entrevista com mediação de intérprete de LGP, 2006, Abril 30).

É o aluno da turma que teve melhor desempenho no teste de inteligência geral TIG - 1 (Sección de Estudios de Tea Ediciones, 1988) que foi aplicado, tendo obtido um resultado que o enquadra num nível *Bom*, comparativamente à média da população de referência (percentil 75, por referência a populações com o 8.º ano de escolaridade, percentil 80, por referência a populações com 16 anos). Não obstante, é um aluno com fracos desempenhos escolares que, segundo as opiniões expressas pelas suas professoras, não se aplica na sua aprendizagem e evidencia um baixo nível de responsabilidade em relação aos assuntos escolares.

Sobre a disciplina de Física-Química, *B* diz: “não sabia nada [no 7.º ano] e continuo sem saber (...) elas [as colegas de turma] sabem eu tenho dificuldades em Física-Química, vou dizer o quê mais?”.

Se *B* fosse professor, o que faria para ajudar os seus alunos a aprender Física-Química seria: “mandar o intérprete aprender Física-Química para depois explicar, ou então mandar o professor aprender Língua Gestual para depois explicar”.

As aulas do 3.º período levaram-no a gostar ligeiramente mais da disciplina, mas com tão pouca expressão que manteve a opinião inicial: decididamente não gosta de Física-Química.

## **Análise dos resultados globais obtidos na investigação**

### **Atitude dos estudantes surdos face à aprendizagem sobre o tema “A Luz e a Visão”**

Três dos quatro alunos afirmaram não gostar da disciplina de Física-Química (*Mc*, *J* e *B*) e

todos a classificaram como sendo uma disciplina difícil, na entrevista prévia às aulas observadas. O nível de motivação intrínseca destes alunos para a aprendizagem da disciplina era, conseqüentemente, muito baixo, facto que influenciou decisivamente no modo como cada aluno se empenhou na sua aprendizagem.

A alteração profunda do que tinha sido até aí o contexto típico de ensino-aprendizagem, adjuvada pela presença dos computadores, teve um efeito inicial motivador da participação de todos os alunos nas aulas. Este efeito perdurou, em geral, para *Mc* e *B*, durante as aulas observadas, para *Mi* foi sendo gradualmente superado por um sentimento de inadaptação aos novos processos de aprendizagem a que obrigava (que a aluna não teve tempo para apreender por completo), para *J* foi desaparecendo nas últimas aulas, à medida que o aumento da dificuldade das aprendizagens propostas a obrigava a um maior empenho para as concretizar, para o qual a sua motivação não era suficiente.

Um ritmo lento de trabalho e um baixo nível geral de autonomia foram características presentes em todas as aulas. Contudo, o nível de autonomia na aprendizagem evidenciado pelos alunos foi manifestamente aumentando à medida que as sessões de trabalho iam decorrendo, permanecendo, porém, consideravelmente baixo: em média, os alunos evidenciaram autonomia durante cerca de 25% do tempo de observação (figura 9). Todos os alunos recorriam amiúde à professora em diversos momentos da aula, por questões ligadas ao modo de realização das actividades propostas ou, mais frequentemente, à compreensão dos conteúdos, normalmente em momentos de resolução dos exercícios de aplicação propostos. *Mi* foi, aparentemente, a mais autónoma, porque foi a que solicitou com menos frequência a atenção da professora; porém, esta poderá ser uma interpretação errónea do seu nível real de autonomia na aprendizagem, atendendo a que a aluna evitava as situações de diálogo com a professora, logo, não a solicitava tanto quanto os seus colegas.

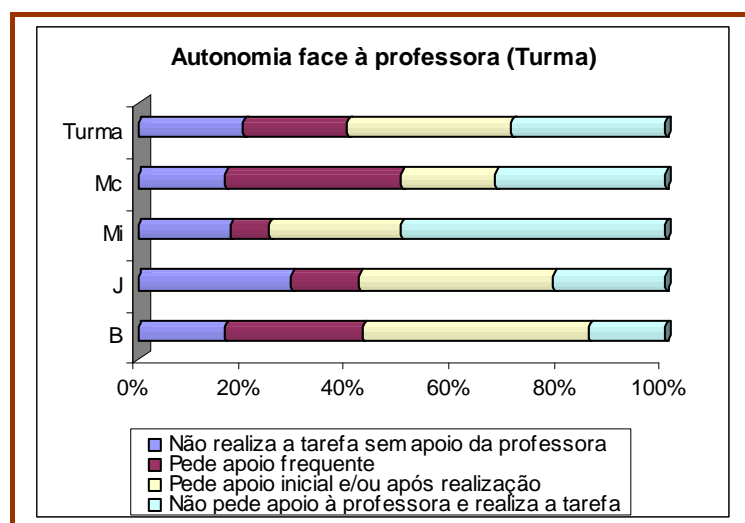


Figura 9 – Representação gráfica do grau de autonomia evidenciado pelos alunos durante o conjunto das aulas em que decorreu a investigação.

A concentração na tarefa que estavam a realizar foi uma atitude evidenciada por todos os alunos, durante a maior parte do tempo de observação. Houve diversos momentos de concentração irregular ou mesmo de desconcentração, em que os alunos conversavam sobre algo que não tinha relação com as actividades da aula, mas este não foi o padrão de atitude evidenciado na maior parte do tempo (figura 10); face à descrição do contexto lectivo prévio à investigação efectuada pela professora, deduz-se que esta foi uma característica do contexto

educativo na disciplina que se manteve relativamente estável ao longo de todo o ano lectivo.

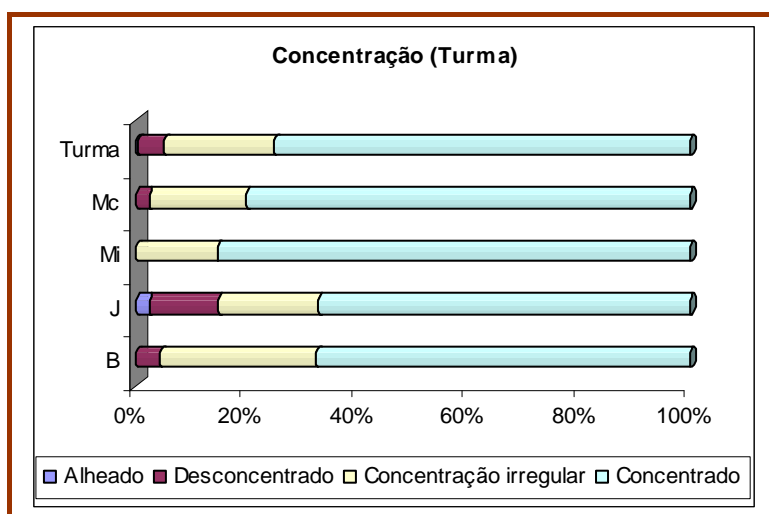


Figura 10 – Representação gráfica do grau de concentração no trabalho evidenciado pelos alunos durante o conjunto das aulas em que decorreu a investigação.

### Processos de aprendizagem observados

*Mc* efectuou, em regra, a leitura sequencial das páginas dos documentos informo disponibilizados para a aprendizagem teórica, e partiu delas para a realização das actividades de aplicação ou para as actividades experimentais, seguindo o percurso natural de aprendizagem subjacente aos documentos. Durante a resolução dos exercícios retornava aos documentos de suporte teórico ou, por vezes, pedia ajuda à professora, para conseguir responder correctamente e conquistar o reforço positivo correspondente.

*Mi* efectuou a leitura sequencial das páginas dos documentos informo disponibilizados para a aprendizagem teórica, com um ritmo muito lento, e partiu delas para a realização das actividades de aplicação, seguindo o percurso natural de aprendizagem subjacente aos documentos. Empenhou-se na resolução dos exercícios mas, com alguma frequência, não os conseguiu acabar. O reforço fornecido pelo software era pouco valorizado pela aluna, pelo que não teve influência aparente na sua motivação para a aprendizagem. Procurava esclarecer dúvidas a partir do retorno à consulta dos documentos de suporte teórico, mas era pouco eficiente nesse processo. Recebia a ajuda da professora quando esta se apercebia das dificuldades da aluna, sendo pouco frequentes as situações em que tomava a iniciativa de solicitar esse apoio.

A diminuição da motivação de *J* pela aprendizagem observada ao longo do tempo correspondeu à adopção de novas estratégias de aprendizagem, nas situações de trabalho individual. Os momentos em que trabalhou sozinha ocorreram em aulas em que se continuava o estudo do subtema iniciado em momentos anteriores. *J*, que já tinha feito uma leitura dos documentos teóricos a par com *Mi*, ainda que por vezes a nível superficial, partia para a resolução dos exercícios de aplicação recorrendo à informação que já tinha memorizado ou solicitando ajuda complementar da professora. Quando a professora lhe sugeria que voltasse a consultar os documentos de suporte teórico para esclarecer as suas dúvidas, fazia-o, sem grande convicção, mas com alguma eficácia.

*B* queria trabalhar com o computador, mas não estava motivado para aprender Física. Deu alguma atenção à consulta do documento de suporte teórico durante a primeira aula,

consultando-o pela sequência natural, a princípio, ao sabor da sua curiosidade pelo elemento de software que lhe foi disponibilizado, daí em diante. Iniciou com entusiasmo a resolução dos exercícios interactivos, mas procurando recorrentemente o apoio da professora para responder com correcção, em vez de tentar aprender por si; correspondia, com evidente pouca motivação, à indicação da professora para ler o documento teórico. À medida que as aulas foram decorrendo e que o aluno acabava por conseguir responder correctamente aos exercícios, verificou-se que: procurava iniciar a abordagem à aprendizagem que lhe era proposta com a tentativa de resolução correcta dos exercícios interactivos, praticamente sem passar pela leitura do documento teórico. O reforço positivo imediato providenciado pela máquina era para ele muito gratificante; se a conquista do reforço gratificante implicava a descoberta de respostas correctas às actividades propostas (que a professora não dava sem que *B* tentasse descobri-las primeiro), isso era factor de motivação bastante para partir do exercício para a leitura do documento teórico e, ao encontrar as respostas, acabar por construir algumas aprendizagens sobre o tema de Física em estudo.

A sessão de consolidação de conhecimentos, em que foi utilizado um documento informo com diversas actividades de aplicação, temporizadas e pontuadas foi a que suscitou maior grau de empenho em todos os alunos, durante mais tempo na aula. Nesta sessão, todos procuraram obter boas pontuações, quer solicitando o apoio da professora, quer procurando obter as respostas numa leitura de revisão dos documentos de suporte teórico.

Todos os alunos manifestaram motivação pela experimentação científica e pela manipulação dos materiais utilizados no âmbito de cada actividade. Realizaram as actividades propostas de acordo com o respectivo guião, com o apoio da professora. No entanto, a motivação evidenciada não ia muito além da curiosidade pela experimentação, pela observação do fenómeno e, algumas vezes, pela manipulação dos objectos numa atitude de brincadeira.

### **Aumento das aquisições dos alunos na disciplina de Física – Química?**

Considera-se que o grau de consecução das tarefas educativas formativas abordadas pelos alunos foi, em média, satisfatório.

A aprendizagem efectiva sobre o tema “A Luz e a Visão”, aferida pelo desempenho dos alunos no teste de avaliação sumativa, foi conseguida, embora em graus diferentes por cada um dos alunos. Este teste englobava matéria de Química trabalhada anteriormente e a matéria de Física trabalhada durante a investigação; atendendo a que a cotação atribuída à componente de Física era de 44% verifica-se que só um dos alunos, *Mi*, não conseguiu responder acertadamente a metade dos exercícios efectuados, que *B* e *J* tiveram um desempenho suficiente neste tema e que *Mc*, a aluna mais concentrada e mais empenhada na sua aprendizagem durante a investigação, foi a que obteve melhor resultado (figura 11).

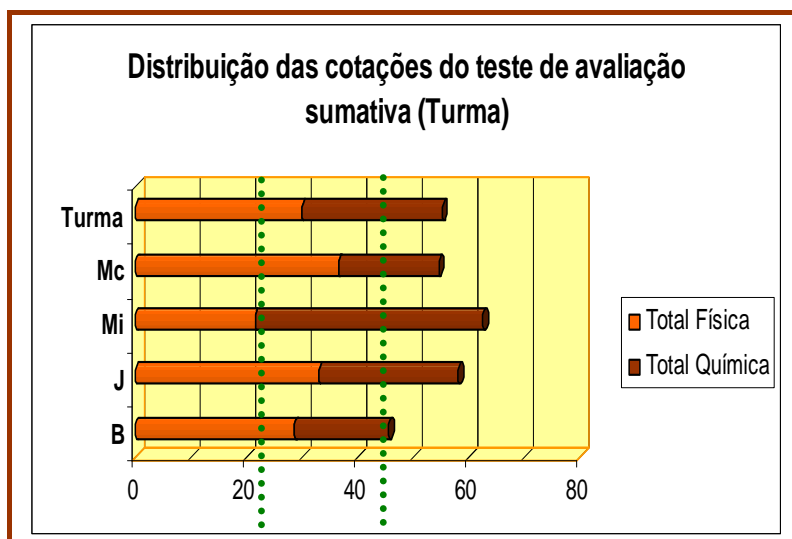


Figura 11 – Representação gráfica da cotação atribuída no teste de avaliação sumativa, repartida pelas componentes de Física (44%) e de Química (56%).

A comunicação de parte significativa dos conteúdos sobre o tema em estudo foi conseguida no contexto educativo rico em tecnologia, experimentado pelos alunos. Todavia, não é possível inferir a partir dos dados recolhidos na investigação que a utilização das TIC no contexto educativo tenha produzido uma melhoria no nível de aquisição de competências dos alunos, na disciplina de Física-Química. A análise comparativa dos resultados obtidos pelos alunos nos testes de avaliação sumativa ao longo do ano não permite detectar qualquer flutuação significativa dos resultados do teste que continha a matéria relativa ao tema “A Luz e a Visão”, comparativamente aos anteriores (quadro 1).

A aprendizagem de *B*, o menos competente da turma na disciplina, foi favorecida quer pelo acréscimo de motivação decorrente do contexto quer pelo sentimento de competência, conseguido na sequência do retorno obtido em resposta a um conjunto de desempenhos eficazes.

*Mi* não teve tempo de adaptar com eficácia as suas estratégias de aprendizagem ao novo contexto de ensino-aprendizagem, o que diminuiu as suas aquisições sobre diversos conteúdos trabalhados, levando-a a ter o pior desempenho da turma em contexto de avaliação sumativa sobre esses conteúdos.

Quadro 1 – Notas dos testes de avaliação sumativa por aluno, ao longo do ano lectivo.

Teste n.º	Notas dos testes (%)			
	<i>Mc</i>	<i>Mi</i>	<i>J</i>	<i>B</i>
1	57,5	67,5	70	58,5
2	48	30	73,5	42
3	33	23,5	54	47
4	54	70,5	71,5	46
5	43	70,5	35	69 *
6 (incluía o tema “A Luz e a Visão”)	54,5	62,5	58	45,5

\* Teste resolvido com “ajuda” de *Mi*



## **Superação de dificuldades de comunicação entre professora e alunos, no ensino da Física?**

No contexto educativo prévio à investigação, a mensagem educativa era frequentemente veiculada com recurso à mediação de um intérprete de LGP, que assumia um papel relevante nos circuitos de comunicação entre a professora e os alunos; no contexto de ensino-aprendizagem com utilização das TIC, implementado durante o 3.º período lectivo, a mediação do intérprete passou a ser requerida apenas como solução ocasional de recurso, em algumas situações em que a professora ou os alunos sentiram que a mensagem que pretendiam transmitir não estava a ser recebida como desejado. Os documentos informo disponibilizados no computador passaram a assumir o principal papel na mediação da mensagem educativa sobre o tema em estudo. A frequência com que a professora necessitou de verbalizar mensagens educativas foi substancialmente reduzida, e diminuída foi também a necessidade de recurso à intérprete para mediar a transmissão de algumas dessas mensagens verbais; a intérprete deixou de assumir um papel relevante, mantendo-se, contudo, como uma presença útil no contexto educativo. Onde antes era frequentemente necessária a presença de professora-aluno-intérprete para concretizar a comunicação educativa com eficácia, passou a ser requerida apenas a presença de professora e aluno, ou de aluno e computador. Nestas circunstâncias, o aluno surdo conquistou autonomia na comunicação, no novo contexto de ensino-aprendizagem de Física.

## **Evidência de sentimentos de competência dos alunos?**

A análise global dos dados recolhidos permitiu elaborar uma percepção, necessariamente subjectiva, sobre os sentimentos de competência evidenciados por cada um dos alunos e sobre eventuais alterações que estes sentimentos possam ter sofrido no decurso da observação.

A primeira inferência que se obtém resulta da alteração das estratégias principais de comunicação da mensagem educativa, decorrentes da utilização das TIC no contexto de ensino-aprendizagem. Houve ganho de autonomia dos alunos surdos na comunicação, conseguido pela alteração das personagens frequentemente necessárias para estabelecer uma comunicação fluente da mensagem educativa, que eram professor-aluno-intérprete, e passaram a ser predominantemente professor-aluno ou aluno-computador. Infere-se daqui que a percepção de autocompetência de cada aluno na comunicação aumentou, por via da introdução das TIC no contexto educativo.

Da observação da forma como cada aluno se empenhou nas tarefas educativas propostas, resulta uma segunda inferência. Raramente os alunos desistiram de resolver os exercícios interactivos propostos. Depois de se adaptarem à lógica de utilização do software na sessão inicial, e de então terem sido capazes de conseguir algum reforço positivo, dado pela professora ou pela máquina, todos iniciaram a resolução dos exercícios seguintes evidenciando um sentimento de crença na sua competência para realizar a tarefa proposta; perante as dificuldades que se lhes deparavam, cada um reagiu de acordo com o seu estilo pessoal, com maior ou menor autonomia relativamente ao apoio da professora, e a situação mais frequentemente observada foi a de cada um se esforçar por encontrar as respostas correctas, e muitas vezes o conseguir. Os alunos sentiram que “foram capazes” de atingir objectivos na disciplina, o que possibilita a inferência de que conseguiram aumentar os seus sentimentos de competência em relação à aprendizagem da Física. Esta inferência é também sustentada pela observação ocasional da exteriorização da gratificação sentida ao completar com sucesso as tarefas interactivas propostas, por parte de *Mc* e, sobretudo, por parte de *B*.

A observação do contexto de ensino-aprendizagem ocorreu num período relativamente curto.

Não obstante, foi possível observar alguns progressos na autonomia de cada aluno na aprendizagem, particularmente relevantes no caso de *Mc*, embora insuficientes para poderem ser considerados como uma verdadeira mudança de atitude.

### Aumento da motivação pelo estudo da Física?

As actividades experimentais continuaram a ser, como no período prévio à investigação, um pólo importante de motivação; nas sessões observadas, essa motivação decorria da manipulação dos materiais e da observação dos fenómenos, diminuindo drasticamente quando era solicitada a realização da parte da tarefa que permitia concretizar a aprendizagem científica visada.

A adesão dos alunos à utilização do computador foi notória: durante a observação efectuada, as atitudes dos alunos evidenciavam que estes se encontravam motivados ou muito motivados pela utilização da máquina. As situações em que a menor motivação dos alunos era perceptível eram aquelas em que lhes era solicitado que acedessem aos materiais que continham o suporte teórico, para iniciar ou continuar a construção de aprendizagens.

Globalmente, considera-se que a motivação dos alunos durante as aulas de Física-Química em que decorreu a observação foi elevada, como se pode deduzir a partir da figura 12: durante mais de 80% do tempo de observação o conjunto dos alunos evidenciou estar motivado ou muito motivado. Porém, a motivação evidenciada pelos alunos foi devida à presença das TIC no contexto educativo, à nova dinâmica de aula que daí resultou, aos desafios colocados pelo jogo a que se assemelhava a sua interacção com o computador e às actividades experimentais.

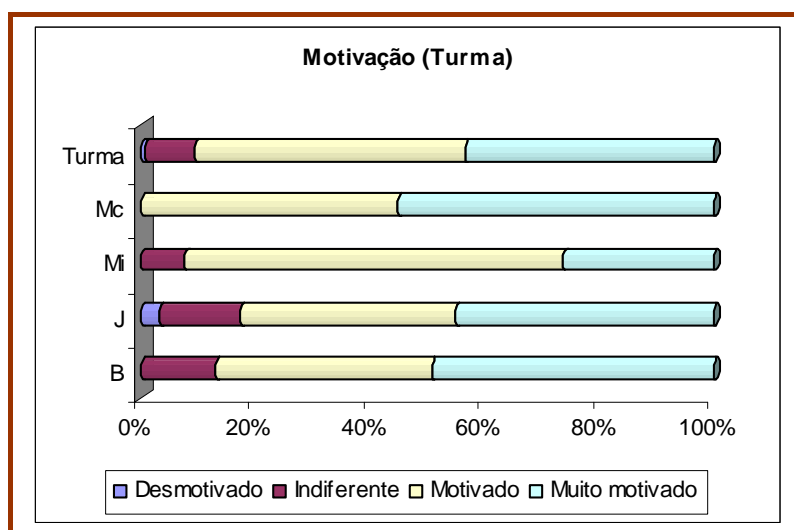


Figura 12 – Representação gráfica do grau de motivação evidenciado pelos alunos durante o conjunto das aulas em que decorreu a investigação.

O grau de empenho dos alunos nas tarefas propostas, intimamente relacionado com os respectivos níveis de motivação pela sua concretização, foi, globalmente, elevado (figura 13). Tal como descrito pela professora sobre o 1.º e 2.º períodos lectivos, os alunos aderiram, em geral, às propostas de trabalho apresentadas.

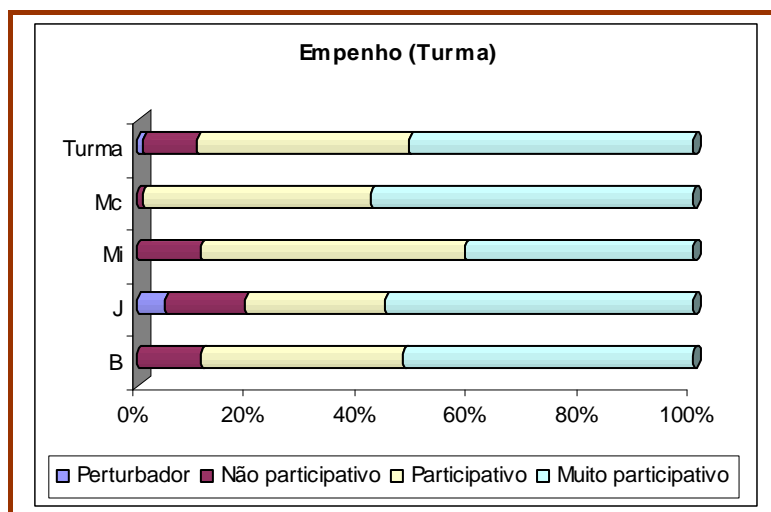


Figura 13 – Representação gráfica do grau de empenho evidenciado pelos alunos durante o conjunto das aulas em que decorreu a investigação.

A motivação acrescida pela utilização do computador não foi, em geral, transferida para a aprendizagem do tema de Física em estudo, embora esta apreciação global tenha aspectos diferenciados relativamente a cada aluno:

*Mc* – não gostava de Física-Química (disciplina que “não tinha nada de interessante”), participou com elevados níveis de motivação e empenho nas tarefas propostas nas aulas, esforçou-se por construir aprendizagens como lhe era proposto no novo contexto de aula, mas chegou ao fim declarando que não ficou a gostar mais da disciplina. Evidenciou motivação pelo processo de ensino-aprendizagem, mas não evidenciou motivação pela aprendizagem dos conteúdos, em si mesmos.

*Mi* – gostava de Física-Química (era uma das suas disciplinas preferidas). Apesar de o novo contexto das aulas implicar uma alteração profunda relativamente ao contexto em que tinha as suas estratégias de aprendizagem estabilizadas, participou com motivação e empenho nas tarefas propostas. Esforçou-se por construir aprendizagens como lhe era proposto, mas sentiu grandes dificuldades em consegui-lo, situação agravada por ter trabalhado frequentemente em parceria com *J*, que liderava o processo. O pouco tempo lectivo em que experienciou o novo contexto lectivo não lhe permitiu encontrar e estabilizar novas estratégias eficazes de aprendizagem. Chegou ao fim das aulas declarando que ficou a gostar um pouco mais da disciplina, porém, da combinação dos factores referidos, não resultou acréscimo da sua motivação pela aprendizagem da Física-Química.

*J* – não gostava de Física-Química e manteve a sua opinião, inabalável aparentemente, quaisquer que fossem as alterações introduzidas no contexto de ensino-aprendizagem (“não gosta de Física-Química, porque não é do tipo de pessoas que gostam dessa disciplina”). Contudo, aderiu à utilização do computador e participou com motivação e empenho nas tarefas propostas na maior parte das aulas, embora tenha evidenciado um decréscimo acentuado de motivação à medida que ia passando o *efeito-surpresa* do novo contexto, e que o grau de dificuldade dos objectivos propostos ia aumentando. O novo contexto de aprendizagem não provocou alteração evidente na sua motivação pela aprendizagem da Física-Química.

*B* – a aprendizagem escolar não é (ou, possivelmente, já não é), aparentemente, algo que

consiga motivar este aluno; uma disciplina como a Física-Química, repleta de palavras novas e estranhas, conceitos difíceis de perceber para quem, como ele, manifesta um elevado grau de perturbação da linguagem, dificilmente poderia levá-lo a estar motivado para a aprendizagem (“não sabia nada [no 7.º ano] e continuo sem saber<sup>6</sup>”). Relativamente aos computadores, a sua atitude é oposta: está muito motivado para a sua utilização em tarefas que lhe coloquem o desafio de conquistar um retorno gratificante, ou seja, em tarefas que tenham alguma semelhança com um jogo de computador, mesmo que para isso tenha que aprender algo sobre Física (preferencialmente solicitando o apoio da professora e evitando o estudo através do documento informo que está à sua frente). Participou com motivação e empenho nas tarefas propostas nas aulas, com grande autonomia na utilização dos meios informáticos e baixa autonomia na aprendizagem da disciplina. Não gostava de Física-Química e, apesar de ter concretizado algumas aprendizagens de que gostou, manteve a sua opinião.

### **Conclusão: o contributo das TIC no ensino-aprendizagem de surdos**

A utilização das TIC nas aulas da disciplina de Física-Química dos participantes na investigação implicou uma mudança profunda do contexto de ensino-aprendizagem. O ensino-aprendizagem, até aí centrado na professora e frequentemente mediado pela intérprete de LGP, passou a ser essencialmente mediado pelo computador e centrado no aluno, durante a maior parte do tempo de observação (embora houvesse uma solicitação muito frequente do apoio da professora). O ensino-aprendizagem foi conduzido e concretizado através de documentos informo relativos ao tema “A Luz e a Visão”, e de actividades experimentais, numa dinâmica de auto-aprendizagem em que a professora garantia o suporte e o reforço adequados a cada situação, mantendo um clima científico, pedagógico e afectivo promotor de aprendizagens.

#### *Como decorreu a aprendizagem dos alunos surdos na disciplina de Ciências Físico-Químicas (8.º ano de escolaridade) no novo contexto de ensino-aprendizagem?*

O nível de motivação intrínseca dos alunos para a aprendizagem da disciplina era muito baixo: dos quatro alunos participantes, três afirmaram não gostar da disciplina de Física-Química, e todos a classificaram como sendo uma disciplina difícil, na entrevista prévia às aulas observadas. Não houve alteração relevante destes pré-conceitos dos alunos, no final da observação. Porém, a presença dos computadores para utilização dos alunos na aula foi um factor indutor de motivação inicial para a realização das tarefas educativas propostas no novo contexto, motivação essa que se manteve em dois alunos, e que se foi atenuando ao longo do tempo nos outros dois. A experimentação científica, nos aspectos relacionados com a realidade concreta (como a manipulação dos objectos e a observação dos fenómenos) foi igualmente um factor de motivação evidente nos alunos. Todavia, os aspectos da experimentação científica que solicitavam a abstracção a partir da realidade observada (como a recolha de dados organizados e a elaboração de conclusões) foram causa de evidente desmotivação, expressa de diferentes maneiras, em cada um dos alunos.

O processo de aprendizagem foi manifestamente diferente para cada um dos alunos, dependendo também das características da tarefa a realizar. O ritmo de trabalho observado era

---

<sup>6</sup> No 8.º ano, no momento da entrevista prévia à implementação do novo contexto educativo.

muito lento, em todos os alunos, em qualquer dos tipos de tarefa propostos. Na maior parte do tempo em que decorreu a observação, os alunos estiveram concentrados na tarefa que estavam a realizar. Foram observados diversos momentos de concentração irregular e outros, menos frequentes, de desconcentração, uns e outros frequentemente verificados em situações em que os alunos aguardavam o apoio que tinham solicitado à professora.

Os alunos mostraram-se muito pouco autónomos no seu percurso de aprendizagem, tendo sido evidente um acréscimo de autonomia ao longo do tempo, embora pouco significativo. Relacionando a observação efectuada, concretizada num período temporal curto, com a previsão teórica suportada por outros estudos (Barman & Stockton, 2002; Bernauer, 1995; Knuckey, 2001; Rockwell, 1991), deduz-se que a vivência regular de um contexto de ensino-aprendizagem semelhante ao implementado na forma de utilização das TIC, poderia levar a ganhos expressivos de autonomia na aprendizagem dos alunos surdos, em Física-Química.

Apesar da pouca motivação geral dos alunos pela aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Física-Química, o grau de motivação e empenho evidenciados na concretização das tarefas propostas, possibilitou a todos os alunos a aquisição de parte das competências desejadas. Os resultados na avaliação sumativa, que se consideram relativamente baixos, não permitem uma conclusão definitiva sobre vantagens na transmissão da mensagem no contexto rico em tecnologia em que decorreu a investigação, comparativamente ao contexto tradicional vivenciado durante o 1.º e 2.º períodos lectivos.

O contexto de ensino-aprendizagem implementado com recurso às TIC, apesar de indutor de acréscimos de motivação e de sentimentos de autocompetência, não conseguiu ser um factor de motivação extrínseca suficientemente forte, para superar uma história comum de atitudes negativas face à disciplina, e implicar o aumento dos níveis de motivação global dos alunos participantes para a aprendizagem da mesma.

As novas Tecnologias da Comunicação e da Informação estão a ser gradualmente integradas nos contextos de ensino-aprendizagem das escolas portuguesas. Todavia, a sua utilização não é garante de que o ensino-aprendizagem decorra com mais eficácia. No estudo de caso efectuado, houve dois alunos que por verificarem que o contexto mudou aderiram à aprendizagem com uma atitude mais positiva; outro aluno, para quem a mudança radical da forma de aprender gerou instabilidade significativa e diminuiu as possibilidades de eficácia do processo, contrariando o que se esperaria observar face a investigações anteriormente efectuadas; outro ainda para quem foi, aparentemente, indiferente o estilo de contexto em que decorreu a aprendizagem, porque não gosta da disciplina de qualquer forma, e continuou a desenvolver apenas o esforço quanto baste para ter uma avaliação positiva no final do período.

Derrubar tanto quanto possível as barreiras comunicacionais que frequentemente conduzem os alunos surdos ao insucesso, utilizar com maior frequência e eficácia um discurso essencialmente visual e menos dependente do suporte complementar verbal do professor, representar concretamente conceitos abstractos, sistematizar procedimentos de formalização matemática de fenómenos físicos e químicos, estimular o recurso a aprendizagens anteriores, tornam-se tarefas educativas de mais fácil execução, com o recurso adequado às TIC, de acordo com o previsto no enquadramento teórico deste estudo (Fiolhais & Trindade, 2003; Gagné 1977; Sim-Sim, 1999; Teodoro, 2003).

Um benefício evidente da utilização das TIC decorreu da conquista de autonomia na

comunicação que resultou da transferência para os documentos informo da maior parte dos conteúdos educativos a aprender, o que levou a uma redução significativa da necessidade de recurso ao intérprete de LGP para estabelecer uma comunicação eficaz e, conseqüentemente, a uma provável indução de sentimentos de competência nos alunos.

A observação das dinâmicas comunicacionais seguidas, as aprendizagens concretizadas e as competências evidenciadas pelos alunos, quer em contexto de realização de actividades formativas, quer em contexto de realização de actividades sumativas, permitem concluir que a utilização das TIC possibilitou a superação de algumas barreiras na comunicação professor ouvinte-aluno surdo, no que respeita à transmissão da mensagem educativa. Considera-se, porém, que a observação de um conjunto de aulas mais alargado permitiria a elaboração de uma conclusão mais sustentada neste domínio, do que a possível de formular a partir da investigação concretizada.

O contexto tecnológico, em si mesmo, pode ser indutor de mudanças positivas na atitude face à aprendizagem, decorrentes de ganhos na motivação, na autonomia e nos sentimentos de auto-competência, que se puderam constatar. Reforça-se que, só por si, não é uma garantia de sucesso de ensino-aprendizagem. Contudo, se as TIC puderem ser mais um dos recursos de que o professor dispõe e integra nos diferentes contextos de ensino-aprendizagem que, ao longo do ano lectivo, vai implementando, as vantagens que se observaram na sua utilização poderão induzir ganhos na eficácia da aprendizagem. Será necessário criar contextos de aprendizagem em que o aprendente tenha a possibilidade de participar no decurso da aula, em equilíbrio com a necessidade de reificação do conhecimento possibilitada pelo professor, para que a aprendizagem efectiva de facto ocorra. Como refere Figueiredo (2002), perspectivando a escola do futuro:

Nenhum processo de aprendizagem prescinde de participação e de reificação – a participação e a reificação formam uma dualidade fundamental para a experiência humana - mas a grande dificuldade está em encontrar o justo equilíbrio. Esse é, de facto, um dos grandes desafios que se colocam à escola do futuro.

Este é um estudo de caso, cujas conclusões respeitam aos participantes, no momento e no contexto observado. Contudo, os aspectos em que foi possível encontrar uma concordância com as perspectivas teóricas elaboradas a partir da literatura revista, ou mesmo os discordantes, poderão constituir-se ponto de partida para caminhos de reflexão e actuação de professores, em contextos educativos com alunos surdos.

Nas escolas encontram-se amiúde alunos do Ensino Regular cuja vivência da Língua materna falada e escrita é limitativa do seu sucesso educativo pleno, nomeadamente em Física-Química, apesar de essa limitação, sendo significativa, não ter a dimensão da que decorre das perturbações de linguagem evidenciadas por alunos surdos. A implementação de um contexto educativo na disciplina de Física-Química semelhante ao deste estudo, devidamente adaptado aos destinatários, no ensino-aprendizagem de alunos do Ensino Regular, é uma situação que poderá representar uma via de investigação futura sobre a utilização das TIC em contexto educativo.

O aumento de níveis de auto-estima associado à utilização competente e autónoma do computador em contexto educativo está demonstrado em investigação efectuada noutros países. As manifestações de satisfação de alguns alunos participantes em resultado de retorno positivo obtido do software, são indicadores de que a vivência de um contexto rico em tecnologia, devidamente adaptado à especificidade dos intervenientes, pode ser efectivamente



um instrumento de aumento de níveis de auto-estima.

Para finalizar reforça-se um aspecto presente em todas as fases de motivação e realização desta investigação. Os participantes neste estudo foram jovens surdos, parte integrante de uma sociedade, maioritariamente ouvinte. O fomento do aumento da auto-estima dos estudantes favorece a melhoria do seu desempenho escolar. Reconhecer que frequentemente se “é capaz de...” contribuirá certamente para que cada um sinta que aquilo que em si é “diferente” poderá, em diversas circunstâncias e recorrendo a estratégias adequadas, ser uma outra forma de “igualdade”. E, quem se sente “igual” maior facilidade terá em se integrar na sociedade em que vive...

## Referências

- Barman, C. R., & Stockton, J. D. (2002). An Evaluation of the SOAR-High Project: A Web-Based Science Program for Deaf Students. *American Annals of the Deaf*, 147(3), 5-10.
- Bernauer, J. A. (1995, April 18-22). *Integrating Technology into the Curriculum. First Year Evaluation*. Comunicação apresentada em Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Estrela, A. (1994). Teoria e prática de observação de classes: uma estratégia de formação de professores (4 ed.). Porto: Porto Editora.
- Fernandes, A. A. (2004). *Didáctica das Tecnologias de Informação e Comunicação*. Lisboa: Instituto de Educação - Universidade Católica Portuguesa.
- Figueiredo, A. D. d. (2002). Redes e Educação: a surpreendente riqueza de um conceito. Em M. d. Educação (Ed.), *Redes de Aprendizagem, Redes de Conhecimento*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Fiolhais, C., & Trindade, J. (2003). Física no Computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Rev. Bras. Ens. Fis.*, 25(3), 259-272.
- Gagné, R. M. (1977). *The Conditions of Learning* (3 ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Graue, M. E., & Walsh, D. J. (2003). *Investigação Etnográfica com Crianças: Teorias, Métodos e Ética* (A. M. Chaves, Trad.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Knuckey, J. L., L.; Kay, J. (2001). *Information Should Be Visual: New and Emerging Technologies and Their Application in the VET Sector for Students Who Are Deaf and Hard of Hearing*.: National Centre for Vocational Education Research, Leabrook (Australia).
- Lagarto, J. (2003). *Comunicação Multimédia - Manual de apoio à disciplina de Comunicação Multimédia*. Lisboa: Instituto de Educação - Universidade Católica Portuguesa.
- Lang, H. G. S., Donald. (2003). Web-Based Science Instruction for Deaf Students: What Research Says to the Teacher. *Instructional Science*, v31 n4-5 Jul-Sep 2003, p277-298.
- McDermott, L. C. (1993). *How we teach and how students learn — A mismatch?* Consultado em 20/9, 2006, em <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/mcdermott.html>
- Miranda, G., & Bahia, S. (2003). *Teorias da Aprendizagem - Manual de apoio à disciplina de Psicologia da Aprendizagem*. Lisboa: Instituto de Educação - Universidade Católica Portuguesa.
- Paiva, A. P. S. (2006). *Os outros ouvem. Eu não. A utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação no ensino-aprendizagem de Física a alunos surdos*. Não publicada. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências da Educação - Especialização em

- Informática Educacional, Universidade Católica Portuguesa: Instituto de Educação, Lisboa.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2 ed.). Newbury Park; London; New Delhi: Sage Publications.
- Peters, P. C. (1982). Even honours students have conceptual difficulties with physics. *American Journal of Physics*, 50(6), 501-508.
- Ribeiro, I. (2002, 30 de Abril de 2002). *Universidade Aberta - Organização de Sistemas de Ensino A Distância: Problemática da Concepção e Produção de Materiais Didáticos*. Consultado em 2 de Agosto, 2006, em <http://www.odisseia.univ-ab.pt/sosead/docs/sessao30Abr/OrgSistEnsDist.htm>
- Rockwell, D. L. (1991). *Self-Instruction by Hearing-Impaired Students in Science*. (No. ED334726 /ERIC): National Technical Institute for the Deaf.
- Salomon, G. (1990). Studying the flute and the orchestra: controlled vs. classroom research and computers. *International Journal of Educational Research*, 14, 521-532.
- Sección de Estudios de TEA Ediciones, S. A. (1988). *Teste de Inteligência Geral, série dominós - Forma 1 (TIG -1)* (Secção de Estudos de Testes Psicológicos da CEGOC-TEA, Trad.). Lisboa: CEGOC-TEA, LDA.
- Sim-Sim, I. (1999). A Especificidade da Criança Surda. Em *O Aluno Surdo em Contexto Escolar*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento de Educação Básica.
- Teodoro, V. D. (2003). *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling.*, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Tuckman, B. W. (2005). *Manual de Investigação em Educação: Como conceber e realizar o processo de investigação em Educação* (A. Rodrigues-Lopes, Trad. 3ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.