FÍSICA E QUÍMICA

INTER-RELAÇÕES CTS E CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS. UM CASO EM QUÍMICA ESCOLAR

ARMINDA PEDROSA, M.
HELENA DIAS, M.
MARTINS, Isabel P.

CONTEXTUALIZAÇÃO

A constatação de dificuldades da educação formal para estimular a motivação e o interesse dos alunos emerge, ao nível da investigação, como lugar-comum. Por outro lado, sectores diversificados da sociedade vão tomando consciência, parece que se vai generalizando um sentimento, do aparente divórcio entre interesses dos alunos e conteúdos e metodologias oferecidos na educação formal. Simultaneamente, vai-se reconhecendo a necessidade de que essa educação seja mais eficaz na compreensão de problemas das sociedades contemporâneas, particularmente aqueles em que as vertentes científico-tecnológicas são mais evidentes. A discrepância entre os resultados da educação escolar e as expectativas dos decisores de políticas educativas e dos professores inspira, cada vez mais, projectos de investigação em Didáctica das Ciências, constituindo um dos grandes desafios que comunidades de investigadores nestas áreas vêm enfrentando. É neste quadro que emerge e se tem alargado o designado movimento CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

O reconhecimento da importância dos professores e dos materiais didácticos na orientação do ensino e das aprendizagens dos alunos implica que se reconheça uma e outros – formação de professores e produção de materiais didácticos –, como prioridades em qualquer reforma educativa. Estes são domínios que carecem de investimentos profundos, diversificados, contudo articulados e urgentes, para que algumas das inovações apontadas ou subjacentes às reformas curriculares mais recentes sejam eficazes e contribuam para incentivar e promover aprendizagens de Ciências com qualidade (White, 1994). O projecto de investigação "Novos Materiais Didácticos para uma Nova Educação em Ciências" (PCSH/C/CED/879/

95-JNICT) emergiu deste tipo de preocupações. Nesta comunicação apresentar-se-á os pressupostos, as linhas mestras e alguns produtos da actividade do grupo de Química (Ensino Secundário), um dos grupos constituídos no âmbito daquele projecto.

Dispõe-se de abundante informação acerca de concepções alternativas (CA) evidenciando problemas de aprendizagem das Ciências (Driver *et al*, 1994; Driver *et al*, 1985; Osborne and Freyberg, 1985; Griffiths, 1994; Garnett *et al*, 1995) e de investigação sustentando que a própria linguagem utilizada no ensino pode contribuir para o aparecimento, ou para o reforço, dessas concepções (e.g. Anderson, 1990; Garnett *et al*, 1995) dissonantes das presumivelmente consensuais nas comunidades de especialistas, de professores e de autores de manuais escolares e demais recursos de aprendizagem de Química. Contrastando com esta presunção, surgem evidências de que CAs identificadas em estudantes são também partilhadas, com graus variáveis, por professores (e.g. Stoddart *et al*, 1993)

TRABALHO COOPERATIVO COM PROFESSORES – UMA OPÇÃO FUNDAMENTADA

O grupo de Química prestou particular atenção à linguagem, meio de inquestionável importância na concretização de alguns dos princípios enunciados nos documentos oficiais e subjacentes a estratégias e recursos de ensino para aprendizagens de qualidade (Pedrosa *et al.*, 1997). Neste contexto, entendeu-se adequado e recomendável começar pelo princípio (do Ensino Secundário) e, assim, os investimentos foram para o 10º Ano, particularmente a 1ª unidade denominada nos documentos oficias "Quantidade em Química", em que fundamentalmente se revêem conceitos fundamentais e se versa estequiometria.

Programas de investigação-acção envolvendo professores, se parte integrante de intervenções destinadas a melhorar aprendizagens dos seus alunos, parecem promissores. Aparentemente estimulam professores a questionarem as suas próprias conceptualizações operando, assim, como meio para o seu próprio desenvolvimento conceptual (Jones *et al*, 1998). Para tal, será indispensável que os professores que participam neles vão tomando consciência e reconhecendo a relevância de vários factores que influenciam essas aprendizagens, designadamente: conhecimento científico específico da disciplina, conhecimento oriundo de investigação em Didáctica das Ciências e de inter-relações CTS que os habilitem a usá-las, confortável e eficazmente, como contextos no ensino de Química.

A maior parte daqueles factores passam por, ou convergem, nos professores e nos seus diversos saberes, efectivos ou desejáveis, parecendo claro tratar-se de diversas dimensões que interaccionam, se complementam e intersectam, condicionando e determinando a qualidade das aprendizagens e, assim, emergindo uma clara relação entre estas e a formação de professores (inicial e continuada). Ora,

programas de investigação-acção envolvendo professores nas suas diversas fases podem, e devem, constituir oportunidades e recursos estratégicos para que, reconhecendo a multiplicidade de factores intervenientes e operantes em situações e contextos concretos de escola, os professores reflictam sobre eles, partilhem e discutam as suas reflexões e perspectivas, no contexto e com o propósito de desenhar e implementar estratégias de mudança, contribuindo, simultaneamente, para criar necessárias condições de mudança. Destas, destacam-se oportunidades para aprofundarem o seu conhecimento, quer de conteúdos específicos quer de representações alternativas desses conteúdos eventualmente partilhadas pelos estudantes, promovendo condições para que efectivamente se vão apercebendo de como os seus alunos pensam e interpretam em contextos de Ciências escolares (Parke and Coble, 1997).

Das publicações relativas a investigação em Didáctica das Ciências, em geral, e da Química em particular, por um lado, emerge o reconhecimento e identificação de dificuldades de aprendizagem de Química (Griffiths, 1994; Garnett *et al*, 1995), por outro, propõem-se estratégias e recursos de ensino para incentivar aprendizagens de melhor qualidade (e.g., White and Gunstone, 1992), ao mesmo tempo que em Países ocidentais vão surgindo propostas diversificadas na linha de "*Science for All*" (Atkin and Helms, 1993) com novos pressupostos e desafios para os sistemas educativos, particularmente para professores.

No grupo de Química perspectivou-se e planeou-se a construção de recursos considerando temáticas CTS e abordando-as para facilitar a integração de temáticas curriculares, tentando convergências e entroncamentos dumas nas outras. Pretendeu-se, pois, integrar mundos escolares nos que, sendo- lhes exteriores, são mais próximos das experiências vivenciais dos alunos. Acredita-se que deste esforço resulta valor acrescido relativamente à atribuição de relevância de actividades escolares e consequente riqueza na construção de significados. A actividade deste grupo desenvolveu-se em estreita cooperação com um conjunto restrito e seleccionado de professores e traduziu-se na produção de alguns recursos a utilizar directamente no ensino da 1ª unidade «Quantidade em Química» do 10º Ano, destinados a complementarem o manual adoptado em cada Escola. Ou seja, os recursos foram concebidos para serem utilizados conjuntamente com o manual adoptado em cada Escola envolvida na intervenção. Seguindo também uma metodologia de trabalho cooperativo com professores, conceberam-se e produziram-se instrumentos a usar para a avaliação dos recursos de ensino e de aprendizagem já produzidos e utilizados.

Destaca-se o carácter regular e continuado das actividades do grupo, que compreenderam a divulgação e discussão de resultados de investigação relativos a dificuldades de aprendizagens de Química, pertinentes para as actividades em curso, o tratamento de temáticas contemplando interrelações CTS adequado ao ensino

de Química pretendido, e a divulgação e discussão de estratégias e de recursos visando promover melhores aprendizagens. O envolvimento dos professores nestas actividades, para além do seu trabalho nas escolas, foi possível por força do suas próprias insatisfações relativamente a ensino e aprendizagens, à sua vontade de aprender para melhorar um e outras. Esta estratégia revelou-se eficaz na vertente de formação continuada, particularmente no que se refere à tomada de consciência de problemas de aprendizagem de Química, aprofundamento e enriquecimento conceptual disciplinar e estratégico para estimular nos seus alunos aprendizagens significativas (White and Gunstone, 1992).

Nas sessões de trabalho e nos documentos que foram sendo produzidos, constatou-se dissonâncias entre algumas representações dos professores e as presumivelmente consensuais em Química, particularmente as directamente relacionadas com linguagem especializada e amplamente adoptada em Química escolar. Reforçou-se, assim, a ideia de que o não questionamento, e consequente não clarificação dos significados atribuídos quer a linguagens quer a representações simbólicas específicas desta área do saber, leva a que se ignore possíveis, e prováveis, multiplicidades de significados associados a palavras ou frases que integram a panóplia de verbalizações específicas de Química em contextos escolares. A unicidade de significados de verbalizações próprias da disciplina, se indevidamente pressuposta por não se basear em evidências, resulta, na prática, em estímulo a conhecimento disciplinar superficial, ou até mesmo a ilusão de conhecimento, ou seja, resulta, em maior ou menor extensão, numa cultura do aparente e do ilusório. Algumas das tarefas incluídas em provas de avaliação e exames, bem como critérios de classificação, frequentemente centrados em mero conhecimento declarativo ou em aplicação linear de algoritmos, em detrimento de outros centrados em interpretações e argumentações (indicadores de compreensão e aprofundamento conceptual e processual), prejudicam e são contrárias a estratégias visando aprendizagens significativas, parecendo emergir de inadequadas, e porventura indevidas, pretensões e pressões de grupos sociais. Estas estão relacionadas com o excessivo valor socialmente atribuído às notas - classificações atribuídas em provas de avaliação e exames -, frequentemente utilizadas como medida directa de sucesso escolar, e como tal incluídas como vectores dominantes nos regimes de ingresso no ensino superior. Estes, na prática, podem catalisar e promover estratégias de ensino que incentivem a apresentação e estudo das várias Ciências escolares à margem do mundo material que, em última análise, deveriam tentar compreender, interpretar e tentar explicar. Estes são importantes aspectos do contexto do Ensino Secundário para o qual se destinaram as inovações preparadas no grupo de Química.

CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DAS INOVAÇÕES

A inovações associam-se riscos e inseguranças. Estes intensificam-se em contextos como os do Ensino Secundário a que se destinaram as inovações preparadas no grupo de Química. Estas referiam-se, essencialmente, a duas dimensões:

1. estratégias de ensino tendo em vista contribuir para resolver alguns dos problemas de aprendizagem de Química, apontados em literatura relativa a CAs;
2. utilização de interrelações CTS como contextos para ensinar Química.

Da identificação de problemas de aprendizagem emerge a necessidade de os considerar na organização do ensino e na preparação de recursos didácticos o que requer, por seu turno, que os professores construam conhecimento mais sólido e profundo de Química e de Didáctica da Química. Por outro lado, *conhecer interrelações CTS, e usá-las como contextos para ensinar temas curriculares,* coloca exigências acrescidas aos professores, inerentes e subjacentes ao aceitar e enfrentar (novos) desafios que a sua utilização no ensino de temas curriculares tradicionais efectivamente representa. A formação académica e profissional de professores de Química, como de Ciências em geral, não contempla interrelações CTS tendo em vista a sua utilização no ensino, pelo que os professores precisam, antes de utilizarem tais contextos, de estímulo e de oportunidades para aprenderem temáticas tradicionalmente estudadas noutras áreas disciplinares e para reflectirem e construírem novas abordagens. A valorização das duas dimensões referidas aponta para indispensável cooperação, estreita e continuada, entre investigadores e professores. Trabalho desenvolvido numa perspectiva cooperativa, pressupõe respeito e apreço pelos saberes e competências de investigadores e de professores, permite melhor identificar problemas e fragilidades, criando e desenvolvendo, simultaneamente, percursos e meios para estimular e promover necessárias (re)construções de saberes com potencial enriquecimento das aprendizagens e de uns e de outros. Adoptou-se, pois, uma metodologia de trabalho cooperativo valorizando-se a complementaridade de formações e de saberes estimulando-se diferentes percursos formativos, negociando e mediando por forma a promover níveis de conforto e de entusiasmo requeridos para concretizar as inovações pretendidas, quer ao nível dos contextos quer ao nível dos conteúdos de Química, discutindo estratégias e recursos necessários, de que se destacam redes conceptuais, pela novidade que a sua construção representava. O sentido de propósito, de utilidade e aplicabilidade na actividade quotidiana dos professores pareceu essencial ao seu envolvimento continuado nas actividades do grupo. Estas contemplaram a clarificação de problemas a enfrentar e a resolver, antes e durante a utilização dos recursos produzidos em cenários escolares reais, a discussão de processos e de meios para a sua resolução, a definição e calendarização de tarefas e sua distribuição

por pequenos grupos, a distribuição atempada, pelos restantes membros do grupo, de informação recolhida ou de materiais produzidos por cada pequeno grupo, a discussão de decisões relativas ao seu desenvolvimento, que passaram pelo confronto de pontos de vistas e de formulações deles decorrentes, incentivando-se, assim, a reflexão e consequente reformulação de recursos. O trabalho cooperativo com professores envolveu:

1. Discussão de problemas de linguagem conceptual previamente identificados em manuais escolares (Pedrosa *et al.*, 1997) e de possíveis formas alternativas e de estratégias para a sua resolução;
2. Discussão de temáticas e estrutura do livro "Água ... Que Substância tão especial!", construído para ser utilizado por alunos conjuntamente com o Manual adoptado em cada escola;
3. Discussão de um instrumento para diagnóstico de conceptualizações dos alunos relativas a: pureza de água de redes de abastecimento público; propriedades macroscopicamente observáveis e estados de agregação da água; caracterização de uma molécula de água; transformações diversificadas, em aspecto e natureza, envolvendo água, observáveis em cenários de vida corrente, fora de laboratórios (salas de aula); massa e quantidade de substância; graus de transformação de substâncias em reacções químicas; relações entre transformações de substâncias e reacções químicas; relações entre transformações de substâncias, macroscopicamente observáveis, unidades estruturais das substâncias e equações químicas;
4. Discussão de redes conceptuais adequadas aos conteúdos curriculares da 1ª unidade - "Quantidade em Química";
5. Discussão de um guião para o ensino dessa 1ª unidade (20 aulas previstas) que incluía propostas de estratégias para utilização de materiais (Manual, *livro*, redes conceptuais) e sugestões de exploração dos mesmos.

Estes recursos pretenderam contribuir para que os professores:

- ajudassem os seus alunos a reconhecer relações entre Química e materiais e processos que usam, ou acontecem, nos (seus) mundos exteriores ao escolar;
- desafiassem e estimulassem os seus alunos para aprendizagens significativas de Química, em oposição a ênfases exageradas em conhecimento declarativo e resolução de exercícios recorrendo a simples aplicação de algoritmos;
- ajudassem os seus alunos a apreciar e avaliar semelhanças e diferenças entre sistemas tradicionalmente estudados no ensino de Química e outros, partes de outras realidades já observadas, ou observáveis em cenários não

escolares, diferentes dos trabalhados em laboratórios ou utilizados em demonstrações em sala de aula, mas com eles relacionáveis.

Assim, no livro "Água ... que substância tão especial!..." prestou-se particular atenção aos seguintes aspectos: reconhecimento e explicitação de diversos significados da palavra *água*; discussão destes significados e da dependência destes dos contextos em que aquela palavra é utilizada; clarificação dos significados do termo *água* em contextos do quotidiano e sua correspondência em Química; descrição e discussão de fenómenos do quotidiano, que ocorrem em meio aquoso, à luz de transformações da matéria, distinguindo os níveis de análise sensorial, macroscopicamente observável e sub-microscópico; discussão de factores que intervêm e afectam a qualidade da *água*; reflexão sobre usos e abusos de água, património da humanidade; discussão da importância da água para o bem-estar da humanidade, para a preservação da vida e do ambiente; propostas de tarefas experimentais introduzindo o formato *prever, observar, explicar*, e reformular, se necessário. Assim, estimulando exercícios de coerência entre concepções, observações e interpretações, procurou-se promover o reconhecimento das suas interdependências, sugerindo e incentivando abordagens reflexivas, designadamente em contexto experimental.

REFERENCES

Anderson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12 - 16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.

Atkin J. M. and Helms, J. (1993). Getting Serious About Priorities in Science Education. *Studies in Science Education*, 21, 1-20.

Atkin, M. and Helms, J. (1993) Getting serious about priorities in science education, *Studies in Science Education, 21,* 1-20.

Driver, R., Guesne, E. and Tiberguien, A. (1985). *Children's Ideas in Science.* Open University Press.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., and Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science.* London, Routledge.

Garnett, P. J., Garnett, P. J. and Hackling, M. W. (1995). Students´ Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.

Griffiths, A. K. (1994). A Critical Analysis and Synthesis of Research on Student´s Chemistry Misconceptions. Paper presented at the *International Seminar: Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics.* University of Dortmund, Germany.

Jones, M.G., Rua, M. J. and Carter, G. (1998). Science Teachers´Conceptual

Osborne, R. and Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The Implication of Children´s Science.* Auckland, Heinemann.

Parke, H.M.; Coble, C.R. (1997). Teachers Designing Curriculum as Professional Development: A Model for Transformational Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 773-789.

Pedrosa, M. A.; Dias, M. H.; Rebelo, I. S.; Lopes, J. M.; Martins, I. P. (1997). *Reflecting On Conceptual Language And Symbolic Representations In Chemistry Textbooks.* Paper given at the V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Murcia, Spain.

Stoddart, T., Connell, M., Stofflet, R., & Peck, D. (1993). Reconstructing elementary teacher candidates´ understanding of mathematics and science content. *Teaching & Teacher Education*, 9, 229-241.

White, R. T. (1994). A view of quality learning. Paper given at the symposium: *Understanding and fostering quality learning*, at the meeting of the American Educational Research Association, New Orleans.

White, R. T.; Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding.* London, Falmer Press.