

INSTRUMENTOS DE AJUDA À MEDIAÇÃO DO PROFESSOR PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM DOS ALUNOS E O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOS PROFESSORES

JOAQUIM BERNARDINO LOPES^{1,4}, ANTÓNIO ALBERTO SILVA^{2,5}, JOSÉ PAULO CRAVINO^{1,4}, CLARA VIEGAS³, ANA E. CUNHA¹, ELISA SARAIVA¹, MARIA JÚLIA BRANCO¹, ALEXANDRE PINTO^{2,5}, ADÍLIA SILVA¹, CARLA A. SANTOS¹

¹Escola de Ciência e Tecnologia – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

²Escola Superior de Educação – Instituto Politécnico do Porto, Porto

³Instituto Superior de Engenharia – Instituto Politécnico do Porto, Porto

⁴CIDTFF – Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Aveiro

⁵inED – Centro de Investigação e Inovação em Educação, Porto

Resumo

Melhorar as práticas de ensino é um desígnio que carece da reflexão dos professores sobre a sua experiência e da investigação didática. Apresenta-se um quadro teórico das práticas de ensino que concebe o professor como mediador em contexto de aprendizagem formal, construído no âmbito de um projeto de investigação sobre as práticas de ensino. Neste âmbito foram concebidos e validados cinco instrumentos de ajuda à mediação do professor. Estes instrumentos de ajuda à mediação podem servir de referência para a melhoria progressiva das práticas de ensino em cinco dimensões importantes para o ensino de ciências e tecnologia: envolvimento produtivo dos alunos, avaliação e *feedback*, uso de contextos científicos e tecnológicos, trabalho realmente solicitado aos alunos e práticas epistémicas. Finalmente, apresentam-se os cinco instrumentos de ajuda, largamente ilustrados com excertos de práticas de ensino reais.

Palavras-Chave: Instrumentos de ajuda; Mediação do professor; Envolvimento produtivo; Avaliação e *feedback*; Contextos científicos e tecnológicos no ensino; Trabalho realmente solicitado; Práticas epistémicas.

SENSOS | VOLUME 2, Nº 1 2012 — *Instrumentos de ajuda à mediação do professor para promover a aprendizagem dos alunos E O desenvolvimento profissional dos professores*

- Joaquim Bernardino Lopes, António Alberto Silva, José Paulo Cravino, Clara Viegas, Ana E. Cunha, Elisa Saraiva, Maria Júlia Branco, Alexandre Pinto, Adília Silva, Carla A. Santos

Abstract

Improve teaching practices is a purpose that requires the teachers' reflection on their experience and the research of teaching. We present a theoretical framework of teaching practices that face the teacher as mediator in formal learning contexts, constructed as part of a research project on teaching practices. Within this framework were designed and validated five instruments to help teacher mediation. These tools to help teacher mediation can be used as a reference for the progressive improvement of teaching practices in five important dimensions to the teaching of science and technology: productive engagement of students, evaluation and feedback, use of scientific and technological contexts, the work really demanded to students and epistemic practices. Finally, we present the five aid instruments, widely illustrated with excerpts from actual teaching practices.

Keywords: Tools; teachers' mediation; productive engagement; assessment and feedback; scientific and technological contexts; the work really demanded; epistemic practices.

INTRODUÇÃO

As práticas de ensino de Ciências e Tecnologia (C&T) carecem que sobre elas se tenha um olhar atento da investigação e dos professores, em geral, para se melhorar de forma sensível a sua qualidade, e assim também a qualidade das aprendizagens dos alunos. Recentemente, uma equipa de dez investigadores em Educação em Ciência (a maioria também professores de Ciências Físicas), no âmbito do projeto de investigação financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), "Princípios orientadores e ferramentas para desenvolver a mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula" (PTDC/CED/66699/2006), teve esse olhar atento sobre as práticas de ensino de C&T em sala de aula.

No referido projeto, elaborou-se: (a) quadro teórico das práticas de ensino integrador que designamos o professor como mediador em contextos de aprendizagem formal; (b) e validou-se instrumentos de ajuda à mediação do professor, com base em aulas de Ciências Físicas.

Assim o foco deste artigo é: Práticas de ensino em C&T vistas sobre um quadro teórico designado "o professor como mediador em contextos de aprendizagem formal".

Objetivo do artigo é: Apresentar e fundamentar instrumentos de ajuda à mediação do professor que podem servir de referência para a melhoria progressiva das práticas de ensino, e assim promover a qualidade das aprendizagens.

Apresentaremos sucintamente a fundamentação (**PARTE I**) que concebe as práticas de ensino como um ato de mediação do professor definida como: As ações e as linguagens (naturais e outras) do professor construídas e postas em prática como resposta sistemática aos desafios de aprendizagem dos alunos nos

seus percursos para atingir os resultados de aprendizagem (capacidades, valores, atitudes, conhecimentos e competências) pretendidos por um determinado currículo (Lopes, Cravino, Branco, Saraiva & Silva, 2008).

Em qualquer sistema educativo a figura do professor é central qualquer que seja o modelo genérico adotado, centrado no aluno, ou no professor. O que se pretende é estudar as condições, os contextos e as práticas — assim como as intenções do professor que lhe subjazem — em que o ensino e a aprendizagem são, ou não, eficazes (conduzem ou não aos resultados de aprendizagem pretendidos).

Sublinhamos ainda que a mediação do professor não se confina ao que se passa na sala de aula: tem componentes de planeamento e de seguimento (follow-up) que consideramos insuficientemente consideradas na prática profissional e na investigação.

Neste contexto, apresentamos na **PARTE II** deste artigo instrumentos de ajuda à mediação do professor que podem servir de referência à reflexão sobre as práticas de ensino e por conseguinte ao desenvolvimento profissional. Estão ilustrados com excertos de narrações de aulas reais.

PARTE I – FUNDAMENTAÇÃO

PRÁTICAS DE ENSINO, MEDIAÇÃO DO PROFESSOR E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

Importância do desenvolvimento profissional para a qualidade das práticas de ensino

A reflexão sobre a prática profissional dos professores é um poderoso instrumento de aprendizagem, catalisador de desenvolvimento, pelo que tem vindo a ser defendida por diversos autores (Alarcão, 1996; Brookfield, 1995; Butler, Lauscher, Jarvis-Selinger, & Beckingham, 2004; Gillentine, 2006; Schön, 1983). Ao refletir sobre as suas ações na sala de aula, cada professor pode traçar o caminho da sua autoformação, observando-se, refletindo, refazendo a sua prática e procurando aperfeiçoar-se. O sucesso desta reflexão no aumento do conhecimento e da aprendizagem profissional depende da capacidade reflexiva de cada professor e do uso de instrumentos que se constituem como referência ou auxiliar para as suas práticas de reflexão.

Devido às potencialidades da investigação acerca dos problemas da sala de aula na formação de professores reflexivos, diferentes estratégias têm sido adotadas, algumas das quais no sentido de promover aquilo que Schön (1983) designou como “reflexão durante a ação” e “reflexão sobre a ação”. A investigação sobre a mediação dos professores com recurso às narrações multimodais (Lopes et al., 2010), que constituem muito mais do que um relato na primeira pessoa acerca das ações do professor, permite a tomada de consciência de aspetos relacionados com a própria prática, acerca das quais nunca havia refletido e que carecem de mudança e evolução, tendo em vista a melhoria da mediação das aprendizagens dos alunos na sala de aula.

Todo o processo reflexivo, desencadeado pelas narrações multimodais (NMs), encerra em si mesmo um importante valor epistemológico. No entanto a aprendizagem e o desenvolvimento profissional tornam-se mais efetivos se o professor tiver a oportunidade de refletir em conjunto com os seus pares (Brookfield, 1995; Mitchel, Reilly & Logue, 2009). A ocorrência de momentos de reflexão partilhada com “amigos críticos” (Yeigh, 2008) dará ao professor a possibilidade de, em conjunto com eles, encontrar novos caminhos para a sua prática profissional e aumentar o seu conhecimento no âmbito da mediação das aprendizagens dos alunos de Ciências Físicas.

Quadro teórico sobre as práticas de ensino: o professor como mediador em contextos de aprendizagem formal

A prática de ensino pode ser concebida como duas dinâmicas que se complementam e influenciam mutuamente: (a) dinâmica de interação com o outro (professor, outros alunos, outras pessoas dentro e fora da sala); (b) dinâmica de interação com o objeto epistémico. Nestas dinâmicas os alunos têm um papel determinante na medida em que se são eles que aprendem e o professor tem

um papel crucial na medida em que medeia as aprendizagens que estão a ter lugar e as que podem ter lugar face às suas intenções alinhadas com os objetivos curriculares.

A aprendizagem mediada (e.g., Crossouard, 2009; Reveles, Kelly & Durán, 2007; Scott, 1998; Vygotsky, 2001; Wertsch, 1993, 1998) tem lugar na dinâmica de interação com o outro através de mediadores numa determinada comunidade com determinadas regras, organização do trabalho e visão de mundo. Baseia-se nas perspetivas socioculturais sobre a dinâmica de interação com o “outro” através de mediadores (e.g., Danish & Enyedy, 2007; Marriotti, 2000; Reveles et al., 2007). Também incorpora as perspetivas da teoria da atividade histórico-cultural (Engeström, 2001) e o papel da argumentação na construção do conhecimento científico (e.g., Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2000; Toulmin, 2003). A mediação do professor, nesta dinâmica, está centrada na interação discursiva com os alunos, permitindo-lhes a interiorização do discurso, argumentos, conceitos, ações, etc., através dos mediadores simbólicos (Marriotti, 2000; Reveles et al., 2007) no pressuposto de uma construção social adequada aos alunos (Mercer, 2000; Vygotsky, 2001).

Na segunda dinâmica está a haver uma “aprendizagem autorregulada” (e.g., Anderson, 2006; Richter & Schmid, 2010). A aprendizagem autorregulada tem lugar na dinâmica de interação com o objeto epistémico através de mediadores manejáveis, com materialidade, num certo ambiente (dado ou construído). Baseia-se em perspetivas sobre a dinâmica da interação com os objetos através de mediadores epistémicos trabalháveis e com materialidade (e.g., Knuuttila, 2005; Magnani, 2004; Nordmann, 2007) e nos processos metacognitivos (e.g., Richter & Schmid, 2010). Os mediadores epistémicos (mediadores trabalháveis e com materialidade) permitem aos alunos ter uma dinâmica de interação com o objeto epistémico e promover processos de abdução (Carrara, Cherubini, & Giaretta, 2006; Magnani, 2004; Magnani & Dossena, 2005). A mediação do professor, nesta dinâmica, pode ser realizada pelo professor tornando presentes os objetos epistémicos (um certo olhar sobre a realidade que se quer compreender ou transformar), tarefas e sequências de tarefas, mediadores trabalháveis com materialidade e o ambiente de aprendizagem de acordo com os desafios de aprendizagem dos alunos e os resultados de aprendizagem pretendidos.

O espaço da mediação do professor pode ser dividido em dez dimensões, cada uma predominantemente ligada a uma das duas dinâmicas de interação referidas acima. Estas dez dimensões de mediação — que não devem ser vistas de forma isolada — cobrem o espaço de mediação do professor, embora a interpretação deste espaço didático possa ser diferente de professor para professor. Apresentamos a seguir, resumidamente, cada dimensão. Cinco delas (A1 a A5) estão ligadas à dinâmica de interação com o objeto epistémico; e as outras cinco (B1 a B5) estão ligadas à dinâmica de interação com o outro.

A - Dimensões da mediação ligadas à dinâmica de interação com o objeto epistémico

A1 - Trabalho realmente solicitado aos alunos. Uma tarefa é o trabalho solicitado aos alunos para obterem, dentro de um certo tempo, uma resposta a uma pergunta ou outro tipo de solicitação. O nosso foco é o trabalho realmente solicitado aos alunos e não a tarefa, tal como planeada pelo professor. Na verdade, dependendo das circunstâncias de uma determinada aula, o trabalho realmente solicitado aos alunos pode ser bastante diferente da tarefa previamente concebida ou proposta pelo professor. O interesse educativo de uma tarefa está bem estabelecido na investigação sobre a aprendizagem (e.g., Bot, Gossiaux; Rauch & Tabiou, 2005; Laws, 1997; Redish, 1994; Vermunt & Verloop, 1999), pois mostra a importância da atividade para a aprendizagem e que é através dela que os alunos podem direcionar a sua atenção para o que devem aprender e fazer.

A2 - Contextos científicos e tecnológicos. Trata-se de como os contextos e situações físicas são tidas em conta, nomeadamente, se a resolução de problemas se baseia em contextos realistas e se as tarefas são autênticas (Hill & Smith, 2005). Nós consideramos aspetos como os tipos de situações que são usados para trabalhar com conceitos, princípios e leis ou como as situações são modeladas e exploradas.

A3 - Práticas epistémicas e/ou axiológicas. Trata-se do trabalho do aluno em determinado tipo de práticas para construir conhecimento C&T, tendo como referência as práticas C&T no contexto da sua produção. Esta caracterização usa fundamentos epistemológicos que surgem a partir da análise, em contexto mais amplo, da produção científica (e.g., Kelly, Brown, & Crawford, 2000; Kelly & Chen, 1999; Kelly & Crawford, 1997; Reveles, Cordova, & Kelly, 2004). Exemplos de práticas epistémicas: (a) descrever fenómenos; (b) reconhecer fenómenos no seu contexto; (c) representar fenómenos físicos; (d) passar linguagem empírica para linguagem conceptual; (e) prever o que acontece com base no conhecimento conceptual.

A4 – Informações. Como a informação é apresentada, utilizada e processada. Devemos olhar para aspetos tais como: (a) que informações; (b) a fonte de informação; (c) padrões temporais da apresentação das informações; (d) padrão de uso e processamento da informação (Lemke, 1990; Tiberghien & Buty, 2007).

A5 - Consciência do professor e tomada de decisão em tempo real na sala de aula. Trata-se da tomada de consciência do professor, em termos epistémicos, relativa ao percurso de aprendizagem dos alunos tendo em conta os resultados de aprendizagem pretendidos. Assim, o professor pode tomar decisões em tempo real sobre como ajudar os alunos, por exemplo, estruturando o trabalho dos alunos para confirmar ou infirmar as suas ideias, procedimentos ou práticas.

B - Dimensões da mediação ligadas à dinâmica de interação com o outro

B1 - Conversação na Aula. Como é que a conversação em sala de aula é considerada. Leach e Scott (2003) propõem duas dimensões para analisar a con-

versação em sala de aula (dialógico/autoritário e interativa/não-interativa). Devemos olhar para aspetos como: (a) abordagem comunicativa; (b) os padrões de interação (Scott, Mortimer & Aguiar, 2006).

B2 - Suporte e autoridade concedidos aos alunos. O trabalho dos alunos depende do tipo de apoio dado pelo professor e autoridade que lhes é concedida (Engle & Conant, 2002). Em particular, o professor pode orientar os seus alunos diretamente ou estruturar e problematizar o seu trabalho (Reiser, 2004). Consideramos aspetos como: (a) tipo de apoio dado; (b) a organização do trabalho na aula; (c) o papel dos alunos na realização e/ou problematização de tarefas; (d) o padrão do trabalho dos alunos em termos de tempo, recursos utilizados e da autonomia dada pelo professor; (e) autoridade dada aos alunos. A mediação pode ser mais eficaz, para a maioria dos alunos, se se desenvolver empatia entre eles e o professor proporcionando um ambiente social ativo (Felder, Woods, Stice, & Rugarcia, 2000), onde os alunos se sintam à vontade para discutir e apresentar as suas ideias (Redish, 2003).

B3- Envolvimento produtivo na disciplina (Engle & Conant, 2002). Prestar atenção ao envolvimento dos alunos em tópicos disciplinares (e resultados de aprendizagem alcançados) e como o professor os pode melhorar.

B4 - Avaliação e *feedback*. Seja qual for o tipo de tarefa executada (testes, questões em sala de aula, testes de autoavaliação, etc.), é muito importante que os alunos recebam informação adequada e oportuna sobre os seus resultados de aprendizagem. Esse *feedback* funciona nos dois sentidos (Viegas, Lopes & Cravino, 2009): professores obtêm informações relevantes sobre a evolução da aprendizagem dos alunos e os alunos obtêm informações úteis (e oportunas) sobre as suas próprias aprendizagens. Outro aspeto importante da mediação do professor é a qualidade da avaliação. A avaliação dos resultados da aprendizagem, realizada numa base regular, deve fornecer informações relevantes relativas aos resultados de aprendizagem tanto nas competências desenvolvidas como nos conceitos aprendidos (Felder et al., 2000).

B5 - Aprendizagem induzida. Trata-se de aspetos da atividade docente para estruturar e estimular o trabalho autónomo dos alunos fora da sala de aula. Deste modo a aprendizagem dos alunos pode ser estendida para além da sala de aula.

Desenvolvimento de instrumentos que promovem o desenvolvimento da mediação dos professores e a qualidade da aprendizagem dos alunos

Considerando as práticas de ensino segundo as dez dimensões da ação do professor referidas acima, estudou-se as práticas de ensino segundo cada uma das dimensões referidas. Este estudo, feito a partir de NMs (Lopes et al., 2010), permitiu identificar pontos fortes e pontos fracos nas práticas de ensino para a promoção das aprendizagens dos alunos. Ou seja, o estudo das práticas de ensino a partir das NMs permite identificar características da prática de ensino, segundo a dimensão da mediação considerada, que promovem, ou não, as aprendizagens dos alunos. Esta experiência e estes resultados permitiram-nos

explicitar: (a) o modo como podem ser detetados indicadores nas práticas de ensino relativos à dimensão da mediação considerada; (b) sugestões de como pode ser melhorada a prática de ensino na dimensão considerada.

A equipa produziu estudos específicos que fundamentam as sínteses que constam em cada instrumento de ajuda à mediação:

Instrumento de ajuda n.º 1 – Envolvimento produtivo dos seus alunos na disciplina (Cunha, Branco, Lopes, Cravino, & Santos, 2009a, 2009b; Cunha, Lopes, Cravino & Santos, 2011, 2012);

Instrumento de ajuda n.º 2 – Avaliação e *feedback* (Viegas, Lopes & Cravino, 2009a, 2009b, 2010);

Instrumento de ajuda n.º 3 – Utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das ciências físicas (Silva, Pinto, Viegas, Lopes, Silva, Cravino, & Santos, 2009a e 2009b);

Instrumento de ajuda n.º 4 – Trabalho realmente solicitado aos alunos (Lopes et al., 2008);

Instrumento de ajuda n.º 5 – Práticas epistémicas dos alunos em sala de aula (Lopes, Branco & Jiménez-Aleixandre, 2011; Lopes, Viegas & Cravino, 2010; Saraiva, Lopes, Cravino & Santos, 2012).

INSTRUMENTOS PARA MELHORAR A MEDIAÇÃO DO PROFESSOR

Apresentação dos instrumentos de ajuda à mediação dos professores de ciências físicas

Cada instrumento de ajuda está associado a uma dimensão da mediação apresentada na secção 2. Como o conjunto das dimensões da mediação cobre todo o espaço didático da mediação do professor, assim o conjunto dos instrumentos cobre o espaço didático de atuação do professor. Cada professor poderá encontrar a sua própria combinação de instrumentos de ajuda a valorizar, não devendo, contudo, considerá-los isoladamente. O facto de termos vários instrumentos de ajuda serve o propósito de facilitar a atenção do professor em aspetos parcelares de forma a mais facilmente encetar um percurso de desenvolvimento profissional promovendo alterações da sua prática gradualmente.

Cada instrumento tem como finalidade ajudar o professor nas fases de planeamento, execução e autoavaliação, contribuindo para melhorar a sua mediação e a qualidade da aprendizagem dos alunos. Assim, deve: (a) considerar cada instrumento de ajuda como um conjunto de indicações para identificar, reconhecer, alterar e melhorar aspetos essenciais da prática de ensino na dimensão da mediação considerada; (b) valorizar cada instrumento de acordo com a sua sensibilidade e necessidades.

Cada instrumento de ajuda tem uma estrutura semelhante, composta por: (a) introdução; (b) explicação da respetiva dimensão da mediação e qual a sua relevância; (c) explicitação das competências que podem ser desenvolvidas; (d) indicações para detetar como a prática de ensino, na dimensão da mediação considerada no instrumento de ajuda, está a ocorrer de forma adequada, ou

não; (e) sugestões sobre modos possíveis de aumentar a eficácia do ensino na dimensão considerada. No final de cada instrumento encontram-se sugestões de leitura. Cada instrumento tem uma versão impressa e uma versão eletrónica, sendo que nesta última, a cada indicação ou sugestão estão associadas narrações multimodais (Lopes et al., 2010) completas ou parciais de situações de aula, como forma de exemplificar melhor o seu sentido e contexto (ver <http://home.utad.pt/~idf/mediacao/>).

Validação dos instrumentos de ajuda à mediação

Após a elaboração dos instrumentos de ajuda fizemos 3 oficinas práticas em diferentes pontos do país para se proceder à sua avaliação. Estas oficinas contaram com a participação de professores do Ensino Básico e Secundário. As oficinas tiveram como objetivos: apresentar, analisar e usar os instrumentos que ajudem os professores de Ciências Físicas a melhorar a qualidade das suas práticas de ensino e também a qualidade das aprendizagens dos seus alunos. No final de cada oficina pedimos aos participantes para preencherem uma grelha de avaliação para cada instrumento de ajuda.

Adicionalmente foi pedido a investigadores e a professores da área, de todo o país, que analisassem, usassem os instrumentos de ajuda e que preenchessem a mesma grelha de avaliação. Analisaram os instrumentos de ajuda 7 investigadores e 6 professores.

Para cada instrumento de ajuda foram colocadas 6 perguntas e um pedido de comentário global:

- 1 - O instrumento de ajuda desperta a atenção dos professores para aspetos centrais da sua mediação?
- 2 - O instrumento de ajuda pode ajudar os professores a planear a sua mediação?
 - 2.1 - Em que medida? Se possível, dê exemplos em termos da sua prática de ensino
- 3 - O instrumento de ajuda pode ajudar o professor a estruturar a execução da sua mediação em sala de aula?
 - 3.1 Em que medida? Se possível, dê exemplos em termos da sua prática de ensino.
- 4 - Indique o que mais lhe agrada neste instrumento de ajuda. Por favor concretize.
- 5 - Indique o que menos lhe agrada neste instrumento de ajuda. Por favor concretize.
- 6 - Que sugestões lhe ocorrem para melhorar este instrumento de ajuda?

As respostas, quer de investigadores, quer de professores, às primeiras três perguntas para todos os instrumentos de ajuda foram todas sim, exceto para um investigador que considera inapropriado o instrumento de ajuda n.º 1 relativo ao envolvimento.

As seguintes respostas à pergunta 4 são elucidativas do impacto que os instrumentos de ajuda podem ter para a prática profissional: “A informação contida é apresentada numa linguagem clara e pragmática para o professor que utiliza este instrumento”; “permite um processo de reflexão-ação para os docentes que, se efetuado, terá resultados facilmente visíveis, por positivos”; “O que mais me agradou foi a listagem de pontos para verificação. No dia-a-dia ocupado que temos, uma pequena *check list* de fácil consulta é uma ferramenta muito útil pois facilmente nos esquecemos de algo óbvio.”

As respostas à perguntas 5 e 6 apontam para aspetos específicos a corrigir ou melhorar que foram considerados na formulação final dos instrumentos de ajuda. Por exemplo: simplificar o texto, dar exemplos, etc.

Os comentários gerais foram muito favoráveis. Os excertos seguintes ilustram algumas das ideias centrais dos comentários: “a grande mensagem do instrumento de ajuda está na síntese...”; “a elaboração de pequenos textos discutindo questões centrais na prática profissional do professor parece-me muito oportuna”; “Ferramenta muito bem conseguidas e, facilmente, adaptável à realidade de outras áreas curriculares... induz à reflexão crítica e ao autoquestionamento”.

Após a análise das respostas dadas durante as oficinas práticas e pelos professores e pelos investigadores pudemos refinar a formulação dos instrumentos de ajuda à mediação e escolher vários exemplos de relatos de práticas de ensino.

TESTEMUNHO DO USO DOS INSTRUMENTOS DE AJUDA

Enquanto professora de Física e de Química dos ensinos básico e secundário utilizei os instrumentos de ajuda à mediação no planeamento e desenvolvimento das atividades letivas.

Os professores do ensino secundário que lecionam Física e Química depararam-se, frequentemente, com situações semelhantes à seguinte: no fim de uma aula de Química do 12º ano a Margarida disse-me: “*Professora não estou a perceber nada e já estamos na terceira aula deste tema*”. Estávamos a estudar reações nucleares e decaimento radioativo. Aproveitei para perguntar aos outros alunos se também sentiam dificuldades. A resposta foi afirmativa e acrescentaram: “*No décimo ano também estudamos as reações nucleares e como não entendemos nada limitamo-nos a memorizar*”.

Entrei, a partir daí, numa fase de reflexão e análise na tentativa de identificar as causas que inibiam o percurso de aprendizagem dos alunos. Apoiei-me, especialmente, em dois instrumentos de ajuda n.º 3 - *Como potenciar a utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das Ciências Físicas* e n.º 5- *Como promover práticas epistémicas na sala de aula*. Nesta fase, mostraram ser instrumentos facilitadores da reflexão e das tomadas de decisão.

À priori, a elevada abstração que as transformações nucleares exigem aos alunos, acrescida do facto de não conhecimentos anteriores para ancorar os novos conhecimentos e o tipo de mediadores que utilizei na aula (exploração de

imagens em videoprojeção) pareciam ser as principais causas que emergiam da leitura, atenta, dos dois instrumentos. Detive-me mais tempo nos itens “*Questões em que o professor deve refletir para potenciar contextos CT no ensino e na aprendizagem na sala de aula*” no instrumento n.º 3, no item “*Que competências podem ser desenvolvidas com as práticas epistémicas*” do instrumento n.º 5.

Ambos os instrumentos estiveram na base da planificação da aula seguinte e na seleção de novos mediadores, capazes de proporcionar aos estudantes a oportunidade de explorar conceitos, formular hipóteses, alterar variáveis e estabelecer transferências, numa perspetiva de uma aprendizagem autorregulada. Tratando-se de uma temática que não permitia a montagem experimental, optei por três simulações computacionais, com elevada interatividade, validadas e disponibilizadas na Internet por uma Universidade Americana. No entanto, as simulações computacionais, *per se*, não garantem a construção do conhecimento necessitando do apoio de um Roteiro de Aprendizagem construído com tarefas e desafios de aprendizagem, potenciadores da ocorrência de práticas epistémicas e do desenvolvimento de competências, capazes de orientar a execução das tarefas propostas aos alunos e a exploração das situações físicas mostradas nas simulações.

Quando, na aula, os alunos foram confrontados com as tarefas e roteiros de aprendizagem, explorados em grupos de dois alunos por computador portátil, e com a possibilidade de formular e testar hipóteses a partir da alteração de variáveis, começaram a estabelecer relações entre os conteúdos, minimizando a abstração exigida pelas transformações nucleares em estudo.

O instrumento n.º 2 – “*Como potenciar a aprendizagem através do processo de avaliação e feedback*” foi também uma importante ajuda, na medida em que com base nas respostas registadas no Roteiro de Aprendizagem, apresentadas por cada aluno, ao seu grupo de trabalho e à turma, foi possível identificar fragilidades, autorregular e melhorar o processamento da aprendizagem de uma forma autónoma e organizada.

Estou convicta de que os instrumentos de ajuda à mediação dos professores de Ciências Físicas, têm grande valia na medida em que permitem, ao professor, encontrar dinâmicas de interação baseadas nos desafios que cada aluno vivência e nos percursos de aprendizagem efetuados dentro e fora da escola. Assume especial importância a necessidade de integrar estes instrumentos na formação contínua de professores focada na promoção da qualidade das práticas de ensino.

CONCLUSÃO

Este artigo centra-se nas práticas de ensino dos professores. Tem como pressuposto, aliás largamente sustentado na literatura, de que se as práticas de ensino forem sistematicamente objeto de atenção e reflexão podem ser melhoradas.

Apresenta-se, de forma sucinta, um quadro teórico para compreender e intervir nas práticas de ensino de C&T com base nesse quadro teórico e na análise

cuidadosa de práticas de ensino em diferentes níveis de ensino por vários professores. Com base nele conceberam-se e validaram-se cinco instrumentos de ajuda à mediação do professor largamente recheados com excertos de narrações multimodais de aulas que ilustram alguns aspetos chave desses instrumentos de ajuda à mediação (ver PARTE II).

Finalmente apresentou-se um testemunho na 1ª pessoa de uma professora que usou vários instrumentos de ajuda à mediação para melhorar as suas próprias aulas, onde se ilustra como os instrumentos de ajuda à mediação podem constituir-se como referentes, de um processo de reflexão do professor que conduz à melhoria das suas práticas profissionais.

PARTE II – INSTRUMENTOS DE AJUDA À MEDIAÇÃO

Nesta parte do artigo apresentam-se os cinco instrumentos de ajuda à mediação referidos anteriormente. Em cada um dos instrumentos de ajuda aparecem referências do tipo **I2.3** que se referem a excertos de narrações multimodais de aulas reais, relativos neste caso ao instrumento de ajuda n.º 2, excerto n.º 3.

1. INSTRUMENTO DE AJUDA N.º 1 – COMO PROMOVER O ENVOLVIMENTO PRODUTIVO DOS ALUNOS NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS FÍSICAS

1.1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo do ensino é promover aprendizagens eficientes. A eficácia da aprendizagem dos alunos passa pelo seu envolvimento nas tarefas da disciplina que, por sua vez, deve ser induzido e trabalhado pelo professor. Assim, o professor deve estar atento a indicadores de envolvimento/não-envolvimento dos alunos na realização das tarefas propostas.

1.2 O QUE É O ENVOLVIMENTO PRODUTIVO NA DISCIPLINA E QUAL É A SUA RELEVÂNCIA

O “envolvimento produtivo” na disciplina consiste no empenho dos estudantes, emocional e intelectualmente, nos propósitos, no discurso e nas ações que promovam progressos intelectuais numa tarefa, num tópico, num problema, qualquer que seja o ponto de partida em determinada área de conhecimento das Ciências Físicas.

Como a eficácia da aprendizagem dos alunos passa pelo seu envolvimento nas tarefas da disciplina, o professor deve estar atento a indicadores de envolvimento (ou de não envolvimento) dos seus alunos na realização das tarefas propostas.

Tendo como base os resultados preliminares da nossa investigação e prática profissional, constatamos que será possível promover um envolvimento produtivo dos alunos na disciplina se o professor os induzir em ações que fomentem a sua autonomia e a oportunidade de intervenção e, simultaneamente, tiverem acesso aos recursos e informações necessários.

1.3 INDICADORES DO ENVOLVIMENTO, OU NÃO ENVOLVIMENTO, DOS ALUNOS NA DISCIPLINA

O professor deve estar atento a indicadores do envolvimento, ou não envolvimento, dos alunos para poder verificar:

se os propósitos das tarefas são apropriados pelos alunos e se estes os entendem como relevantes para a sua formação (I1.1).

os sinais emocionais de envolvimento (I1.2): entusiasmo, curiosidade e persistência na execução da tarefa ou, por oposição, de apatia, distração e alheamento.

como o diálogo ou as discussões decorrem, nomeadamente, se a interação entre alunos (I1.3) e professor é cordial, se a argumentação e a con-

sideração das respostas dos outros são respeitadas ou se, pelo contrário, se verifica apatia, falta de argumentação e de partilha de opiniões. como os alunos se envolvem na realização das tarefas propostas, voluntariamente (I1.4) ou orientados pelo professor, ou se há alheamento ou solicitação constante do apoio docente. se os alunos demonstram autonomia (I1.5), iniciativa (alunos envolvidos, número de participantes, etc.). se há progressos na execução das tarefas ou na qualidade das ideias que defendem.

1.4 QUE COMPETÊNCIAS PODEM SER DESENVOLVIDAS COM O ENVOLVIMENTO PRODUTIVO NA DISCIPLINA

Se os alunos não se envolverem produtivamente na disciplina, as competências que se preveem desenvolver com a tarefa não podem de facto ser incrementadas. Além disso, o envolvimento produtivo na disciplina permite desenvolver, em particular, as seguintes competências e atitudes:

- comunicação entre colegas, turma e comunidade;
- apreciação da beleza dos objetos e fenómenos físicos;
- envolvimento nas tarefas de aprendizagem;
- cooperação em sala de aula;
- aquisição de autoconfiança e ritmo de trabalho;
- autoavaliação com realismo;
- persistência até à conclusão da tarefa e durante a construção intelectual;
- aceitação do erro como parte integrante da construção intelectual e da aprendizagem.

1.5 COMO PODE O PROFESSOR ENVOLVER OS ALUNOS NA DISCIPLINA DE MODO PRODUTIVO

Colocar tarefas sob a forma de desafio

Explicitar o objetivo de aprendizagem em cada tarefa. Encorajar os alunos a tomarem consciência dos objetivos das tarefas e dos problemas relativos ao conhecimento científico que estão subjacentes às tarefas. Exemplo: Colocar questões abertas, permitindo várias respostas, que levem os alunos a construir e reformular sucessivamente as suas contribuições e que explicitem os objetivos de aprendizagem.

Garantir acesso dos alunos aos recursos

Disponibilizar fontes de informação e recursos aos alunos. Exemplos: (a) Facultar imagens, equipamento experimental, hipóteses de resposta para estimular a curiosidade, informação, etc.; (b) Contextualizar o ensino através de situações do quotidiano, narrativas ou discursivas, de modo a que os alunos se envolvam na disciplina, utilizando conceitos, interpretando resultados, manuseando equipamento, entre outros; (c) Incentivar o envolvimento dos alunos na escolha

de equipamento, na execução de montagem experimental, na apresentação do produto da tarefa, etc.

Incentivar a autonomia dos alunos

Reconhecer autonomia aos alunos, para assumirem o seu discurso e ações, encorajando as suas contribuições intelectuais, tais como, questões propostas, partilha e desafios, que visem estimular a curiosidade, procurar ferramentas, definir problemas, entre outros. Exemplos: (a) Colocar tarefas abertas sob a forma de desafio de modo que os alunos defendam as suas ideias e as partilhem com os colegas, ao seu próprio ritmo, podendo ser necessário o professor propor passos intermédios para determinados alunos; (b) Explicitar o produto de uma tarefa realizada (ex.: execução de cálculos, elaboração de textos, diagramas, descrições, etc.); (c) Apoiar os alunos durante a realização das tarefas propostas apenas quando necessário.

Cultivar o sentido de responsabilidade nos alunos

Reconhecer responsabilidade aos alunos para executarem o seu trabalho e respeitarem normas e colegas. Exemplos: (a) Atribuir funções a cada aluno, para que o seu trabalho, na execução e resultados, possa ter consequências no trabalho dos colegas e vice-versa; (b) Redigir um “contrato” assinado com os alunos, clarificando responsabilidades, direitos, deveres e consequências de incumprimentos.

Monitorizar e corrigir o envolvimento

O professor deve estar atento a indicadores de não envolvimento dos alunos, solicitando diretamente o envolvimento dos alunos tentando estimular-lhes a curiosidade. Exemplos: (a) Estimular os alunos no sentido de os levar a uma participação mais ativa no processo de aprendizagem; (b) Nos casos em que o envolvimento não ocorre e os alunos estão desmobilizados, chamar à atenção, apelando ao sentido de responsabilidade ou procurando outro tipo de atividades, como por exemplo, visita a laboratórios de investigação; (c) Solicitar resposta direta a uma pergunta, a sua opinião, argumentação e execução de uma montagem experimental. Ver ainda secção 3 para outras formas de monitorizar o envolvimento dos alunos.

1.6 SÍNTESE

A aprendizagem produtiva dos alunos em Ciências é essencial na formação de cidadãos mais cultos, capazes de tomar decisões pertinentes do ponto de vista científico e tecnológico. Esta tarefa será facilitada se os alunos compreenderem melhor o que é a “Ciência” e se tiverem oportunidade de a “praticar” nas escolas. O professor tem aqui um papel preponderante, envolvendo os alunos de forma produtiva. Por seu lado, os alunos terão um papel mais ativo na construção do seu conhecimento, com um maior envolvimento emocional, uma maior iniciativa e autonomia na tomada de decisões e melhor desenvolvimento das atividades.

O professor, além de mediador, deve refletir sobre as suas práticas e refiná-las de modo a estimular a intervenção do aluno, a qual se pretende cada vez mais ativa, eficaz e produtiva. A mediação do professor para envolver produtivamente os alunos na disciplina começa quando está a preparar as tarefas e continua na sala de aula quando garante acesso a recursos, reconhece autonomia e responsabilidade aos alunos e quando monitoriza e corrige o envolvimento dos mesmos.

1.7 SUGESTÕES DE LEITURA

Para uma primeira abordagem: Lopes, 2004.

Para leituras aprofundadas: Engle e Conant, 2002.

Tabela 1: Exemplos e contra exemplos referenciados no instrumento de ajuda n.º 1

Excertos	Excertos da narração multimodal do professor A – 9º Ano de Escolaridade	Comentários
	<p>CFQ 9º Ano Data: 21 de Maio de 2008 Tempo total de aula: 45 minutos Início da aula: 8 h 30 min; Fim: 9 h 45 min</p> <p>Tema da aula:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Como se mede a resistência elétrica de um condutor em funcionamento num circuito? 2. Qual é a relação entre a diferença de potencial nos terminais de um fio de cobre, e a intensidade da corrente que o percorre? 3. Lei de Ohm. 	<p>Contextualização da aula para se compreender os exemplos referenciados abaixo indicados</p>
<p>11.2</p>	<p>Episódio 1 – Como se mede a resistência elétrica de um condutor em funcionamento num circuito? Início: 8 h 40 min; Fim: 9 h 03 min [...] Procurei uma posição que me permitia observar o rosto dos meus alunos e reparei que de uma forma geral, estavam preocupados com o teste de História e um tanto “inativos” (estavam a começar o dia). Vou ter que lhes colocar desafios pensei para comigo e então perguntei-lhes: - Com o equipamento que se encontra no tabuleiro conseguiremos medir a resistência deste condutor? Mostrei-lhes um fio de cobre enrolado em hélice. Pareceram-me curiosos, por isso, fiz passar de mão-em-mão o condutor.</p>	<p>O professor verifica o envolvimento emocional dos alunos</p>

Continua

Continuação

<p>11.3 11.4 11.5</p>	<p>As duas meninas da primeira carteira (Ana e Cristiana) avançaram com a seguinte hipótese: “- Montamos um circuito elétrico parecido com o da aula anterior só que em vez da lâmpada colocamos o fio de cobre”.</p> <p>Começaram a trocar opiniões. A Cláudia achava que isso não era suficiente para dar a resposta mas seria um começo.</p> <p>A Ana e a Cristiana perguntaram-me se podiam montar o circuito. Como a resposta foi afirmativa, levantaram-se escolheram os equipamentos e montaram o circuito elétrico dentro do tabuleiro. Tratava-se de um tabuleiro da cantina, sem paredes, grande e de cor castanha. Os outros alunos estavam atentos a possíveis erros de montagem. Dizia o Carlos à Ana (... o voltímetro liga-se em paralelo e o amperímetro em série...). A Cristiana conferiu as ligações e disse: “Já está”. A Cláudia e a Jéssica disseram-lhe: “Trás cá”. Ela levou o tabuleiro às colegas e deixou-as observar. A Ana apresentou à turma o circuito começando pelo gerador e leu a diferença de potencial e a intensidade de corrente. O Pedro e o Luís Miranda que ocupavam a última carteira disseram que não conseguiam ler os valores. Procurem uma solução disse eu às duas meninas.</p> <p>Substituíram o voltímetro e o amperímetro por outros, suplentes, mas digitais. Já se vê bem disseram os rapazes. Agradei-lhes a colaboração e pedi-lhes que voltassem para o seu lugar.</p>	<p>O professor verifica a interação entre os alunos. Verifica também que os alunos se voluntariaram e demonstraram autonomia</p>
<p>11.1</p>	<p>Dirigindo-me à turma convidei-os a representar esquematicamente, no caderno diário, o circuito que estavam a observar.</p> <p>Circulei pela sala apoiando os alunos que tinham dificuldades na aplicação da simbologia. Permaneci junto do João, aluno muito desorganizado, até que ele conseguiu desenhar o esquema.</p> <p>[...]</p> <p>Nota: Todos os alunos estão identificados por nomes fictícios.</p>	<p>O professor verifica que alguns alunos não apropriaram a tarefa</p>

2. INSTRUMENTO DE AJUDA N.º 2 – COMO POTENCIAR A APRENDIZAGEM ATRAVÉS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO E FEEDBACK

2.1 INTRODUÇÃO

A avaliação das aprendizagens dos alunos tem um papel muito importante no ensino e nas próprias aprendizagens dos alunos. É importante que os modos e instrumentos de avaliação sejam adequados à diversidade das aprendizagens e à natureza de cada uma delas, bem como aos contextos em que ocorrem, dando particular atenção ao papel do aluno na sua aprendizagem. Interessamos evidenciar aspetos relevantes que os professores devem ter em conta nos processos de avaliação, de forma a tornarem-se úteis aos alunos durante a sua formação.

2.2 O QUE É AVALIAÇÃO E O FEEDBACK E QUAL É A SUA RELEVÂNCIA

A avaliação é um processo de regulação que ajuda alunos, professores, pais e a sociedade em geral a perceberem em que medida o que aprendem os alunos se aproxima do desejado. A avaliação inicia-se com o desenho dos instrumentos, a recolha sistemática de informação, usando instrumentos adequados e diversificados, de múltiplas e variadas fontes, sobre a evolução das aprendizagens dos alunos. Tem como finalidade a formulação de juízos de valor assentes em critérios claros, que facilitem a tomada de decisões pelos alunos sobre a sua própria aprendizagem, pais e sociedade.

As fases fundamentais da avaliação são: (a) desenho dos instrumentos; (b) recolha de informação por parte do professor; (c) análise e processamento dessa informação; (d) emissão de juízos de valor por parte do professor.

A recolha de informação deverá contemplar conhecimentos, competências e atitudes, como por exemplo, interesse, empenho, persistência e autonomia, não só relativamente a resultados, mas também à forma como se estão a processar. Com base na informação recolhida e analisada, o professor deverá dar *feedback* ao aluno, de modo a que ele possa perceber como se está a processar a sua aprendizagem e melhorá-la. Também o professor, com base na informação recolhida, tem oportunidade de gerir melhor o currículo em sala de aula, agindo de modo informado.

O papel primordial da avaliação para ajudar a desenvolver as aprendizagens dos alunos é transversalmente aceite pela comunidade educativa e científica. É igualmente consensual o papel regulador da avaliação formativa, assente em critérios de qualidade, relativos às tarefas e às aprendizagens, que devem ser explicitados e clarificados, de modo a garantir que o que se pretende é entendido e apropriado por todos os intervenientes no processo de avaliação. No entanto, a explicitação dos critérios de avaliação, o *feedback* e o papel dos alunos no processo de avaliação continuam a ser pouco valorizados pelos professores. Estes, devido a vários fatores, tendem a manter uma abordagem de ensino e de aprendizagem que sobrevaloriza o conhecimento substantivo, mantendo práticas de

avaliação cujos instrumentos centrais continuam a ser, quase exclusivamente, os testes escritos.

2.3 QUE COMPETÊNCIAS PODEM SER DESENVOLVIDAS COM A AVALIAÇÃO E O FEEDBACK

Se os alunos não forem envolvidos na avaliação e não receberem *feedback*, as competências que se preveem desenvolver com a tarefa podem não ocorrer. Além disso a avaliação e o *feedback* permitem ao aluno:

- apurar o sentido crítico relativamente ao seu trabalho e aprendizagem;
- autoavaliar o seu desempenho, tomando conhecimento dos seus pontos fortes e fracos;
- desenvolver uma atitude reflexiva;
- controlar a sua própria aprendizagem;
- explorar os processos metacognitivos na sua aprendizagem;
- adquirir competências sociais, como por exemplo, trabalhar cooperativamente com os outros.

2.4 COMO DETECTAR FRAGILIDADES NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO E FEEDBACK

Durante a construção e gestão curricular, o professor deve estar atento a certos fatores que poderão indicar que o processo de avaliação não está a potenciar a aprendizagem, tais como:

- As informações recolhidas são escassas e instrumentos de recolha pouco diversificados;
- A avaliação do professor revestida tem um carácter de verificação do grau de adequação da resposta, relativamente ao conceito «alvo»;
- O *feedback* dado ao aluno apenas lhe permite inferir se fez bem ou mal, sem dar indicações sobre como lá chegou nem da distância a que se encontra da meta estabelecida;
- O *feedback* dado ao aluno desvia-se relativamente aos objetivos iniciais;
- O *feedback* não engloba aspetos variados da aprendizagem do aluno, como por exemplo, conceitos e inter-relações, aspetos metodológicos, atitudes, etc.;
- Os objetivos não são alcançados pela maior parte dos alunos e o professor não atua em tempo útil para resolver a situação.

2.5 ASPECTOS CHAVE DA AVALIAÇÃO A TER EM CONTA PELOS PROFESSORES

O real valor educativo atribuível ao processo de avaliação e *feedback* dependerá de um conjunto de decisões que o professor tem que tomar relativamente a aspetos chave, como os identificados na tabela seguinte:

Aspetos chave	Decisões a tomar pelo professor	Valor educativo da avaliação e <i>feedback</i>
Critérios de qualidade	<p>Explicitar os critérios de qualidade desde o início, as metas a atingir tornam-se mais claras, evitando-se conflitos resultantes de falsas expectativas, permitindo que todos possam melhorar as suas prestações e concentrar os esforços nas aprendizagens.</p>	<p>Permite ao Professor estar atento a: Competências e conhecimentos. Espírito crítico, capacidade argumentativa e comunicação. Autonomia e método de trabalho. Partilha de responsabilidade, respeito pelos outros, cooperação, etc. Desenvolvimento da aprendizagem</p>
Tipo de informação recolhida (o que o professor vai valorizar)	<p>Diversificar os instrumentos de recolha de informação, como por exemplo, testes, relatórios, projetos; observações (I2.1), questões (I2.2), grelhas de autoavaliação, tarefas, discussões, laboratório e/ou testes de competências. Escolher tarefas com objetivos concretos de desenvolvimento de competências específicas e ter particular atenção com o modo como estas são apresentadas. Diversificar o mais possível as tarefas e a recolha de informação, de modo a garantir uma análise mais global das competências e capacidades dos alunos.</p>	<p>Permite ao Professor estar atento a: Saberes disponíveis do aluno e necessidades de aprendizagem. Interligação de conceitos e saberes anteriores; nível de desenvolvimento conceptual. Forma como decorrem as aprendizagens, para atuar ao nível da gestão curricular. Desenvolvimento de competências sociais e pessoais. Mobilização de conhecimentos em contextos variados. Diferentes estilos de aprendizagem. Distinção entre aprendizagens superficiais e profundas.</p>
Análise da informação: Imediata ou diferida	<p>Permite a Gestão curricular em sala de aula: - Optar por fornecer <i>feedback</i> nas aulas, sempre que seja importante para o decorrer da aprendizagem (I2.3) e/ou prossecução das tarefas. - Optar por modificar o decorrer da aula que estava planeado, face a dificuldades (I2.4) ou introdução da discussão de outros contextos relevantes trazidos pelos alunos. Permite mediar adequadamente as aprendizagens dos alunos, fornecendo um juízo de valor mais profundo e mais rico acerca do trabalho realmente efetuado.</p>	<p>Permite ao Aluno ter de imediato <i>feedback</i> das suas aprendizagens. Permite ao Professor: ter <i>feedback</i> do estado de aprendizagem dos seus alunos. Permite ao Aluno/Professor estar atento a: rumo das aprendizagens e do caminho que falta para cumprir os objetivos. risco de não servir para o aluno evoluir, se não for dada em tempo útil.</p>

Continua

Continuação

Tipo de <i>feedback</i> que é dado ao aluno: Informativo ou formativo	Levar os alunos a sentirem responsabilidade pela sua aprendizagem, envolvendo-se ativamente no processo. Apreciar e valorizar diferentes aspetos relacionados com a aprendizagem dos alunos (conhecimentos, competências, atitudes e modos de aprender), alinhados com os objetivos iniciais de aprendizagem. Dar <i>feedback</i> variado e atempado (12.5), mesmo quando há necessidade de recolher informação em diferentes momentos. Devem ser fornecidas ao aluno as ferramentas de que necessita para evoluir na sua aprendizagem. Dar <i>feedback</i> alinhado com os objetivos de aprendizagem, explicitando a eventual diferença com o estado atual das aprendizagens dos alunos, de modo a que estes autorregulem as suas aprendizagens.	Permite ao Aluno estar atento a: Cumprimento de uma tarefa. Refletir sobre o que acertou e/ou errou, permitindo corrigir situações futuras. Evolução do estado da sua aprendizagem tendo em conta as metas estabelecidas. Confusões entre conceitos, mecanização de problemas. Permite desenvolver espírito crítico. Perceber sobre o que lhe falta para cumprir os objetivos e em que medida a sua aprendizagem está próxima do desejável. Receber estímulos ao desenvolvimento das suas capacidades. Melhorar a sua autoeficácia.
---	--	--

2.6 SÍNTESE

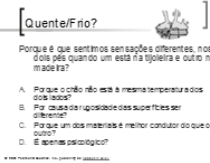
Para que a avaliação seja promotora de aprendizagens, não deverá cingir-se ao carácter regulador das mesmas. Deverá envolver outros aspetos cruciais, como a importância do envolvimento do aluno no processo e uma cuidada mediação por parte do professor. Os objetivos de aprendizagem devem ser claros e conhecidos por todos. As tarefas devem estar alinhadas com esses objetivos e isso ser explícito para os alunos. O trabalho dos alunos deverá ser acompanhado pelo professor, respeitando a sua autonomia, de modo a recolher informação diversificada que lhe permita emitir juízos de valor sobre o desenvolvimento da aprendizagem e agir oportunamente ao nível da gestão curricular. Os alunos devem ter *feedback* atempado sobre os seus desempenhos, para que possam ter ao seu alcance as ferramentas que lhes permitirão, com a ajuda da mediação do professor, melhorar a eficácia do seu trabalho e corrigir, se necessário, o curso da sua aprendizagem.

2.7 SUGESTÕES DE LEITURA

Para uma primeira abordagem: Lopes, 2004.


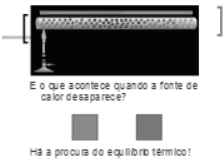
Para leituras aprofundadas: Askew, 2000; Bennett e Kennedy, 2001; Black e William, 1998; Correia e Freire, 2007; Etkina, 2000; Hattie e Timperley, 2007; Peralta, 2002; Russell e McGuigan, 2007.

Tabela 2: Exemplos e contra exemplos referenciados no instrumento de ajuda n.º 2

Excertos	Excertos da narração multimodal do professor B – Ensino Superior	Comentários
	<p>3ª aula TC: Dia 30 de Maio 2008, 6ªf (11.10-12h) Presentes: 30 alunos Conhecimentos anteriores: Conceito de temperatura, dilatação; Transferência de calor e o que a potencia. Sumário: Transferência de calor por condução (continuação). Discussão de vários exemplos do dia-a-dia. Bons e maus condutores: condutividade térmica de um material e comparação com a condutividade elétrica. Condução de calor: estabelecimento da Lei de Fourier. O que representa o fluxo térmico: quantidade de energia que flui por unidade de tempo. Comparação entre fluxo térmico permanente e não permanente.</p>	<p>Contextualização da aula para se compreender os exemplos referenciados abaixo indicados</p>
12.2	<p>Episódio 3 Sub-Episódio 3.1 (início 0m:25s) Na última aula tínhamos já falado dos vários processos de transferência de calor e fomos agora a ver com mais pormenor o que acontecia na condução de calor. Devido a ter terminado a aula anterior com uma questão, que tinha ficado para pensarem “em casa”, projetei a mesma questão (figura 6.1), sem mostrar as hipóteses:</p> <div data-bbox="554 1144 762 1305" style="text-align: center;">  </div> <p>Figura 6.1: Slide da aula teórica sobre a questão inicial quente/frio, relativamente a pisar diferentes tipos de soalho</p>	<p>O professor avalia as conceções dos alunos através de um questionário de escolha múltipla, respondido na hora</p>
12.5	<p>A maior parte tinha-se esquecido, outros tinham discutido logo a seguir à aula ter terminado, mas já não se lembravam bem. Pedi então para eles verem com os colegas do lado. Ao reparar na conversa de uma aluna (A), chamei a atenção que a discussão era sobre esta questão, dizendo o nome da aluna...Os colegas perceberam que esta chamada de atenção era mais forte, uma vez que eu até sabia o nome da aluna (exclamaram, sorrindo, “ihh...”) ...resultou, ela não conversou mais...</p>	<p>O professor dá <i>feedback</i> ao aluno sobre a gestão da disciplina de trabalho</p>


Continua

Continuação

<p>12.4</p>	<p>Discutimos então a questão. Como não estava a existir muita discussão, resolvi dar as hipóteses e depois não houve grande dificuldade nos alunos.</p>  <p>Figura 6.2: Slide da aula teórica sobre a questão quente/frio completa, tal como ela apareceu projetada depois de todas as questões terem sido discutidas</p> <p>Foram respondendo às questões que se seguiram, relacionadas com as razões físicas de tal suceder (e que estavam a ser feitas no mesmo slide, figura 6.2), sem grande dificuldade. Concretizei então mostrando a explicação do fenómeno (apoiada pela imagem – do canto inferior esquerdo – que fiz então aparecer, figura 6.2). (fim 08:57s)</p>	<p>O professor altera o decorrer da aula face à dificuldade dos alunos</p>
<p>12.1</p>	<p>Após verificar que muitos alunos tinham estes conceitos bem presentes, dei 4 slides mais informativos acerca da Condução de Calor e do que acontecia a nível molecular, respondendo eles sem grande dificuldade às pequenas questões que ia fazendo. Falámos também acerca do equilíbrio térmico, mostrando um slide com animação (figura 7) em que se percebia os dois corpos inicialmente de cor diferente, ficarem da mesma cor passado algum tempo em contacto:</p>  <p>Figura 7: Slide da aula teórica sobre a questão do equilíbrio térmico</p> <p>Concretizamos então o que entendíamos por transferência de energia térmica por condução, apoiados num slide informativo que resumia: transferência de energia calorífica de uma zona para outra de um corpo ou entre corpos em contacto.</p> <p>Seguiram-se 2 exemplos (de questões com hipóteses) para eles aplicarem o que tínhamos visto, relacionadas com a função de um cobertor e a função de uma camada de neve no telhado, respetivamente, que eles resolveram sem problemas.</p>	<p>O professor disponibiliza uma simulação para avaliar os alunos</p>

Continua

Continuação

<p>12.5</p>	<p>[...] Após alguma conversa sobre como o fazer e ter mostrado o slide (figura 8), só com o título e a figura, perguntei: <i>a que temperatura coze um bolo?</i></p> <div data-bbox="492 368 806 603" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Forno... cuidado...</p>  <p>Por que motivo quando colocamos a mão num forno quente, não nos queimamos? Entretanto, ao tocarmos numa forma de metal lá dentro já nos queimariamos... O ar é um ótimo isolante térmico... já a forma metálica conduz o calor rapidamente. ■ E se ftermos as mãos molhadas? Esta característica, própria de cada material, chama-se condutividade térmica:</p> <table border="1" data-bbox="516 564 763 603"> <thead> <tr> <th>Materia</th> <th>Bata</th> <th>Alumina</th> <th>Agua</th> <th>Alu.</th> <th>Alumina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Condutividade (W/mK)</td> <td>0,04</td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>200</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>Figura 8: Slide da aula teórica sobre a questão do forno Um aluno disse “não faço a mínima ideia”, mas outros lá vão dizendo, e chegámos a uma temperatura de consenso que rondava os 230°C. Notei que estavam envolvidos no problema pois olhavam-me esperando pelo desenrolar da situação. Inveneti então que o forno já estava ligado há uma hora e perguntei: <i>a que temperatura vai estar o ar dentro do forno?</i> - 230°C - respondem. - A que temperatura vai estar a forma? - Pergunto. - 230°C - respondem.</p>	Materia	Bata	Alumina	Agua	Alu.	Alumina	Condutividade (W/mK)	0,04	0,01	0,02	200	0,04	<p>O professor dá <i>feedback</i> informativo sobre a resposta dada pelo aluno</p>
Materia	Bata	Alumina	Agua	Alu.	Alumina									
Condutividade (W/mK)	0,04	0,01	0,02	200	0,04									
<p>12.3</p>	<p>Após ter concordado com a cabeça e ter feito uma breve pausa, perguntei se quando fossemos tirar o bolo do forno, e colocássemos as mãos lá dentro, nos queimaríamos? Aluno: não. Professor - E quando pegarmos na forma? Aluno: sim. (Resposta igualmente clara) Professor - Qual é a diferença? Reparei que nesta altura todos se calaram (tínhamos acabado de dizer que estavam ambos à mesma temperatura e portanto, tal como eu esperava, podia observar que eles estavam a tentar perceber porquê é que só nos queimávamos numa das situações...). O burburinho de fundo, desapareceu totalmente. Imediatamente depois um aluno remata: porque o ar é mau condutor. Assenti e mostrei então o resto do slide onde explicava melhor o que representa a condutividade (embora já tivéssemos falado sobre isso), como é que ela varia de material para material e que implicação acabava por ter na nossa vida prática. Aproveitei a tabela das condutividades para dar o exemplo da diferença que existe em retirar o bolo do forno utilizando uma pega molhada... Surgem ainda mais alguns comentários e eu dou por finalizada a discussão. (24m:45s)</p>	<p>O professor dá <i>feedback</i> para os alunos poderem progredir na resposta à tarefa</p>												

3. INSTRUMENTO DE AJUDA N.º 3 – COMO POTENCIAR A UTILIZAÇÃO DE CONTEXTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS FÍSICAS

3.1 INTRODUÇÃO

Um ambiente de aprendizagem que utiliza situações científicas e tecnológicas pode potenciar o desenvolvimento de competências e atitudes dos alunos e contribuir para dar significado aos novos conhecimentos. Quando colocamos os alunos a trabalhar em ambientes de aprendizagem próximos do mundo real, com tarefas autênticas e relevantes, estamos a criar condições que lhes permitem estabelecer mais facilmente a ligação entre os conceitos e os fenómenos reais.

3.2 O QUE SÃO CONTEXTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS (CT) E QUAL É A SUA RELEVÂNCIA

Um contexto CT é um ambiente de aprendizagens onde se utiliza uma situação ou conjunto de situações relativas ao dia-a-dia, às profissões, aos objetos, às narrativas da história da ciência e tecnologia e tem uma dada intencionalidade didática, dependendo da sua natureza e forma de apresentação. Um contexto CT pode ser reconstruído na aula ou observado *in loco* e serve de referência (para observar, manipular, questionar e relacionar, entre outros aspetos) ao ensino e à aprendizagem de fenómenos e conceitos relacionados com as Ciências Físicas.

Os contextos podem ser usados para: (a) incutir aos alunos a reflexão sobre uma situação presente em sala de aula, real ou encenada, e explorá-la de forma a desenvolverem competências, atitudes e novos conhecimentos; (b) promover o envolvimento dos alunos, incorporando as suas ideias e contribuições, na exploração de conteúdos científicos, situações quotidianas ou tecnológicas. A construção e exploração de modelos da realidade física são atividades importantes que podem ser potenciadas quando realizadas com base em contextos CT.

Convém salientar que os contextos não são meras ilustrações da aplicabilidade dos conhecimentos teóricos nem devem confundir-se com o simples recurso a tecnologias disponíveis (computadores, quadros interativos, videoprojectores, etc.).

O uso de contextos pode: (a) ser restrito a aspetos pontuais da aula; (b) estar subjacente à abordagem de toda a aula, de uma unidade didática, ou de uma disciplina.

A contextualização do ensino é um aspeto crítico e determinante na aprendizagem dos alunos. A observação do que os alunos fazem e a forma como exploram os contextos, pode transformar-se num poderoso meio de ensinar e aprender Ciências Físicas. A integração de contextos permite ainda focar a intencionalidade da ação educativa no quotidiano do aluno, permitindo-lhe relacio-

nar conhecimentos mais facilmente e compreender a relevância e aplicabilidade do que está a estudar. Desta forma, os conteúdos programáticos adquirem mais facilmente significado para os alunos, motivando-os para o desenvolvimento do seu conhecimento e das suas competências.

3.3 QUE COMPETÊNCIAS PODEM SER DESENVOLVIDAS PELOS CONTEXTOS CT

Dependendo da forma como o contexto é apresentado e trabalhado, permite desenvolver competências e atitudes, tais como:

- Descrição de fenómenos físicos
- Recolha e tratamento de informação
- Modelização de situações físicas
- Formulação de questões
- Formulação de hipóteses
- Persistência na construção intelectual
- Comunicação com colegas, turma ou comunidade
- Manipulação de objetos tecnológicos com destreza motora
- Identificação de componentes CTS num problema
- Relacionamento das Ciências Físicas com fenómenos / acontecimentos do dia-a-dia
- Identificação de grandes problemas da humanidade contextos e leis básicas da Física
- Análise das componentes éticas e cívicas envolvidas num problema

3.4 COMO DETECTAR SITUAÇÕES DE FRAGILIDADE NA EXPLORAÇÃO DE UM CONTEXTO CT?

O professor através da sua mediação deve atentar a certos indícios que revelam fragilidades na exploração dos contextos por parte dos alunos, quando estes:

- não conseguem realizar as tarefas propostas ou ficam aquém da sua concretização;
- ficam imóveis ou em silêncio perante situações ou contextos apresentados;
- revelam desinteresse, falam e ficam irrequietos por razões alheias à atividade;
- estabelecem ligações frágeis, ou não as estabelecem, com conhecimentos anteriores, situações diárias ou outros contextos conhecidos;
- não acedem à informação ou são limitados na sua abordagem devido à forma como o contexto é apresentado.

3.5 QUESTÕES ESSENCIAIS PARA POTENCIAR OS CONTEXTOS CT NO ENSINO

Para aplicação dos contextos em sala de aula considere os cinco aspetos referidos na tabela e tente responder às questões respetivas.

Aspetos a pensar	Algumas questões para orientar a reflexão
<p>Natureza do contexto Situações do dia-a-dia (I3.1), ou situações envolvendo tecnologia numa óptica profissional ou situações de natureza científica ou cultural.</p>	<p>As situações são adaptáveis ao nível de ensino e aos objetivos de aprendizagem? As situações permitem abordar os conteúdos e os processos de trabalho pretendidos? As situações permitem mobilizar conhecimentos prévios dos alunos?</p>
<p>Apresentação do contexto A forma que assume o contexto em ambiente natural, ou por descrição oral e/ou escrita (I3.2) ou através de manipulação de recursos didáticos, ou reconstrução através de materiais diversos articulados entre si (I3.3).</p>	<p>As situações têm um referente externo com o qual professor e alunos podem interagir? As situações são fáceis de produzir e reconstituir na aula? A forma como as situações são apresentadas permite múltiplas abordagens? As situações permitem articular saberes conceptuais com saberes práticos e/ou manipulativos e desenvolver competências e atitudes científicas?</p>
<p>Responsabilidade A sua apresentação é da iniciativa do professor (I3.4), interagindo com os alunos ou criando oportunidades de serem estes a tomarem a iniciativa de exploração e apresentação.</p>	<p>A exploração do contexto é da exclusiva responsabilidade do professor? Como é que esta responsabilidade pode ser partilhada com os alunos? A exploração do contexto é da exclusiva responsabilidade do aluno? Como é que o professor pode ajudar os alunos neste trabalho? O aluno é incentivado a tomar a iniciativa e a estabelecer ligações com outros contextos ou situações? O professor desafia os alunos a encontrar significados e relações na exploração do contexto?</p>
<p>Intencionalidade didática do contexto Os alunos de <i>per se</i> ou orientados pelo professor: descrevem fenómenos físicos, recolhem e sistematizam informação (I3.5), manuseiam materiais (I3.6) ou aplicações, produzem modelos físicos, mobilizam conhecimentos (I3.7), estabelecem ligações a outros contextos ou situações, questionam, trabalham ideias mobilizadoras (I3.8), consolidam aprendizagens, aprofundam implicações sociais dentro e fora da aula.</p>	<p>O professor fomenta a pesquisa e organização de informação no âmbito do contexto? O professor promove o uso de saberes, destrezas motoras e competências técnicas, aproximando a teoria da prática? O professor desafia os alunos a produzirem modelos físicos do contexto em uso e a integrar conhecimentos? O professor estimula a curiosidade, o manuseamento e o questionamento do contexto em uso? O professor impulsiona e dá relevância aos conhecimentos prévios dos alunos para que a aquisição de novos conceitos seja feita no âmbito do contexto em uso? O professor promove a compreensão dos alunos sobre as relações CTS?</p>
<p>Importância no currículo Traduz-se no relevo (espectro e duração) que o contexto venha a assumir a nível curricular.</p>	<p>O contexto é de largo espectro e duração? Isto é, o professor permite abordagens mais profundas e com diversas ligações a vários temas e situações ao longo de diversas aulas? O contexto é de estreito espectro e duração?</p>

3.6 SÍNTESE

Os contextos CT podem criar oportunidades de aprendizagem efetivas quando as situações analisadas são relevantes para as experiências pessoais dos alunos. Permitem desenvolver competências e atitudes que facilitam o estabelecimento de relações diretas entre o que o aluno aprende e as situações do quotidiano. São

também promotores do desenvolvimento de conhecimento científico pois é facultada aos estudantes a oportunidade de explorar conceitos, formular hipóteses, manipular materiais e estabelecer relações promotoras da construção ou consolidação de saberes. Um ambiente de aprendizagem assim formulado potencia a motivação do aluno dando relevância às suas aprendizagens.

3.7 SUGESTÕES DE LEITURA

Para uma primeira abordagem: Lopes, 2004.

Para leituras aprofundadas: Ausubel, 2000; Caamaño, 2005; Pea, 2004; Re-dish, 2003; Stinner, 1994.

Tabela 3: Exemplos e contra exemplos referenciados no instrumento de ajuda n.º 3

Excertos	Excertos da narração multimodal do professor C – Ensino Superior	comentários
	<p>Contextualização</p> <p>A intervenção aconteceu numa turma de 18 alunos do 4º Ano do curso de formação de professores do Ensino Básico (variante de Matemática Ciências da Natureza), na disciplina de Metodologias do Ensino das Ciências da Natureza. Não é uma disciplina focada no ensino de ciências físicas de base mas comporta unidades de trabalho nelas centradas a partir das quais se explora métodos, estratégias, recursos, ... relevantes e adequados ao processo de ensino e aprendizagem em contexto escolar no Ensino Básico. A aula enquadra-se num bloco temático de exploração de conceitos didáticos e suas implicações (metodológicas, recursos, ...) na ação do professor e dos alunos na integração do trabalho experimental em sala de aula. A vivência da atividade descrita suportará a procura de situações concretas que ilustrem (em sintonia ou não) orientações teóricas da didática. A aula decorre num laboratório equipado preponderantemente para as ciências da vida, com quatro bancadas centrais onde no quotidiano se formam 4 grupos de alunos.</p> <p>Descrição geral da aula:</p> <p>Esta aula foi dedicada à SF-C “Eficiência de chuveiros” de acordo com a sequência didática estabelecida. No desenvolvimento da proposta de trabalho identificaram-se as seguintes fases:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Abordagem contextual da temática. 2. <u>Apresentação do desafio</u> 3. <u>Identificação e exploração das propostas dos alunos.</u> 4. <u>Conceção e discussão de protocolo experimental de atividade prática a realizar.</u> 5. <u>Realização das atividades experimentais.</u> 6. <u>Apresentação e análise de resultados.</u> 	<p>Contextualização da aula para se compreender os exemplos referenciados abaixo indicados</p>


Continua

Continuação

<p>13.2</p> <p>13.8</p>	<p>Episódio 1 (Abordagem contextual da temática)</p> <p>Tendo em vista aprofundar conhecimentos e avivar a memória sobre ideias, contextos e relações relativos à água em Portugal e no mundo, propus aos alunos que pesquisassem informação sobre diversidade, quantidade e qualidade de recursos hídricos a nível local, regional e mundial; consumos de água <i>per capita</i> em Portugal e no mundo; atividades humanas que envolvem consumo de água; modelo de regulação do sector das águas; sistemas intermunicipais de abastecimento de água.</p> <p>Reunidos em mesa redonda, com recurso a projetor e computador pedi aos alunos para apresentarem dos documentos encontrados os mais relevantes para os conhecermos e discutirmos.</p> <p>Aluno A – Neste mapa encontrei informação sobre escassez de água no mundo. Sobressai a dificuldade no centro de África – Escassez económica de água.</p> <div data-bbox="542 656 771 833" style="text-align: center;"> <p>Mapa relativo à escassez de água pelo Mundo</p> </div> <p>Aluno A – Exatamente ... Explorar... aquela população vive com o mínimo mas eles exploram o máximo.</p> <p>Aluno B – É mais ou menos.</p> <p>Aluno C – Se eles não tivessem mandado as pessoas que estavam lá embora se calhar...</p> <p>Aluno D – ... dado não poder evoluir ao ritmo que eles estão a explorar.</p> <p>A discussão estava orientada para questões de desigualdade na distribuição mundial de oportunidades de acesso à água e nas relações que isto tem entre regiões ou países ricos e regiões ou países pobres. [...]</p>	<p>Os alunos apresentam o contexto na forma oral e escrita</p> <p>Os alunos trabalham conhecimento prévio para adiantar um possível caminho para resolver o problema</p>
<p>13.1</p> <p>13.4</p>	<p>Episódio 2</p> <p>Apresentação do desafio aos alunos: Identificação e exploração das propostas dos alunos quanto a critérios importantes para a tomada de decisão na compra de um chuveiro.</p> <p>Professor – Vimos que o chuveiro é um objeto comum e que por ele passa uma quantidade muito significativa da água que se consome numa casa diariamente. Deixo-vos o seguinte desafio:</p> <p>Na perspectiva de um consumidor que precisa de substituir um chuveiro e que tem estas três opções. Pretendes que seja o mais eficiente:</p> <p>- Que fatores podem e devem ser considerados na escolha, que critérios devem influenciar a minha escolha?</p> <p>Sobre alguns eventualmente posso logo apreciar, relativamente a outros pode haver a necessidade de experimentar. Neste caso como o posso fazer?</p> <p>Aluno A – Professor mas quando vamos comprar não se pode experimentar, tenho de confiar no que ali diz (na embalagem)</p> <p>Professor – Muito bem, neste aqui por exemplo diz que poupa 50% de água. Posso ou não confiar no que aqui diz?</p> <p>Aluno A – Pode poupar num e noutra não.</p>	<p>O professor apresenta uma situação do dia-a-dia</p>

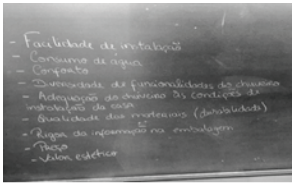
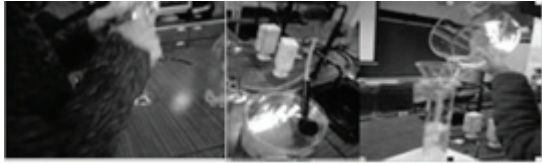
Continua

Continuação

<p>13.3</p>	<p>Professor – Vamos então procurar identificar os critérios a observar para fundamentar a nossa escolha, decidir sobre abordagem experimentais que necessitemos para apreciar o grau de verificação dos critérios. No fim pretendo que apresentem a vossa escolha e os seus fundamentos.</p>  <p>Professor – Têm aqui os três chuveiros. Têm todos os elementos que teriam na loja, a embalagem com as informações e o preço unitário. Organizem-se em grupos pelas três bancadas. Professor – Há dúvidas sobre a tarefa?</p>	<p>O professor apresentação o contexto através de recursos diversos</p>
<p>13.7 13.8</p>	<p>Revimos a tarefa e de seguida os alunos deslocaram-se para as bancadas para trabalharem. Fui acompanhando as discussões em cada grupo. Junto do grupo Aluno A – Pensamos nestes critérios preço; qualidade do chuveiro; conforto e eficiente em poupar água. Pensamos que o último é o mais importante porque se for eficiente poupa água e também se ganha dinheiro. Professor – OK, pensaram já nos conceitos de eficácia e eficiências? Exploramos em pequeno grupo. Professor - Sobre a eficiência significa então conjugar ... Aluno A - Conforto com qualidade de chuveiro. Professor - O que queres dizer com qualidade de chuveiro? Aluno A - Se for um material fraquinho... Aluno C – Então é outro critério Professor – talvez durabilidade, acrescentem. Professor - Mas estávamos a conversar que para ter noção sobre eficiência necessitamos de saber sobre conforto e sobre o quê mais? Aluno C – E quantidade de água. Aluno D – não tínhamos pensado nisso assim tipo sair só uma gotinha, tínhamos pensado em conforto, assim por exemplo, este faz massagens ... Professor – Mas isso é conforto na mesma, não é? Aluno A – Pois é. Professor – Ainda não falaram do consumo. Aluno A – Sim, pois é. A aluna passou a explicar como faria a experiência para apreciar a quantidade de água gasta num intervalo de tempo por diferentes chuveiros. Apesar de estarem antes com dificuldades em referir que necessitavam deste parâmetro para saber sobre a sua eficiência, já tinham pensado como o testar. [...]</p>	<p>Alunos mobilizam conhecimento e trabalham ideias mobilizadoras</p>

Continua

Continuação

<p>13.5</p>	<p>Professor – Vamos então sistematizar as vossas ideias. Tínhamos duas tarefas: Identificar critérios a apreciar na escolha e como testar a presença desses critérios. Uma aluna foi ao quadro e apontou as contribuições de todos que foram sendo discutidas. Resultou o seguinte:</p> 	<p>Os alunos sistematizam a informação</p>
<p>13.6</p>	<p>[...] Os alunos passaram à experimentação. No decurso desse trabalho tiveram oportunidade de conhecer materiais e equipamentos novos para eles tais como válvula de retenção de pressão, fita de teflon, tubos e vedantes.</p>  <p>[...]</p>	<p>Os alunos manuseiam materiais</p>

4. INSTRUMENTO DE AJUDA N.º 4 – COMO APROXIMAR O TRABALHO REALMENTE SOLICITADO AO ALUNO DO TRABALHO QUE SE PRETENDE QUE O ALUNO REALIZE

4.1 INTRODUÇÃO

As tarefas apresentadas aos alunos de Ciências Físicas podem mudar de características ao longo da aula, por exemplo, quando se apresentam partes das tarefas em diferentes fases ou se procedem a reformulações que alteram verdadeiramente as características iniciais das mesmas. Além disso, as tarefas realmente colocadas aos alunos podem não corresponder às verdadeiras intenções do professor. Devido a estas alterações, os alunos podem perder o controlo da tarefa, ficando confusos e acabando por não saber o que realmente têm de fazer.

4.2 O QUE É O “TRABALHO REALMENTE SOLICITADO AOS ALUNOS” E QUAL A SUA RELEVÂNCIA

O “trabalho realmente solicitado ao aluno” é o pedido efetivo de uma ação ou conjunto de ações, na forma escrita, oral e/ou gestual, que o aluno tem de

realizar para alcançar, dentro de um certo tempo, uma resposta a uma questão ou outro tipo de solicitação do professor, com a intenção de promover ou favorecer certas aprendizagens. No entanto, nem sempre o trabalho solicitado aos alunos é concordante com as intenções do professor. Uma tarefa com interesse do ponto de vista didático deve dar aos alunos um aceitável domínio sobre as suas ações, de modo que estes saibam o que estão a fazer e possam ter um envolvimento produtivo na sua realização. Por outro lado, deve cumprir uma série de objetivos educacionais fixados pelo professor, sendo o principal proporcionar ao aluno uma atividade que possa desenvolver com alguma autonomia, pois só assim poderá efetivamente adquirir conhecimentos e desenvolver competências.

Contudo, se uma tarefa pode ser clara para alguns alunos para outros pode não o ser, levando-os a solicitar, sistematicamente, a ajuda do professor. Se os alunos não entendem os objetivos de uma tarefa proposta, o professor pode descodificá-la em diferentes momentos ao longo da aula, alterando-a de forma sensível. Deste modo, o professor pode condicionar a ação dos alunos quando estes não sabem exatamente o que têm de fazer e ficam dependentes das suas orientações. Nestas circunstâncias, a tarefa realmente solicitada foi sendo reformulada pelas sucessivas intervenções do professor, que podem prejudicar seriamente a aprendizagem dos alunos.

4.3 QUE COMPETÊNCIAS PODEM SER DESENVOLVIDAS COM O TRABALHO REALMENTE SOLICITADO AO ALUNO

Se o trabalho realmente solicitado se aproximar do trabalho pretendido, as competências que se prevêem desenvolver com a tarefa podem, de facto, ser desenvolvidas.

4.4 COMO FAZER COINCIDIR O “TRABALHO REALMENTE SOLICITADO” COM O PRETENDIDO?

Escrever a tarefa para se apurar a sua clareza, bem como documentá-la na medida do necessário.

Desde o início da tarefa, seja esta aberta ou fechada, os alunos devem saber o que se espera deles. Como tal, o professor deve fornecer indicações claras sobre os objetivos assim como do produto final que deverão obter (I4.1) (por exemplo: se a resposta é para apresentar aos colegas da turma, se é uma resposta por escrito, se haverá debate com os colegas, etc.).

Adequar a linguagem de apresentação da tarefa ao nível de ensino dos alunos e ao curso em que se inserem. Compete ao professor o papel de a clarificar, ajudando os alunos a aceder ao contexto linguístico usado, de modo que estes não sejam induzidos em erro (I4.2).

Antes do início da tarefa, o professor deve confirmar que o enunciado desta é claro e inequívoco (I4.3) para os alunos, por exemplo, solicitando-lhes que a formulem com as suas próprias palavras.

Os recursos devem ser prévia e devidamente preparados, confirmando a sua viabilidade, evitando constituir uma dificuldade acrescida na obtenção de resultados (I4.4), a qual pode ter um impacto negativo no envolvimento dos alunos na realização da tarefa.

Ao formular aos alunos uma questão importa dar-lhes tempo para refletirem devidamente na resposta. Uma forma de os ajudar é pedir-lhes que escrevam primeiro uma resposta para si no caderno e só depois a partilhem com os colegas. No caso de serem dadas respostas imediatas (I4.5), estas devem ser aproveitadas pelo docente para ajudar a aumentar o conhecimento dos alunos, por exemplo, devolvendo a resposta à turma e não apenas para dar seguimento ao discurso “pensado” pelo professor, cujo objetivo apenas este conhece.

4.5 COMO DETECTAR UMA TAREFA “MAL” APRESENTADA?

Se a tarefa conduzir a uma resposta ou comportamento diferente do inicialmente pensado pelo professor (I4.6), pode indicar que os alunos não a entenderam ou têm alguma dificuldade que precisa de ser identificada

Se os alunos têm uma reação de estranheza ou de não envolvimento, pode revelar que não compreenderam a tarefa solicitada.

Verificar se os alunos fazem sucessivas questões (I4.7) no sentido de clarificar a tarefa que lhes foi proposta.

Verificar se os alunos identificam as condições concretas em que um determinado fenómeno ocorre.

4.6 COMO AUMENTAR O RENDIMENTO DO TRABALHO DOS ALUNOS COM A FORMA DE APRESENTAÇÃO DAS TAREFAS?

Os alunos devem ser responsabilizados no sentido de trabalharem com autonomia e disciplina (I4.8).

O enunciado da tarefa, se o houver, pode ser lido em voz alta por um aluno (I4.9) para toda a turma.

Para o envolvimento dos alunos na tarefa é crucial explicitar a organização social da sala de aula (I4.10) como, por exemplo, explicando o papel dos alunos nos grupos de trabalho.

O modo como a tarefa é formulada não pode induzir o aluno a ideias erradas sobre o trabalho científico (I4.11), não permitindo, por exemplo, que seja entendida como uma mera brincadeira.

Nas fases iniciais da tarefa é necessário comprometer os alunos, efetuando alguma encenação, usando um tom de voz mais envolvente e tentando captar a sua atenção para algo que está prestes a acontecer. O professor deve formular questões aos alunos para se aperceber sobre a compreensão que eles têm da tarefa.

O produto final da tarefa deve ser devidamente especificado pois se os alunos sabem o que “procuram” não têm necessidade de questionar permanentemente o professor.

Se a tarefa surgir em contexto numa situação física, esta deve ser devidamente

explorada de modo que os alunos possam identificar as condições empíricas do fenómeno sobre o qual estão a trabalhar.

As respostas obtidas por alguns alunos podem servir de mote para o lançamento de novas questões, a trabalhar por toda a turma, enriquecendo assim o ambiente de sala de aula.

4.7 SÍNTESE

A diferença entre o trabalho realmente solicitado ao aluno e o pretendido pelo professor é um problema frequentemente detetável e pode ser corrigido. É uma dimensão da mediação que facilmente pode ser trabalhada e implementada em sala de aula pelos professores. A adequada formulação e apresentação das tarefas aumenta o envolvimento produtivo dos alunos, podendo ter consequências muito positivas na sua aprendizagem.

4.8 SUGESTÕES DE LEITURA

Para uma primeira abordagem: Lopes, 2004.

Para leituras aprofundadas: Lopes, Cravino, Branco, Saraiva e Silva, 2008.

Tabela 4: Exemplos e contra exemplos referenciados no instrumento de ajuda n.º 4

Excertos	Excertos da narração multimodal do Professor D – 8º ano de Escolaridade	Comentários
	<p>Informações Contextuais: Trata-se de um grupo de alunos com idades compreendidas entre os 13 e os 16 anos, que frequentam pela primeira vez o 8º ano de escolaridade e dos quais apenas 5 apresentam retenções ao longo do seu percurso escolar.</p> <p>A escola tem pouca disponibilidade de salas e, por isso, não há desdobramento das turmas para aulas práticas.</p> <p>Como necessitei que os alunos viessem para o laboratório troquei de sala com outra colega, pelo que esta foi a primeira aula neste ambiente e com esta organização de trabalho, o que motivou alguma agitação e desconcentração nos alunos. Na sala onde trabalhei com a turma nos períodos anteriores, nunca se sentaram em grupos pois não havia espaço suficiente para nos podermos mover na sala (tratava-se de uma sala que faz parte de um pré-fabricado improvisado pela escola para fazer face ao problema do excesso de alunos, que é designado como “os palheiros” dada a manifesta falta de condições dessas salas). Os alunos anteriormente trabalharam quase sempre em pares. [...]</p> <p>Deste modo, os 22 alunos foram distribuídos por grupos de trabalho com 4 ou 5 elementos cada [...]</p>	<p>Contextualização da aula para se compreender os exemplos referenciados abaixo indicados</p>

Continua

Continuação

<p>14.10</p>	<p>Narrativa sintética de toda a aula: Comecei por organizar os alunos em cinco grupos de trabalho (ver figura 2) e chamei à atenção para a necessidade manterem organizadas as mesas de trabalho, o que demorou cerca de 8 minutos. [...] mostrei uma fotografia com peixes mortos a boiar num lago em consequência da acidificação das águas (Situação Física) e questionei os alunos, com base nos conhecimentos já adquiridos na disciplina de Ciências Naturais, acerca de tal fenómeno. [...] Passados 9 minutos desde o início da aula, distribui pelos grupos um questionário relativo à situação física com cinco perguntas sobre este tema, em tiras de papel. Enquanto fazia a distribuição, pedi aos alunos que passassem para o caderno todas as questões a que teriam de responder. [...] Após os alunos terem terminado de escrever as respostas no quadro e nos cadernos, fui colocando nas mesas de trabalho o material necessário para a execução da 2ª tarefa que consistia na neutralização de uma solução aquosa de hidróxido de sódio, através da ação do CO₂ libertado pelos alunos, enquanto falavam para dentro do Erlenmeyer que continha a solução. Esta tarefa foi apresentada numa tira de papel que continha a explicação da tarefa (tipo exemplar) e questões relativas à interpretação do fenómeno em causa. Uma vez mais pedi aos alunos que passassem as questões para o caderno. Expliquei a tarefa que iriam realizar e exemplifiquei falando para dentro do Erlenmeyer. [...]</p>	<p>O professor explicita a organização social da aula</p>
<p>14.8 14.9 14.3</p>	<p>[...] Episódio 2: Início aos 42 min 30 s Fim aos 1h: 11min: 40s Comecei por distribuir uma folha a cada dois alunos (tal como na tarefa 1) com as indicações sobre a segunda tarefa a realizar (figura 6). De seguida distribuí o material necessário.</p> <div data-bbox="434 1011 881 1172" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Tarefa 2: Na tua bancada de trabalho encontra-se um erlenmeyer contendo uma solução aquosa de hidróxido de sódio. Passo 1: Adicionem umas gotas de fenolftaleína à solução. Passo 2: Ordenem à solução que mude de cor, falando para dentro do erlenmeyer. Passo 3: Se a solução não mudar de cor, <i>significa que a vossa voz é pouco poderosa!!!!</i> Passo 4: Anotem no caderno todas as observações e respondam nos vossos cadernos à questão: Porque razão a solução mudou de cor? Passo 5: Tentem elaborar o esquema de palavras que traduz a reacção química.</p> <p style="text-align: center;">Figura 6: Apresentação da segunda tarefa</p> </div> <p>O Tiago ao começar a ler a folha perguntou-me o que era um Erlenmeyer e eu mostrei-lhe que era o recipiente que eu tinha na mão e estava a colocar nas mesas de cada grupo. De seguida pedi aos alunos para lerem o que estava na folha. No entanto verifiquei que estavam a brincar com o Erlenmeyer e ainda não tinham lido o que estava nas folhas. Uma vez mais o Samuel estava a fazer-se de engraçado e a fingir que bebia o líquido do Erlenmeyer que havia colocado no seu grupo. Chamei à atenção da turma para que lessem as folhas e referi que devia ser um aluno (porta-voz) a ler alto a pergunta para os outros ouvirem. No seu grupo a Carina leu o primeiro passo indicado na folha. Como o fez em voz alta toda a turma pode ouvir o que ela dizia: - Adicionar umas gotas de fenolftaleína... Eu fui acompanhando a leitura: - E o que vão fazer depois...? - Depois, ordenem à solução que mude de cor – continuou o Bruno M. - Vocês vão ter de falar para dentro do recipiente – reforcei eu. - Mas primeiro temos de lhe dar cor – expliquei eu enquanto dei à Alice o conta-gotas com a fenolftaleína para que adicionasse umas gotas à solução do grupo 1.</p>	<p>O professor chama o aluno a atenção, no sentido de o responsabilizar para trabalhar com disciplina.</p> <p>O professor indica que o enunciado deve ser lido em voz alta por um aluno.</p> <p>O professor confirma se os alunos compreenderam a tarefa.</p>

Continua

Continuação

<p>14.2 14.4</p>	<p>Os alunos compreenderam o que tinham de fazer. No entanto, como a solução estava muito concentrada a mudança de cor da solução não aconteceu rapidamente e isso gerou muita perturbação ao trabalho dos grupos. Entretanto, fui-me deslocando de grupo em grupo para que os alunos compreendessem que a mudança de cor esperada se devia ao facto de a solução inicial ser básica e de eles estarem a adicionar CO₂ à solução à medida que falavam para dentro dela.</p>	<p>O professor verifica que os recursos não são adequados e que induzem os alunos em erro.</p>
<p>14.6 14.11</p>	<p>Enquanto interagia com cada grupo, ouviam-se os outros alunos a tentar fazer com que as respetivas soluções mudassem de cor. Como a frase escrita no passo 2 refere que “ordenem à solução que mude de cor” alguns alunos chegavam a berrar para dentro da solução, o que gerou perturbação na aula. Eu não me havia apercebido que ao colocar a questão desta forma os alunos iam associar a mudança de cor à voz e não ao CO₂ lançado para a solução à medida que falavam para dentro do recipiente. Fui continuando pelos grupos para os levar a perceber o que estava em jogo: - Se tem esta cor, é porque estamos em presença de uma solução, quê? – perguntei aos alunos do grupo II. - Carmim – respondeu o Ricardo. - Se ela tem esta cor com a solução de fenolftaleína, que solução é esta? – repeti eu. - É uma solução...?- continuei eu na tentativa que os alunos percebessem que se tratava de uma solução alcalina. Como esta questão da cor dos indicadores já havia sido abordada anteriormente, sugeri que fosse ver nos cadernos. - Então, é ácida ou alcalina? – perguntei eu. - É alcalina – responde o Pedro. - É básica - responde o Tiago. Concordando com as respostas dadas, acenei com a cabeça e repeti que era uma solução básica. [...]</p>	<p>O professor verifica que a tarefa inicialmente pensada por ele, não foi interpretada da mesma maneira pelos alunos, levando os alunos a ideias erradas do trabalho científico</p>
<p>14.7</p>	<p>(Tempo intermédio: 57 min 15 s) [...] Entretanto a Carina (grupo I) pede ajuda (1 h 02 min 03 s) e eu vou até lá: - Diz-me..... A Carina mostra-me o caderno e lê o que escreveu relativamente à interpretação da reação química: - Aqui nós juntamos água mais fenolftaleína..... - O que é que vocês tinham aqui dentro do frasco? ... – perguntei eu ao perceber que o grupo não conseguiu identificar as substâncias envolvidas na reação. - Água.... – diz a Alice. - Eu queria dizer o que estava dentro do frasco ... - continuei eu. - Aquosa de dióxido....hidroxi.....óxido de sódio – tenta o Bruno M., que não conseguia dizer o verdadeiro nome da solução aquosa. Ao que a Carina atalha: - Hidróxido de sódio. - Tínhamos hidróxido de sódio, que era uma solução.....? – perguntei eu. - Ácida – diz o Bruno M - Básica – tentam a Carina M. e a Alice. - Básica.... juntaram-lhe.....? – perguntei eu, na tentativa de os levar a entender quem eram os reagentes. - Dióxido de carbono - diz o Bruno M. - Fenolftaleína – diz a Carina - Não. A fenolftaleína era só o indicador. O que vocês puseram lá dentro foi...? – continuei eu. - Dióxido de carbono – completa o Bruno M. - Então, o vosso dióxido de carbono teve que reagir com.....? - Hidróxido de sódio – disseram em simultâneo o Bruno M e a Carina. - Mas não reagiu diretamente, porque em primeiro ele transformou-se em.....? - ... (silêncio)</p>	<p>O professor verifica que os alunos fazem sucessivas perguntas para clarificar o que têm que fazer.</p>

Continua

Continuação

<p>14.8</p>	<p>- Eu queria ver se vocês lá chegavam sem eu dizer nada..... tentem.... Como já haviam percebido o papel do dióxido de carbono deixei-os a pensar mais sobre o assunto, para tentarem perceber a acidificação e dirigi-me ao grupo II, que havia chamado por mim. Mostraram-me a sua resposta no caderno: - Com oxigénio? Era oxigénio que estava dentro do recipiente? – perguntei aos elementos do grupo, após ter lido o que tinham escrito. - Não. Era dióxido de carbono - responde o Tiago, que de seguida apaga o que havia escrito e é imitado pelos colegas. Deixei-os a pensar novamente sobre o assunto. Quase de imediato o grupo V chama por mim. Li o que escreveram (figura 7):</p>	<p>O professor tenta que os alunos trabalhem com autonomia</p>
<p>14.5</p>	<div data-bbox="554 560 772 711" data-label="Image"> </div> <p>Figura 7: Esquema de palavras para traduzir a reação química (grupo V)</p> <p>- pronto, está aí tudo explicado o que tu viste: água mais fenolftaleína, deu solução alcalina, deu cor carmim mais dióxido de carbono, resultou em mudança de cor. [...]</p>	<p>O professor deixa os alunos a pensar sobre a tarefa</p>
<p>14.1</p>	<p>(Tempo intermédio: 1 h 05 min 20 s) Quando todos os grupos estavam a acabar de escrever no caderno as respostas às questões perguntei se já estavam em condições de vir ao quadro: - Quem é que está em condições de responder à pergunta? - Eu, stora.... – diz o Ricardo. - Vocês também? – perguntei dirigindo-me ao grupo I. - Vocês aqui, já têm uma resposta? - perguntei olhando para o grupo V? - Posso começar a ver as respostas dos grupos? - Pode! – ouvem-se as vozes do Bruno M, do Ricardo e do Pedro S. Voltei a referir que cada grupo apresenta a sua resposta e pedi que não fizessem comentários pouco oportunos. Realcei que iriam sair respostas diferentes em todos os grupos e que todas eram válidas. As críticas e os comentários deveriam ser oportunos. [...]</p> <p>Nota: Todos os alunos estão identificados por nomes fictícios.</p>	<p>O professor na apresentação da tarefa não explicita que o produto final é apresentar a resposta da tarefa para a turma (Contraexemplo)</p>

5. INSTRUMENTO DE AJUDA N.º 5 – COMO PROMOVER PRÁTICAS EPIS-TÉMICAS NA SALA DE AULA

5.1 INTRODUÇÃO

Os alunos quando solicitados a observar, formular hipóteses e outras tarefas relacionadas com a atividade científica estão a desenvolver habilidades para lidar com o conhecimento científico. Em filosofia estas práticas denominam-se de epistémicas.

Se os alunos forem envolvidos nestas atividades têm a oportunidade de mobilizar conhecimentos prévios, construir uma melhor compreensão conceptual e

desenvolver competências de alto nível. O professor poderá ajudar a fazer com que estas atividades tenham efetivamente lugar na sala de aula e que os alunos adquiram consciência dos processos de construção de conhecimento.

5.2 O QUE SÃO PRÁTICAS EPISTÉMICAS E QUAL A SUA RELEVÂNCIA

No ensino, por prática epistêmica entende-se o trabalho que o aluno realiza com vista à construção de conhecimento científico tendo como referência a atividade dos cientistas. As práticas epistêmicas emergem das atividades de pesquisa realizadas pelos alunos, tendo por base um problema ou questão. Durante estas atividades os alunos reúnem informação, aplicam conhecimentos anteriores, argumentam, formulam e testam hipóteses, estabelecem relações, identificam condições empíricas, avaliam criticamente, fazem previsões, observam, interpretam, comunicam, criam ou alteram representações simbólicas e validam os conhecimentos construídos junto dos seus pares ou junto do professor. Tal só é possível se: (a) as tarefas propostas aos alunos forem trabalhadas como situações-problema; (b) a mediação do professor permitir que os alunos tenham um controlo da tarefa e os ajude a ganhar consciência dos processos de construção e validação do conhecimento.

As práticas epistêmicas na sala de aula têm um papel fundamental no ensino e na aprendizagem, pois envolvem a reconstrução, apropriação associada à produção, comunicação e avaliação de conhecimentos, em contextos educativos. Estas levam os alunos a vislumbrarem a ciência como um empreendimento humano no qual vale a pena participarem.

5.3 QUE COMPETÊNCIAS PODEM SER DESENVOLVIDAS COM AS PRÁTICAS EPISTÉMICAS

Um ensino que dê atenção às práticas epistêmicas permite um desenvolvimento de competências e conhecimentos mais avançado, do que o de um ensino centrado na apresentação de assuntos e orientado estritamente para a aprendizagem de conceitos.

Em particular, as práticas epistêmicas ocorridas em sala de aula podem permitir desenvolver, de acordo com a tarefa e a mediação do professor, algumas das seguintes competências e atitudes: (a) descrição de fenómenos físicos ou acontecimentos; (b) formulação de questões, problemas e hipóteses; (c) manipulação de objetos tecnológicos com destreza; (d) identificação de componentes CTS num problema; (e) relacionamento da física com fenómenos quotidianos; (f) identificação e utilização de leis básicas das Ciências Físicas nos grandes problemas da humanidade; (g) avaliação de valores ou dilemas éticos envolvidos num problema; (h) recolha, tratamento e organização de informação relevante; (i) resolução de problemas; (j) avaliação da solução e processo de resolução; (k) planeamento de experiências; (l) obtenção e tratamento de dados durante a procura de resultados; (m) domínio de técnicas experimentais; (n) identificação e controlo de variáveis; (o) previsão do desenvolvimento dos fenómenos; (p) medição de grandezas físicas; (q) conceção e manipulação de um sistema experimental; (r) comparação de previsões com resultados utilizando um modelo; (s) iden-

tificação de objetos e/ou sistemas físicos; (t) construção, utilização e avaliação de modelos recorrendo a representações gráficas ou outras; (u) capacidades de cálculo; (v) estabelecimento e utilização de relações (funcionais, causais, etc.); (x) explicação de um fenómeno ou acontecimento; (y) transformação de uma linguagem noutra; (z) argumentação com base no conhecimento e em evidências explicitando as condições de validade; (w) capacidade de exposição e crítica de ideias; (aa) comunicação de resultados e ideias usando meios adequados à mensagem e adaptados ao destinatário; (ab) análise de um argumento.

5.4 COMO PROMOVER PRÁTICAS EPISTÉMICAS NA SALA DE AULA?

Potenciar a autonomia dos alunos, sustentada pela organização social da sala de aula, estimulando-os a assumirem um papel ativo e cooperativo.

Respeitar a autonomia dos alunos, mas sem deixar de os orientar e apoiar (15.1), dando particular atenção ao desenvolvimento de atividades práticas, nomeadamente, no que concerne a eventuais montagens de sistema experimental, medições, uso de aparelhos (15.2), etc.

Solicitar aos alunos a avaliação e o aprofundamento das suas ideias (15.3), tornando visíveis e valorizando as formas de pensamento destes.

Propor tarefas abertas, sob a forma de desafio (15.4), adequadas aos alunos, de modo a envolvê-los numa atividade dialógica que consista não somente no desempenho das tarefas físicas mas, também, na proposta de ideias, argumentações e contradições das mesmas. O professor deve potenciar atitudes positivas e proporcionar aos alunos um ambiente próximo do de uma investigação coletiva, através de uma aprendizagem que promova a partilha e o despoletar de ideias por parte dos alunos.

Incentivar os alunos a formularem hipóteses com base nos seus saberes disponíveis e a elaborarem estratégias que as permitam testar.

Dar particular atenção à análise dos resultados (15.5), à sua interpretação física e fiabilidade, mediante os conhecimentos disponíveis, das hipóteses formuladas e dos resultados de outros alunos, promovendo uma reflexão sobre eventuais conflitos entre alguns resultados e as conceções iniciais.

Solicitar aos alunos a avaliação ou aprofundamento das suas respostas ou resultados, através da argumentação, exposição das condições empíricas, fornecimento de pistas que lhes permitam avançar e disponibilização de recursos (15.6) e conhecimentos.

5.5 POTENCIAR O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DOS ALUNOS ATRAVÉS DA OCORRÊNCIA DE PRÁTICAS EPISTÉMICAS (Ações do Professor)

Usar situações problemáticas contextualizadas, que constituam um desafio para os alunos e que estes possam apropriar, tendo como objetivo o desenvolvimento de atividades de pesquisa.

Adotar abordagens qualitativas, que ajudem os alunos a alcançar a compreensão das situações-problema apresentadas, à luz dos conhecimentos disponíveis. Para tal, o professor deve começar por formular questões sobre aquilo

que se pretende alcançar, tendo em consideração que os processos discursivos adotados fazem mais do que ensinar conceitos e métodos científicos.

Propor tarefas que promovam o desenvolvimento de práticas epistêmicas na sala de aula, nas quais os alunos se envolvam, tais como: observar, descrever, formular questões, manipular objetos, prever, avaliar criticamente, comunicar, etc. (ver ponto 3). Isto pressupõe a existência de: (a) situações físicas com as quais os alunos possam interagir, sejam estas reais, simuladas ou representadas, (b) um problema autêntico e aberto que permita aos alunos diferentes abordagens e percursos com vista a uma solução.

Ajudar os alunos a terem ideias claras dos propósitos das tarefas que realizam, ainda que abertas. Frequentemente, os alunos realizam trabalho em sala de aula com uma ideia muito vaga sobre o que estão a fazer, não compreendendo o propósito das tarefas e as razões para a sua escolha. É fundamental que saibam o que procuram e quais as ações que necessitam efetuar para alcançarem a resposta ou solução ao problema ou questão, uma vez que só assim podem ter um controlo aceitável sobre as ações que desenvolvem.

Dar autonomia aos alunos até concluírem as tarefas, evitando antecipar as respostas dos alunos.

Incentivar os alunos a aprofundarem os seus raciocínios.

Avaliar predominantemente de modo formativo, para favorecer a autorregulação do trabalho dos alunos (reformulação ou reorientação da sua ação, tomando consciência daquilo que estão a fazer).

Valorizar o trabalho cooperativo intra e inter-grupos e o erro como alicerce na construção do conhecimento.

5.6 SÍNTESE

Para implementar práticas epistêmicas é importante propor tarefas com situações físicas que permitam o exercício e desenvolvimento de capacidades epistêmicas, isto é, propondo um problema autêntico e aberto, moldado em contexto real e mobilizador de recursos cognitivos e materiais, que permita aos alunos diferentes abordagens e percursos com vista a uma solução.

A dimensão coletiva do trabalho científico, pode ser bem representada em contexto de sala de aula, organizando-se o trabalho em equipas e facilitando-se a interação entre estas.

A validação de resultados, a sua interpretação física e fiabilidade, à luz do corpo de conhecimentos disponível, das hipóteses formuladas e dos resultados de outros autores (alunos), permite uma reflexão sobre eventuais conflitos entre alguns resultados e as conceções iniciais. A pressão em encontrar a resposta correta, através das experiências realizadas, pode levar os professores a simplificarem demasiado e, conseqüentemente, os alunos serem confrontados com uma apresentação simplista de resultados.

No desenvolvimento das práticas epistêmicas, o professor deve implementar uma avaliação que possibilite a monitorização da aprendizagem e o fornecimento de *feedback* promotor da autorregulação do aluno, de modo que este tenha sempre presente o percurso já realizado e os objetivos a atingir.

5.7 SUGESTÕES DE LEITURA

Para uma primeira abordagem: Lopes, 2004.

Para leituras aprofundadas: Bennett e Kennedy 2001; Cook e Brown, 1999; Hodson, 2001; Jiménez-Aleixandre e Reigosa, 2006; Mortimer e Scott, 2003.

Tabela 5: Exemplos e contra exemplos referenciados no instrumento de ajuda n.º 5


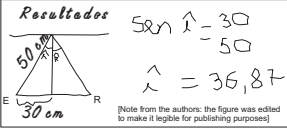
Excertos	Excertos da narração multimodal do professor E – 11º Ano de Escolaridade	Comentários
	<p>FQ 11º Ano Conceitos: Propriedades das ondas Contexto: Comunicações a longa distância Tempo total da aula: 2 h 12 min 55 s Hora do início da aula: 8 h 22 min 55 s Hora do final da aula: 10 h 45 min 05 s Informações Contextuais:</p> <p>A intervenção aconteceu numa turma de 22 alunos de idades compreendidas entre os 15 e 16 anos e cujo nível socioeconómico é médio/elevado. Estes alunos frequentavam o 11º Ano do Ensino Secundário na disciplina Física e Química. A aula enquadra-se no capítulo das comunicações e em particular nas comunicações a longa distância. A aula decorre numa sala onde a professora organiza conforme a planta apresentada, porque a acha mais útil para a discussão entre todos.</p> <p>Esta aula era destinada a trabalho prático/experimental pois só está metade da turma e a aula é de 135 minutos. A sala onde tiveram aula foi na 3B, que a professora dispõe um U. Esta sala fica ao lado do laboratório e da sala de arrumos de material de laboratório.</p> <p>[...]</p> <p>Narrativa sintética de toda a aula: [...]</p> <p>De seguida informei que na presente aula vão fazer uma atividade experimental. Distribuí a 1ª folha da ficha de trabalho e pedi um voluntário para ler a situação física que consta na ficha de trabalho e o problema.</p> <p>[...]</p> <p>Esperei que os alunos formulem as suas hipóteses. Pedi-lhes que lessem as respetivas respostas em voz alta. Discuti com os alunos as respostas semelhantes e as diferentes e propus que as completassem. Informei-os que iriam realizar a atividade experimental para, no fim da mesma, completarem ou reformularem as respostas já obtidas e pedi para pegarem na 2ª folha do protocolo. Apresentei de novo o material que estes tinham à sua disposição para proporem um procedimento experimental que verifique os fenómenos mencionados pelos alunos anteriormente. Pedi aos alunos para se dividirem em dois grupos de trabalho, que lessem atentamente e consultassem alguns manuais, manuseando os equipamentos e confraternizando com os colegas projetem a atividade a desenvolver para comprovar a hipótese.</p> <p>[...]</p> <p>Às 9 h 36 min ou seja passado 1 h e 14 min desde o início da aula verificam o que se regista no quadro e comparam com o seu, discutem estes resultados.</p> <p>Após terem ido ao intervalo, propus aos alunos que sabendo agora como fazer, que executassem a atividade experimental (um grupo de trabalho). Antes disso, questionei-os como registar os dados de forma a ter uma leitura mais facilitada.</p> <p>Às 10 h 13 min pedi aos alunos para ajudarem a construir a tabela no quadro para registarem os dados. De uma maneira os alunos vão colaborando comigo na elaboração da tabela.</p> <p>[...]</p>	<p>Contextualização da aula para se compreender os exemplos referenciados abaixo indicados</p>

Continua

Continuação

<p>15.4</p>	<p>[...] Professora: Já está esclarecida a dúvida? De certeza? Agora relativamente a transmissão de ondas via telemóvel, via satélite... vamos fazer uma atividade experimental para simular estas situações, vou distribuir uma folha na qual vem uma questão problema à qual eu quero que respondam, que formulem uma hipótese. Então o que nos diz o texto? Quem quer ler? Já sabem que quero que registem aí, para recolher no final da aula. Um aluno leu o texto da 1ª pergunta do protocolo (situação física):</p> <p style="text-align: center;"><small>Questão-Problema: 1. Nas comunicações por telemóvel e no satélite são utilizadas ondas de diferentes tipos de radiação. Em grande escala são utilizadas ondas que apresentam um conjunto de ondas parciais de modo a garantir a propagação para a grande maioria das ondas de todo o edifício. Como podemos modelar esta situação física em laboratório? Porque razão existem vários antenas repetidoras? É um teste para a distribuição entre elas? Porque é que se utilizam os satélites e outras aplicações de nível de alta? Formule uma hipótese de resposta para cada uma das questões anteriores.</small></p> <p style="text-align: center;">Figura 2: Folha 1 do protocolo</p> <p>Interrompi o aluno a meio do texto: o que é que isso quer dizer? Como podemos modelizar? Aluno: É um modelo. Professora: Muito bem, diga, diga... tenho de fazer um modelo que represente isso, mais... O aluno continua a ler. Professora: então há que refletir na vossa situação física e responder a estas questões físicas... então vá, toda a gente aí a responder! [...]</p>	<p>O professor coloca tarefa desafio</p>
<p>15.3</p>	<p>Professora: Isso não foi o que a Mariana disse... então não tem nada a ver. Consultem aí no vosso manual se é verdade ou não, e vejam a que comprimento de onda se propagam as micro-ondas? Um aluno leu o que estava no livro. Professora: mas isso não diz que são as micro-ondas... estamos a falar das micro-ondas! Como é que ficamos? Micro-ondas baixa frequência? Aluno: Sim, percorre maiores distâncias. Professora: Toda a gente concorda com isso? Em que ficamos? Toda a gente verificou? Sara Cunha, em que fica, diga lá? Qual é o seu veredicto? Sara responde e outros alunos interrompem. Professora: Um de cada vez... então? Concorda com eles? Quer ler a sua resposta? Professora: ouçam, eu vou perguntar sobre a aula... sobre as respostas que estão a ler! [...]</p>	<p>O professor pede ao aluno para aprofundar a sua resposta</p>
<p>15.2 15.1</p>	<p>Professora: Então agora para testarmos estas nossas respostas, vamos propor uma atividade para verificar a existência desses fenómenos, vou entregar a segunda folha para vocês registarem aí. Ora bem, então o que diz aqui na segunda folha?</p> <p style="text-align: center;"><small>1. Explique em palavras simples o que é a frequência de uma onda. 2. Explique em palavras simples o que é o comprimento de onda. 3. Explique em palavras simples o que é a amplitude de uma onda.</small></p> <p style="text-align: center;">Figura 8: 2ª Folha do protocolo</p> <p>Professora: Proponha uma atividade experimental que lhe permita dar resposta às questões anteriores. Vocês formularam uma hipótese sem comprovar na realidade se isso existia. Agora vamos por mãos à obra e propor a nossa atividade.</p>	<p>O professor pede aos alunos para executarem a atividade experimental dando-lhes autonomia</p>

Continua

<p>15.6</p>	<p>Já vos mostrei o material.</p>  <p>Figura 9: Material apresentado pela professora para utilizar na atividade experimental</p> <p>Temos aqui o emissor do micro-ondas, um recetor de micro-ondas, (diz aqui por trás qual é o emissor e o recetor, tem uma aparência igual, mas função diferente), temos fios elétricos, um detetor de corrente e isto são suportes para por exemplo apoiar assim e isto não rodar na mesa, é mais prático... temos vários obstáculos, incluindo o pano e temos uma fonte de alimentação... agora com este material, registem ai o que temos, as várias placas e a fonte de alimentação e proponham então uma atividade experimental que consiga visualizar estes fenómenos que vocês disseram... quais são? [...]</p>	<p>O professor disponibiliza recursos para a realização da atividade experimental</p>																								
<p>15.5</p>	<p>(10 h 10 min) O Miguel e a Rita começaram a fazer e eu alertei os outros alunos para observarem os seus colegas na execução da atividade. Solicitei ao Miguel que fosse explicando aos colegas e a estes que repassem bem para o que se estava a fazer e caso não concordassem, que o mencionassem.</p> <p>(10 h 13 min) Professora: O micro-ondas emite a que distância? - fiz esta pergunta no sentido de levar os alunos a refletirem na posição que devem colocar o emissor de micro-ondas e o recetor.</p> <p>De seguida perguntei como se iriam registar os dados obtidos. Os alunos respondem numa tabela.</p> <p>Pedi: "Então ajudem-me lá a construir a tabela, como tenho que pôr?"</p> <p>Com as opiniões dos diversos alunos construí no quadro uma tabela do género:</p> <table border="1" data-bbox="432 1070 882 1221"> <thead> <tr> <th>Placas</th> <th>Ângulo de incidência</th> <th>Ângulo de reflexão</th> <th>Difração</th> <th>Absorção</th> <th>Transmissão</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>metálica</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>preta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pano</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabela 1- tabela construída pela professora no quadro com a ajuda dos alunos, para registo de resultados experimentais</p> <p>Sugeri aos alunos que fossem registando conforme fossem fazendo.</p> <p>A Rita foi ao quadro registar o esquema de atuação relativamente aos ângulos entre o emissor e o recetor:</p>  <p>Figura 12: Esquema efetuado pela Rita no quadro com base no seu protocolo</p> <p>Pedi à aluna para explicar aos seus colegas o que significa cada uma das letras e em que é que consiste este esquema.</p> <p>A aluna explicou, mencionando que com estas medições já obteve os ângulos de incidência e de reflexão como resultado experimental. [...]</p> <p>Nota: Todos os alunos estão identificados por nomes fictícios.</p>	Placas	Ângulo de incidência	Ângulo de reflexão	Difração	Absorção	Transmissão	metálica						preta						pano						<p>O professor dá especial atenção à análise dos resultados</p>
Placas	Ângulo de incidência	Ângulo de reflexão	Difração	Absorção	Transmissão																					
metálica																										
preta																										
pano																										

REFERÊNCIAS

- Alarcão, I. (1996). Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. In Isabel Alarcão et al. (Eds), *Formação Reflexiva de Professores - Estratégias de Supervisão*, 9-40, Porto: Porto Editora.
- Anderson, M. (2006). Cognitive science and epistemic openness. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 5(2), 125-154.
- Askew, S. (2000). *Feedback for Learning* (1st Edition). London: Routledge.
- Ausubel, D. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Bennett, J. & Kennedy, D. (2001). Practical work at the upper high school level: The evaluation of a new model of assessment. *International Journal of Science Education*, 23(1), 97-110.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assesment and Education*, 5(1), 7-64.
- Bot, L., Gossiaux, P.-B., Rauch, C.-P., & Tabiou, S. (2005). 'Learning by doing': a teaching method for active learning in scientific graduate education. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 105-119.
- Brookfield, S. D. (1995). *Becoming a critically reflective teacher*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Butler, D.L., Lauscher, H. N., Jarvis-Selinger, S., & Beckingham, B. (2004). Collaboration and self-regulation in teachers' professional development, *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 435-455.
- Caamaño, A. (2005). Apresentação de la monografía: Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 46, 5-8.
- Carrara, M., Cherubini, P., & Giaretta, P. (2006). Symposium on "Cognition and Rationality: Part I". *Mind & Society*, 5(2), 167-171.
- Cook, S. D. N., & Brown, J. S. (1999). Bridging Epistemologies: The Generative Dance Between Organizational Knowledge and Organizational Knowing. *Organization Science*, 10(4), 381-400.
- Correia, M., & Freire, A. M. (2007). Perspectivas de professores de ciências físico-químicas do ensino básico sobre avaliação de competências. Em J. B. Lopes & J. P. Cravino (Eds), *Contributos para a Qualidade Educativa no Ensino das Ciências* (pp 268-271). Apresentado no XII Encontro Nacional de Ensino em Ciências, Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Crossouard, B. (2009). A sociocultural reflection on formative assessment and collaborative challenges in the states of Jersey. *Research Papers in Education*, 24(1), 77-93.
- Cunha, A. E., Branco, M. J., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. (2009a). Engaging students productively in Physical Sciences lessons: evidences from the mediation performed by two teachers. *ESERA 2009* (p 263). Apresentado em ESERA 2009 Conference, Istanbul, Turkey: ESERA.
- Cunha, A. E., Branco, M. J., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. (2009b). Envolver os Alunos de Forma Produtiva em Aulas de Ciências Físicas: Evidências para uma Proposta de uma Ferramenta para Ajudar os Professores. Em *Número Extra VIII Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 1561-1566). Apresentado em Enseñanza de las Ciencias, Barcelona: Enseñanza de las Ciencias.
- Cunha, A. E., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. (2011). Relação entre o esforço do professor para envolver os alunos e o envolvimento dos alunos durante a realização de trabalho experimental. Em L. Leite, A. S. Afonso, L. Dourado, T. Vilaça, S. Morgado, & S. Almeida (Eds), *XIV ENEC - Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania* (pp 69-80). Apresentado no XIV Encontro Nacional de Ensino em Ciências, Braga: Universidade do Minho.
- Cunha, A. E., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. A. (2012). Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 635-659.

- Danish, J. A., & Enyedy, N. (2007). Negotiated representational mediators: How young children decide what to include in their science representations. *Science Education*, 91(1), 1-35.
- Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Engle, R. A., & Conant, F. R. (2002). Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: Explaining an Emergent Argument in a Community of Learners Classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399-483.
- Etkina, E. (2000). Weekly reports: A two-way feedback tool. *Science Education*, 84(5), 594-605.
- Felder, R. M., Woods, D. R., Stice, J. E., & Rugarcia, A. (2000). The Future of Engineering Education II. Teaching Methods that Work. *Chemical Engineering Education*, 34 (1), 26-39.
- Gillentine, J. (2006). Understanding early literacy development: the impact of narrative and reflection as tools within a collaborative professional development setting. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 27(4), 343-362.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 27(1), 81-112.
- Hill, A. M., & Smith, H. A. (2005). Problem-based contextualized learning. Em S. Alsop, L. Bencze & E. Pedretti (eds.). *Analysing exemplary science teaching* (pp 136-145). Berkshire: Open University Press.
- Hodson, D. (2001). Research on Practical Work in School and Universities: In Pursuit of Better Questions and Better Methods. In A. F. Cachapuz (Ed), *A Chemical Odyssey*. Presented in of 6th European Conference Research in Chemical Education. Aveiro: University of Aveiro.
- Jiménez-Aleixandre, M., & Reigosa, C. (2006). Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. *Science Education*, 90(4), 707-733.
- Kelly, G. & Chen, C. (1999). The Sound of Music: Constructing Science as Sociocultural Practices through Oral and Written Discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 883-915.
- Kelly, G. & Crawford, T. (1997). An Ethnographic Investigation of the Discourse Processes of School Science. An Ethnographic Investigation. *Science Education*, 81(5), 533-559.
- Kelly, G. J., Brown, C., & Crawford, T. (2000). Experiments, Contingencies, and Curriculum: Providing Opportunities for Learning through Improvisation in Science Teaching. *Science Education*, 84(5), 624-657.
- Knuutila, T. (2005). Models, Representation, and Mediation. *Philosophy of Science*, 72(5), 1260-1271.
- Laws, P. W. (1997). Millikan Lecture 1996: Promoting active learning based on physics education research in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 65(1), 14-21.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Learning science in the classroom: Drawing on individual and social perspectives. *Science & Education*, 12(1), 91-113.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. London: Ablex Publishing.
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lopes, J. B., Branco, J., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). 'Learning Experience' Provided by Science Teaching Practice in a Classroom and the Development of Students' Competences. *Research in Science Education*, 41(5), 787-809.
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., Branco, M., Saraiva, E. & Silva, A. A. (2008). Mediation of student learning: dimensions and evidences in science teaching. *PEC 2008 - Problems of Education in the 21st Century*, 9, 42-52.
- Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., . . . Santos, C. A. (2010). *Investigação sobre a Mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Lopes, J. B., Viegas, C., & Cravino, J. P. (2010). Improving the Learning of Physics and Development of Competences in Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 26(3), 612-627.

- Magnani, L. (2004). Creative Abduction as Active Shaping of Knowledge. Epistemic and Ethical Mediators. Apresentado na 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Chicago.
- Magnani, L., & Dossena, R. (2005). Perceiving the Infinite and the Infinitesimal World: Unveiling and Optical Diagrams in Mathematics. *Foundations of Science*, 10(1), 7-23.
- Mariotti, M. A. (2000). Introduction to Proof: The Mediation of a Dynamic Software Environment. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-2), 25-53.
- Mercer, N. (2000). *Words and Minds - How we use language to think together*. New York: Routledge.
- Mitchel, S.N., Reilly, R.C. & Louge, M. E. (2009). Benefits of collaborative action research for the beginning teacher. *Teaching and Teacher Education*, 25(2), 344-349.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Berkshire, England: Open University Press.
- Nordmann, A. (2007). Collapse of Distance: Epistemic Strategies of Science and Technoscience. Em F. Collin (Ed.), *Danish Yearbook of Philosophy* (Vol. 41, pp. 7-34). Museum Tusulanum Press.
- Pea, R.D. (2004). The Social and Technological Dimensions of scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423-451.
- Peralta, M. (2002). Como avaliar competência(s)? Algumas considerações. Em Ministério da Educação (Ed.) *Reorganização Curricular do Ensino Básico: Avaliação das aprendizagens – das concepções às práticas*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento de Educação Básica.
- Perelman, C., & Olbrechts-Tyteca, L. (2000). *Traité de L'Argumentation*. Bruxelles: Editions de L'Universite de Bruxelles.
- Redish, E. F. (1994). The implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*, 62(6), 796-803.
- Redish, E. F. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Reiser, B. J. (2004). Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematising Student Work. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 273-304.
- Reveles, J., Cordova, R. & Kelly, G. (2004). Science Literacy and Academic Identity Formulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1111-1144.
- Reveles, J., Kelly, G., & Durán, R. (2007). A sociocultural perspective on mediated activity in third grade science. *Cultural Studies of Science Education*, 1(3), 467-495.
- Richter, T., & Schmid, S. (2010). Epistemological beliefs and epistemic strategies in self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 5(1), 47-65.
- Russell, T. & McGuigan, L. (2007). Development of a model of formative assessment. In R. Pintó & D. Couso (Eds.) *Contributions from Science Education Research* (pp 187-198). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Saraiva, E., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. A. (2012). How do teachers of physical sciences with different professional experiences use visual representations with epistemic functions in the classroom. *Problems of Education in 21st Century*, 42, 97-114.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Nova York: Basic Books.
- Scott, P. (1998). Teacher Talk and Meaning Making in Science Classrooms: a Vygotskian Analysis and Review. *Studies in Science Education*, 32(1), 45-80.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The Tension Between Authoritative and Dialogic Discourse: A Fundamental Characteristic of Meaning Making Interactions in High School Science Lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Silva, A., Pinto, A., Viegas, C., Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., & Santos, C. (2009a). Contributions to the Understanding of the Use of Scientific and Technologic Contexts in Physical Sciences Teaching. *ESERA 2009 Conference* (pp 356). Turquia: Istanbul.
- Silva, A., Pinto, J., Viegas, M., Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J., & Santos, C. (2009b). Utilização de contextos científicos e tecnológicos no ensino das ciências fí-

- sicas: conhecer para valorizar. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 2320-2324). Espanha: Barcelona.
- Stinner, A. (1994). Providing a contextual base and a theoretical structure to guide the teaching of high school physics. *Physics Education*, 29 (6), 375-381.
- Tiberghien, A., & Buty, C. (2007). Studying science teaching practices in relation to learning: time scales of teaching phenomena. In R. Pintó & D. Couso (Eds.) *Contributions from Science Education Research*. Dordrecht: Springer.
- Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument* (updated edition). Cambridge: Cambridge University Press.
- Vermunt, J. D., & Verloop, N. (1999). Congruence and friction between learning and teaching. *Learning and Instruction*, 9(3), 257-280
- Viegas, C., Lopes, J. B., & Cravino, J. P. (2009a). Feedback das Aprendizagens: Nas aulas ou fora delas? Em B. B. Pinheiro, J. M. Mendes, J. A. Andrade, & P. Proença (Eds.), *JLBE09* (pp 11-18). Apresentado nas II Jornadas Luso Brasileiras de Ensino e Tecnologia em Engenharia, Porto, Portugal: Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Viegas, C., Lopes, J. B., & Cravino, J. P. (2009b). Incremental Innovations in a Physics Curriculum for Engineering Undergraduates. Em W. Aung, K.-S. Kim, J. Mecsi, J. Moscinski, & I. Rouse (Eds), *Innovations 2009 - World Innovations in Engineering Education and Research* (pp 175-186). Arlington, USA: iNEER.
- Viegas, C., Lopes, J. B., & Cravino, J. P. (2010). Learning through Assessment and Feedback in and out of Class. Em W. Aung, K. Kim, J. Mecsi, J. Moscinski, & I. Rouse (Eds.), *Innovations 2010 - World Innovations in Engineering Education and Research* (pp. 33-46). Arlington, USA: iNEER.
- Vygotsky, L. S. (2001). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. (P. Bezerra, Trad.). São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora, Lda.
- Wertsch, J. V. (1993). *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as Action*. Oxford: Open University Press.
- Yeigh, T. (2008). Quality Teaching & Professional Learning: Uncritical Reflections of a Critical Friend. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(2), 1-15.