

**A APRENDIZAGEM EM AMBIENTES CONSTRUTIVISTAS: UMA PESQUISA
RELACIONADA COM O TEMA ÁCIDO - BASE¹**
(Learning in constructivist environments: a research based on the acid-base subject)

Vera Gouveia [veragouveia@netcabo.pt]
Escola Secundária de Odivelas
Jorge Valadares [jvalad@univ-ab.pt]
Universidade Aberta

Resumo

Esta comunicação pretende mostrar como um ambiente construtivista permite uma melhor aprendizagem de conceitos relacionados com o tema ácido - base, onde geralmente os alunos revelam algumas *misconceptions* já patenteadas em diversas pesquisas. Baseando-se numa longa reflexão de natureza epistemológica, psicológica e educacional, apoiada numa ampla consulta bibliográfica e na sua própria experiência os autores caracterizam um ambiente construtivista na sala de aula, realçando o trabalho cooperativo. Na segunda parte são descritos os efeitos que esse ambiente produziu na aprendizagem do tema ácido - base, de acordo com um estudo quase - experimental realizado com uma amostra de 52 alunos de duas turmas equivalentes, do 10º ano de escolaridade, leccionadas pela mesma professora. Os resultados indiciam claramente que o ambiente construtivista de aprendizagem promoveu uma melhor aprendizagem do tema ácido - base, melhorou as relações educacionais na sala de aula e desenvolveu nos alunos atitudes positivas em relação a si mesmos e aos outros.

Palavras-chave: ácido-base; construtivismo; ambiente construtivista de aprendizagem; trabalho cooperativo.

Abstract

This communication intends to show as a constructivist environment permits a better learning of some concepts related to the acid-base subject, where generally students have some misconceptions at the beginning, as many researches had proved. Based on a long epistemological, psychological and educational reflection, supported by a wide bibliographical research and our own experience, we make some considerations about learning constructivist environments in the classroom, emphasising the cooperative work of students. In the second part, the effects produced in the teaching of the acid-base by such kind of environment are described, according a quasi-experimental study involving 52 students in their 10th year of education, distributed by two equivalent groups, taught by the same teacher. The results indicate clearly that the constructivist environment promoted a better learning of the acid-base subject, as well as improved the educational relationship in the classroom. Furthermore, the students developed positive attitudes regarding themselves and the others.

Keywords : acid-base; constructivism; learning constructivist environment; cooperative work.

Ao encontro de um ambiente construtivista na sala de aula

1.1 A construção pessoal de significados socialmente influenciada

Continua a existir um amplo consenso entre muitos psicólogos educacionais e educadores que cada ser humano constrói e reconstrói o significado dos acontecimentos e objectos com que contacta com base na interacção das suas representações prévias com o exterior (Novak, 1990, Coll

¹ Este trabalho integra-se numa linha de investigação do Centro de Estudos em Ciências e Matemáticas para o Ensino, da Universidade Aberta .

et al., 2001, Gil-Pérez *et al.*, 2002). Cada aluno, quando entra numa sala de aula para aprender um assunto, é um ser geneticamente singular e viveu uma sequência de experiências única. A sua estrutura cognitiva, muito própria, faz com que a sua aprendizagem seja um acto muito pessoal e idiossincrásico (Gowin, 1990, p. 48, Novak e Gowin, 1999, p. 22, Novak, 2000, p. 36). Isto não significa que não seja profundamente influenciada por toda uma experiência social que ele irá viver na sala de aula e fora dela.

Não vamos aqui repetir a discussão (Valadares, 2000) da velha tese de Piaget (Piaget e Garcia, 1987), de algum modo partilhada por Schwab (1964), por Toulmin (1972) e por Novak (1990), segundo a qual há um grande paralelismo nos mecanismos psicológicos de acordo com os quais um indivíduo constrói os seus próprios significados e nos mecanismos epistemológicos que estão na base da construção do conhecimento ao longo da história. Cremos que é suficiente reconhecer que, quer na história da ciência, quer na psicogénese das ideias científicas, desempenha um papel fundamental a interacção permanente entre teoria e prática, entre reflexão e acção. Para além disso, o conhecimento não é neutro, porque a racionalidade pura não existe. O contexto cultural, as crenças, as emoções e paixões têm um papel importante na construção do conhecimento, por mais objectivos que possam parecer os dados (Damásio, 1994, Goleman, 1995, Novak e Gowin, 1999, Novak, 2000, Valadares 2000).

1.2 Que construtivismo nas aulas de ciências?

Consideramos o construtivismo um paradigma com repercussões no modo como é encarada a filosofia da ciência, a psicologia educacional e a educação científica (Valadares, 1995, pp. 123-67). Não admira, pois, que englobe uma série de teorias, diferentes umas das outras. Von Glasersfeld (1996) distingue entre o que ele chama construtivismo radical e construtivismo trivial. Por sua vez, Martin Dougiamas (1998) distingue, além do construtivismo radical e trivial, o construtivismo social, o construtivismo cultural, e o construtivismo crítico. Mas há também o chamado construtivismo humano (Novak, 1990, Mintzes *et al.*, 2000). Todos eles concordam num aspecto essencial que é o facto de cada ser humano construir as suas próprias representações do mundo em função da sua experiência de vida e essas representações não constituírem um espelho da realidade de um mundo em si. No entanto, a forma radical do construtivismo tem sido amplamente criticada e está longe de ser consensual pelo facto de não respeitar o princípio segundo o qual as representações criadas pela ciência se vão aproximando cada vez mais da realidade dos objectos e acontecimentos a que dizem respeito (Glasersfeld, 1996, p. 105). Cremos mesmo que grande parte da reacção ao construtivismo por pessoas da área da Filosofia e da Educação (Suchting, 1992, Solomon, 1994) e, principalmente, por alguns membros das comunidades das ciências exactas e naturais, deve-se, pelo menos em parte, ao facto de o construtivismo estar amplamente conotado com a sua forma radical.

A reflexão que vimos efectuando há vários anos, quer no campo da história e da filosofia das ciências exactas, quer no da psicologia, tem-nos convencido de que a posição construtivista mais adequada para traduzir a construção do conhecimento físico e, simultaneamente, aquela que devemos adoptar como enquadramento filosófico da nossa actuação na sala de aula, é uma posição construtivista nem demasiado céptica (como a de Glasersfeld) nem dogmática (como a que transparece de muitos manuais), nem demasiado idealista nem realista ingénua, superadora das duas grandes antíteses que são o empirismo e o racionalismo (Valadares, 1995, 1999 e 2001).

É importante que os professores de ciências tenham uma posição filosófica adequada nas aulas, pois ela irá influenciar a aprendizagem da ciência dos seus alunos, nas suas mais diversas facetas, incluindo a imagem com que eles ficam acerca da natureza do conhecimento científico.

Continuamos a advogar uma posição construtivista na sala de aula, mas o problema que se coloca é como clarificar esse ponto de vista. O construtivismo no ensino passa por evitar diversas «distorções» epistemológicas que muitos professores adquirem na sua formação, a que vários autores se têm referido nos últimos anos, e que vêm claramente expressos num artigo recente de 13 especialistas em educação científica (Gil-Perez *et al.*, 2002).

Reinterpretando estas distorções, diremos que a mais importante delas diz respeito ao papel atribuído ao aluno. Este continua, infelizmente, a ser muitas vezes considerado como um “recipiente vazio”, uma “folha em branco”, um “receptor passivo” e não como um agente activo, com concepções prévias muito importantes para o modo como aprende. Tal como afirma Scott (1987), construtivista será aquele que “entende os estudantes como aprendizes activos que vêm para as aulas de ciências já com ideias acerca dos fenómenos naturais e que eles usam para dar sentido às experiências diárias” (in Crowther, 1997).

Uma outra distorção diz respeito ao que poderemos chamar “metodolatria” (Gowin, 1990, p. 98). Quando o aluno é posto na situação de elemento activo, trabalhador no laboratório ou fora deste, privilegia-se um pretensso método científico, algorítmico, infalível, dogmático, conducente ao conhecimento verdadeiro e, como tal, inquestionável. Isto é uma clara deturpação histórica. Trata-se de uma visão empírico-indutivista que, embora filosoficamente criticada, continua a ser incutida nas mentes de muitos professores aquando da sua formação inicial. Esta visão mítica desvaloriza o papel da problematização das situações, das conjecturas, das teorias e dos conceitos à partida, bem como a criatividade em todo o processo e, em particular, no momento de atribuir significado aos dados existentes.

Outra distorção, ainda, diz respeito ao carácter pouco estruturado da ciência ensinada na sala de aula. Os conhecimentos são apresentados de uma forma sequencial, sem que fiquem claras as importantes relações que existem entre eles. E, além disso, cada disciplina é muitas vezes estruturada de modo independente das outras, sem que os alunos se apercebam da complementaridade das diversas ciências para o conhecimento do mundo que é um só. Isto é, domina a disciplinaridade quando devia ser privilegiada a transdisciplinaridade.

Para além disso, o conhecimento científico é apresentado aos alunos como se ele fosse uma acumulação de factos. Já Henri Poincaré, o grande matemático dos finais do século XIX e início do século XX, contestava esta visão factualista da ciência (Poincaré, 1970, p. 158). Os conceitos são apresentados com base nas suas definições actuais, como se tivessem surgido do nada na forma de constatações irrefutáveis. Isto transmite uma visão dogmática da ciência que está longe de traduzir a sua verdadeira natureza.

Outro aspecto muitas vezes descurado na escola tem a ver com as relações na sala de aula e fora desta. Não se tem em conta que, na aprendizagem, para além da componente cognitiva, é também muito importante a componente afectivo/relacional, influenciando-se mutuamente (Solé, 2001). A negociação de significados, a reflexão, a avaliação de pares e a auto-avaliação, a pro-actividade e, em consequência, a aprendizagem significativa e o aprender a aprender devem ser privilegiados na sala de aula. Porém, não nos devemos esquecer que tudo isto implica interacções activas e que estas decorrem num tecido de representações mútuas, expectativas e atribuições de causas aos êxitos e fracassos que contribuem para o auto-conceito e a auto-estima de cada aluno e que acabam também por depender deste, numa relação em espiral. Todos estes aspectos sociais têm de ser tidos em linha de conta pelos professores.

Concordamos com Gil-Pérez *et al.* que quaisquer propostas que se façam aos professores e, também, aos encarregados de educação (pela influência que têm sobre os seus educandos) nunca deverão ser encaradas como receitas. Portanto, embora acreditando na validade das ideias que

iremos desenvolver a seguir, elas não deverão ser encaradas como dogmas, antes têm de ser vistas como ideias heurísticamente válidas e, acima de tudo, que merecem ser submetidas a uma maior fundamentação empírica.

1.3 Um ambiente construtivista na sala de aula

O ambiente na sala de aula tem a ver com muitos factores. Muitos destes transcendem a sala de aula e mesmo a própria escola, sendo muito importante aquilo que Gowin designa por governança, no sentido que atribui a este conceito (Gowin, 1990). Mas vamos cingir-nos àqueles factores que os professores podem controlar: o tipo de relações pessoais, os objectos a que recorrem, as situações que propiciam, a forma como abordam os programas e as metodologias que utilizam.

Ensinar de forma construtivista exige considerar quer o ensino, quer a aprendizagem como processos mais complexos do que a mera transmissão e recepção de conhecimento. Uma perspectiva construtivista do ensino desafia os professores a criarem ambientes inovadores, subjacentes às estratégias construtivistas e investigativas e propícios a uma aprendizagem com significado pelos estudantes. Como condição indispensável de uma boa aprendizagem, já há muito tempo que diversos autores vêm a defender a relevância do ambiente na sala de aula, capaz de ter em conta a sua dimensão relacional, onde importa criar um clima de confiança e amizade. Vários autores (Cunningham, Duffy and Knuth, 1993, Savery & Duffy, 1996, Wilson, 1996) designam tais ambientes como construtivistas.

Os ambientes construtivistas não pressupõem a aprendizagem significativa como o resultado de um caminho linear. Pelo contrário, assumem-na como consequência de uma trama de relações cognitivas e afectivas. Não basta, por isso, desenvolver na aula actividades das quais possam emergir situações problemáticas a serem resolvidas, ou processos de trabalho que apenas tenham em conta as concepções prévias dos alunos e sejam capazes de as corrigir, quando for caso disso. Um ambiente construtivista considera que quem aprende é a pessoa na sua globalidade, e a aprendizagem repercute-se também globalmente na pessoa, no que ela sabe, na sua forma de se ver a si próprio e aos outros.

Se a caminhada através do conhecimento compete, embora de diferentes modos, tanto ao professor como ao aluno, torna-se necessário a redefinição desses papéis e que cada um desempenhe o seu. A aprendizagem na sala de aula, aceite como uma actividade pessoal e idiossincrásica de cada aluno e a desenvolver num ambiente socialmente favorável, em que o professor é um mediador, um apoiante e facilitador dessa aprendizagem (Valadares, 2001), faz com que o papel do professor, o desempenho dos alunos e as relações educativas, que se condicionam mutuamente, assumam uma particular importância nesse processo e consequentemente no ambiente que lhe está subjacente. Não podemos esquecer que, ao mesmo tempo que os alunos constroem significados sobre os conteúdos programáticos, constroem também representações sobre a própria situação didáctica, sobre si mesmos e sobre os outros elementos presentes na situação de aprendizagem. Dada a transdimensionalidade do ser humano (Fernandes, 2000), a qualidade da aprendizagem de cada aluno repercute-se sobre ele como um todo. Tanto poderá conduzir ao seu engrandecimento (*empowerment*), ao fortalecimento da sua auto-estima e confiança, como, pelo contrário, traduzir-se numa experiência limitadora. Tudo isso acontece no decurso das interacções que se estabelecem na turma, no decorrer das tarefas quotidianas, entre os alunos e entre estes e o professor.

A turma apresenta-se, regra geral, como um sistema social bastante dinâmico, dotado de uma grande coesão e onde podem ocorrer fortes tensões. A actuação do professor, o comportamento

dos alunos e as suas interacções ocorrem no seio de um grupo com características próprias onde o professor tem que promover a aprendizagem de determinados conteúdos e onde procura estabelecer com cada um dos alunos uma relação individualizada.

Toda a interacção provoca necessariamente alguma mudança. Dizer das interacções humanas que provocam mudanças nos conhecimentos, sentimentos ou comportamentos das pessoas envolvidas equivale a dizer que nelas se verificam fenómenos de influência, ou que alguém exerce poder sobre alguém, o chamado *poder social* (Agostinho Ribeiro, 1990). Se o professor pretende estabelecer um clima de relações humanas favorável ao desenvolvimento global do aluno, não pode restringir o processo pedagógico a um conjunto de regras de funcionamento da aula, a transmitir informação e a posicionar os alunos face ao conhecimento. Os professores que decidem adoptar uma pedagogia enquadrada num ambiente construtivista procuram apoiar a aprendizagem, assumindo uma posição de colaboradores com os seus alunos e encorajando-os a fazer o mesmo entre si. Exercem, além disso, o seu poder social no sentido de estabelecer as melhores relações educativas. As potencialidades da interacção social são aproveitadas numa aprendizagem que tem como ponto de partida a percepção de que cada membro do grupo possui recursos que pode colocar ao dispor de todos (*idem*).

Um ambiente construtivista deverá propiciar o máximo envolvimento por parte dos alunos e proporcionar-lhes o tempo necessário para pensarem e reflectirem acerca das suas ideias e dos seus procedimentos, das suas aprendizagens e dos problemas que têm de superar. Terá também que assentar nas melhores relações pessoais que for possível estabelecer na sala de aula, incentivando os alunos a fazer perguntas tanto ao professor, como aos colegas. A comunicação deve caracterizar-se por um *diálogo horizontal*, estabelecido nos dois sentidos, permitindo que os alunos se desenvolvam socialmente, em liberdade e responsabilidade. O papel do professor, quer em palavras quer em acções, deverá ser o de encontrar meios de os alunos, na medida do possível, serem capazes de expressar as suas opiniões, de revelarem as suas concepções e de reflectirem sobre elas, proporcionando-lhes maneira de se desenvolverem intelectual, social e emocionalmente. Ao contrário, num ambiente tradicional de sala de aula, as relações sociais são estabelecidas de forma unívoca e autoritária, remetendo o aluno para um papel de pura passividade. Ao aluno compete responder sem questionar o professor, num *diálogo vertical*, num só sentido, cuja iniciativa pertence a este último.

A análise da relação educativa, enquanto relação interpessoal, mostra que os processos de comunicação e de influência entre professor e aluno dependem da maneira como a relação se estrutura e do modo como se desenvolve. Por outro lado, essa interacção é afectada pelas representações mútuas dos seus intervenientes. Quando um professor entra na sala de aula possui uma ideia acerca dos seus alunos que vai influenciar o que lhes vai propor, a forma de o propor e avaliar; de modo análogo, a percepção que os alunos fazem do professor fará com que interpretem essas propostas de uma ou de outra maneira. A atribuição de significado ao que uns e outros fazem ou devem fazer depende não só da imagem que cada um tem de si próprio, mas também da imagem que tem do seu interlocutor e da forma como acredita que o outro o vê a ele (Solé, 2001). Nas representações que os alunos formam acerca dos professores os aspectos afectivos têm muita importância. Por isso, para além das ideias acerca da competência científica, do rigor e clareza da linguagem, os alunos constroem representações do professor em torno de outros factores importantes tais como: a disponibilidade deste, a sua afectuosidade, a capacidade de incentivar o aluno, etc.

O professor deverá estar consciente de que aquilo que ensina não é necessariamente aquilo que os alunos aprendem e que, bem pelo contrário, no que estes aprenderam poderá haver uma grande diversidade. A aprendizagem mais ou menos significativa da ciência na sala de aula exige

interacção, negociação, aceitação e rejeição, caminhos diversos, percepção das diferenças, um envolvimento afectivo de quem quer aprender na acção de aprender.

Independentemente dos estilos de aprendizagem, que deverão ser tanto quanto possível respeitados, as estratégias construtivistas e investigativas deverão fazer com que os alunos (Jonassen & Tessmer, 1996/7) sejam:

Activos - para interagirem com o ambiente e os materiais de aprendizagem que lhes são proporcionados;

Pesquisadores - para explorarem os materiais e o ambiente de aprendizagem que lhes são facultados;

Intencionais – procurando, espontaneamente e de boa vontade, atingir os objectivos cognitivos;

Dialogantes – envolvidos em diálogos uns com os outros e com o professor;

Reflexivos – articulando o que aprenderam e reflectindo nos processos e nas decisões tomadas;

Ampliativos – gerando juízos ou asserções, atributos e implicações com base no que aprenderam.

O quadro seguinte (Valadares, 2001), inspirado principalmente nos trabalhos de Cunningham, Duffy & Knuth, 1993, Jonassen, 1994 e Savery & Duffy, 1996, apresenta algumas características dos ambientes construtivistas na sala de aula.

Ambientes construtivistas

Privilegiam:

a construção activa e significativa do conhecimento;

as tarefas dos alunos em contextos que para eles sejam significativos;

as situações do mundo real e do dia a dia;

a avaliação formadora voltada não só para a regulação da aprendizagem de cada aluno pelo professor, como também para a reflexão pessoal, auto-avaliação e auto-correcção da aprendizagem.

Propiciam:

múltiplas representações dos mesmos objectos/fenómenos (representações icónicas, verbais, formais, qualitativas, semi-quantitativas, quantitativas, etc.);

actividades dependentes do contexto e do conteúdo que têm em conta os estilos e ritmos de aprendizagem dos alunos;

boas relações interpessoais dentro e fora das aulas.

Encorajam:

a reflexão crítica constante dos alunos durante as suas actividades, a análise do que dizem e fazem, bem como o que dizem e fazem os seus colegas, ou seja a metaprendizagem;

a construção colaborativa do conhecimento através da negociação social;

a co-responsabilização dos alunos pelas suas próprias aprendizagens.

Em consonância com Jacqueline Brooks & Martin Brooks (1997, 1999), queremos realçar o papel do professor que pretende fomentar um ambiente construtivista em sala de aula, traduzindo-o em 5 princípios:

Numa sala de aula construtivista, o professor deve:

Procurar conhecer e valorizar os pontos de vista dos alunos.

Proporcionar actividades desafiadoras das suposições dos alunos.

Colocar problemas cuja relevância seja reconhecida pelos alunos.

Estruturar o processo de ensino em torno de conceitos primários e “grandes” ideias, abrangentes e gerais, que depois se irão diferenciando.

Avaliar a aprendizagem dos estudantes no contexto do ensino do dia a dia.

(Adaptado de Brooks e Brooks)

Questionando os ambientes tradicionais em sala de aula e, em particular, a «fobia» que neles existe de preparar os alunos para os testes, Brooks e Brooks acabam por considerar que

“numa sala de aula construtivista, o professor procura conhecer os entendimentos dos estudantes acerca dos conceitos e, a seguir, estrutura oportunidades para que eles refinem ou revejam estes entendimentos, colocando-os em contradições, apresentando-lhes novas informações, colocando-lhes questões, encorajando-os à pesquisa e, ou envolvendo os estudantes em inquéritos concebidos para desafiar as suas concepções actuais.” (1999)

Estes autores admitem, assim, que a qualidade do ambiente de aprendizagem não pode ser avaliada apenas com base nos resultados dos testes dos alunos. Segundo eles, “a natureza dinâmica da aprendizagem torna difícil circunscrever nos instrumentos de avaliação os limites do conhecimento e da expressão” (*idem*).

Os modelos mais tradicionais de ensino – essencialmente transmissivo e assente em conteúdos fundamentalmente conceptuais – baseiam-se quase exclusivamente no manual como elemento configurador das programações e mediador das relações entre professor e respectivos alunos. A concepção construtivista da aprendizagem, ao considerar que o ensino deve desenvolver as várias capacidades da pessoa, preconiza que o professor tenha em atenção a multiplicidade dos alunos e lhes preste ajuda adequada, valendo-se de recursos e de materiais didácticos que sejam o mais possível diversificáveis. O uso dos organizadores gráficos, que fazem parte integrante da Teoria da Aprendizagem Significativa, poderá revelar-se extremamente adequado, particularmente quando se dispõe de alguns conhecimentos essenciais desta teoria, iniciada com o trabalho de David Ausubel, e contando hoje com os contributos de muitos outros investigadores como sejam os de Novak, Gowin, Marco Moreira, Mintzes, Wandersee, etc. Porém, na nossa opinião, o facto de estes instrumentos poderem ajudar, de modo algum os torna imprescindíveis.

1.3.1. O surgimento dos ambientes construtivistas de aprendizagem

Durante muito tempo, a falta de um corpo teórico sólido sobre ambientes de aprendizagem, acrescida à tradicional separação entre a teoria e a prática da educação, fez com que os professores, no que respeita ao ambiente na sala de aula, actuassem muito mais por intuição e por força das suas concepções pessoais, em grande parte resultantes das suas próprias experiências como alunos, do que com base num suporte teórico. Este suporte teórico consolidou-se a partir dos anos 60 (Fraser, 1986, in Sebela, 2001) quando dois educadores, H. J. Walberg e Moos, começaram a debruçar-se sobre o problema da criação de bons ambientes de aprendizagem. Walberg desenvolveu mesmo um instrumento focalizado nestes ambientes, o *Learning Environment Inventory* – LEI, o qual foi utilizado em actividades de avaliação de um Curso de Física amplamente divulgado e que está traduzido para Português: o *Harvard Project Physics* (Walberg & Anderson, 1968).

Em Portugal foi necessário esperar pelo período pós-revolucionário, ou seja a segunda metade da década de 70, para que alguns ecos destas novas teorias se sentissem nas escolas e diversos professores do ensino secundário começassem a preocupar-se com um novo arranjo da sala de aula, fugindo ao tradicional esquema de filas de carteiras alinhadas. Mas, mesmo assim, a mudança foi pequena. De então para cá vários trabalhos têm sido desenvolvidos no domínio dos ambientes na sala de aula, mas só mais recentemente se começou a falar em ambientes construtivistas de aprendizagem.

Na década de 90 foi criado o instrumento *Constructivist Learning Environment Survey* – CLES (Taylor & Fraser, 1991). Destina-se a avaliar as percepções dos professores e alunos sobre determinadas dimensões que os autores deste instrumento consideram importantes nestes ambientes, a saber:

Relevância pessoal (*Personal Relevance*) – relação das matérias ensinadas com as experiências diárias dos alunos.

Incerteza (*Uncertainty*) – realce para a importância das crenças, teorias, experiências e valores na pesquisa científica efectuada.

Controlo compartilhado (*Shared Control*) – controlo do ambiente compartilhado por todos com base numa avaliação permanente e formadora.

Negociação dos estudantes (*Student Negotiation*) – diálogo e partilha de ideias entre os estudantes com ênfase na avaliação de pares.

Voz crítica (*Critical Voice*) - nada nem ninguém está acima da crítica construtiva.

1.3.2 O trabalho cooperativo é fundamental nos ambientes construtivistas

O que está subjacente aos ambientes construtivistas é, como vimos, o facto de a aprendizagem ser definitivamente aceite como uma actividade pessoal e idiossincrásica de cada aluno, a quem deve ser dada a liberdade controlada e a responsabilidade compartilhada para trabalhar num ambiente estimulador de diálogo e cooperação. O papel do professor é o de um apoiante e facilitador, um mediador fundamental, que procura que sejam tidas em conta as diferenças cognitivas, sociais e afectivas dos alunos e que as interacções se caracterizem pelo respeito mútuo e sejam dominadas pelo afecto, em que o erro seja tido como motor de desenvolvimento e em que haja lugar para a exigência, para a responsabilidade e solidariedade. Desta forma, os alunos serão educados de modo integral nas suas capacidades social, cognitiva, afectiva e relacional, capacidades estas que, como sabemos, são fundamentais para a formação global do indivíduo.

Esta colaboração e interacção entre os alunos na sala de aula, num clima de respeito onde predomine um sentimento de confiança mútuo, são características particularmente relevantes nestes ambientes construtivistas. Dada a importância deste trabalho cooperativo na criação dos ambientes construtivistas de aprendizagem, vamos dedicar-lhe uma particular atenção neste artigo.

O trabalho cooperativo destina-se a procurar que a troca de informações na sala de aula entre alunos e professor conduza a uma negociação de ideias, baseada no conhecimento dos pontos de vista dos outros e na perspectiva do próprio, abrindo a possibilidade a novas interpretações e a novos contributos para o tema em estudo (Slavin, 1988).

Cooperar significa tentar alcançar um objectivo comum ao mesmo tempo que se coordenam as próprias perspectivas com as perspectivas dos outros. Significa trabalhar em colaboração e partilhar ideias com vista à resolução das questões. A cooperação é “uma interacção social que tende para uma certa finalidade por parte de indivíduos que se olham como iguais e se tratam uns aos outros como tal” (Vries e Zan, 1996, p.158).

Tal implica que todos, sendo diferentes, possam dar sentido às suas experiências respeitando as experiências dos outros, numa perspectiva de intercâmbio. Ao professor cabe seleccionar tarefas que possam desencadear problemas e desafiar os alunos à sua resolução. Os alunos, em pequenos grupos, realizam essas tarefas, sendo encorajados pelo professor a cooperar.

Contudo, nem todo o trabalho realizado em grupo é cooperativo. Se não tiver como objectivo assegurar a aprendizagem de todos os membros do grupo, mas apenas a individual, deixa de ser cooperativo (Humpheys, Johnson e Johnson, 1982). Esta ênfase no sucesso de cada indivíduo e de todos os elementos do grupo, como observa Slavin (1988), é um aspecto que distingue a actividade cooperativa das outras tarefas realizadas em grupo.

Vários estudos que investigaram, em diversas escolas e em várias áreas, as vantagens das estratégias cooperativas, em relação a outros modelos de ensino, revelaram que os alunos que trabalham em cooperação tendem a atingir melhores desempenhos a nível académico, apresentam mais soluções às questões de dificuldade cognitiva mais elevada, desenvolvem a auto-estima e um maior número de atitudes sociais positivas, e atingem uma maior compreensão dos conteúdos programáticos que estudam (Humpheys, Johnson e Johnson, 1982; Slavin, 1991). Segundo Arends (1995), um efeito importante na aprendizagem cooperativa é, precisamente, o de possibilitar aos alunos o desenvolvimento de competências de colaboração, cada vez mais decisivas na sociedade actual, em que muito do trabalho realizado decorre em organizações alargadas e interdependentes.

Para que o trabalho cooperativo possa conduzir a uma aprendizagem com sucesso, vários investigadores concordam que alguns requisitos devem ser seguidos, nomeadamente no que diz respeito à planificação e estruturação das actividades a desenvolver, da constituição dos grupos e dos objectivos a alcançar (Stahl, 1994).

Os professores, ao planearem as tarefas, devem descrever com precisão o que esperam que os alunos aprendam e o que estes deverão ser capazes de fazer no final. Antes de os alunos empenharem esforços no trabalho do seu grupo, o professor deve orientá-los, descrevendo com precisão o que se pretende, que materiais devem/podem usar e o que devem produzir para evidenciar o seu domínio naquele conteúdo (Stahl, 1994). Estas metas, definidas à partida, não são apenas competências de cariz cognitivo mas diversas atitudes ou comportamentos, sem de modo algum se poderem confundir com listagens de objectivos específicos rígidos e taxativos.

A organização dos grupos deve ser tal que daí resulte a maior heterogeneidade possível, quer sob o ponto de vista das aptidões académicas, quer, ainda, sob o ponto de vista de crenças, raça ou estrato social. Cada aluno deve sentir que tem as mesmas probabilidades de aprender e de recompensa, independentemente do grupo de que fizer parte ou, por outras palavras, não se deve sentir penalizado por estar inserido num determinado grupo. Além disso, o trabalho cooperativo desenvolve uma interdependência positiva, querendo com isto significar que os estudantes se devem sentir como parte de uma equipa, em que ou todos ganham ou todos perdem. A tónica deve ser colocada na interdependência entre os membros do grupo, e não numa competitividade desenfreada. Das interacções entre os vários elementos do grupo, procura-se que estes se tornem mais tolerantes com as diferentes opiniões de cada um, e que respeitem a maneira de ver e de sentir dos outros. Obviamente, o envolvimento em grupos cooperativos conduz a confrontos entre ideias, opiniões, conclusões, mas de uma maneira saudável, que cria situações de aprendizagem, nas quais se verifica uma repetição da informação, incorporação de informação nova e explicações que clarificam e integram essa informação (Stahl, 1994). Além disso, a existência de opiniões moderadamente divergentes entre os membros de um grupo, quanto à maneira de realizar uma determinada tarefa, permite criar um tipo de desafio capaz de fornecer ajuda e apoio, na medida em que possibilitarem a reconstrução, a um nível superior, dos próprios esquemas cognitivos, como forma de ultrapassar a divergência entre os vários pontos de vista (Onrubia, 2001).

A estratégia cooperativa distingue-se de outros modelos de ensino por promover a liderança e responsabilidade partilhadas, a interdependência positiva entre os membros do grupo, atrás referida, a regulação interna dos ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento crítico. Enfatiza quer a tarefa, quer o funcionamento do grupo. Não evita o confronto de ideias, opiniões, teorias ou conclusões; antes as orienta no sentido de desenvolver atitudes sociais positivas, como o respeito mútuo e a tolerância. Criar uma prática de ensino orientada por estes princípios requer uma transformação de quase todos os aspectos do ensino, incluindo os que se referem aos próprios materiais didáticos.

A concepção construtivista da aprendizagem, ao considerar que o ensino deve desenvolver as várias capacidades da pessoa, preconiza que o professor tenha em atenção a diversidade dos alunos e lhes preste ajuda adequada. Tal implica (Zabala, 2001) que os recursos e materiais didáticos sejam o mais possível diversificáveis, em função das necessidades de cada situação e momento, ajustando-se, quais peças de uma construção, permitindo que cada professor possa elaborar o seu projecto específico de intervenção, de forma adaptada à sua realidade educativa.

Alguns esforços significativos têm sido despendidos no sentido de desenvolver e implementar o uso de materiais didáticos alternativos, muitos deles procurando dar resposta às necessidades impostas por estratégias de cariz construtivista. É o caso dos mapas conceptuais e dos “Vês” heurísticos. Verifica-se também que muitos dos instrumentos fornecidos pelas novas Tecnologias de Informação e Comunicação são extremamente adequados ao desenvolvimento de atitudes de curiosidade e investigação por parte do aluno, permitindo a representação de ideias sob diferentes formas. Além disso, oferecem também ao professor ocasiões únicas de individualizar o ensino, ao mesmo tempo que modificam o papel habitualmente por ele assumido, o de instrutor, transformando-o num mentor e, em certa medida, co-aprendente (Harper e Hedberg, 1997).

Uma experiência de aprendizagem de Química para testar o efeito de um ambiente construtivista

As ideias anteriores sobre ambientes construtivistas, alicerçados no trabalho cooperativo, foram testadas em sala de aula, através de uma pesquisa focada na Unidade ácido-base do 10º ano de escolaridade.

A escolha do ano de escolaridade e do conteúdo onde focámos esta pesquisa ficou a dever-se ao facto de se verificar um elevado nível de insucesso no 10º Ano e às dificuldades experimentadas pelos alunos no tema ácido-base, nomeadamente quando o retomam no 12º Ano.

2.1 Amostra

O estudo decorreu numa Escola da periferia de Lisboa, em duas turmas escolhidas de forma não aleatória e leccionadas pela mesma professora: a turma C ($N = 27$), funcionando como grupo experimental, (TE), onde se estabeleceu um ambiente construtivista durante a aprendizagem do tema ácido-base, e a turma F ($N = 25$), o grupo de controlo, (TC), sujeita a uma estratégia de ensino tradicional no mesmo tema.

Foi feita a caracterização das duas turmas com base na idade dos alunos, na classificação obtida no final do ano anterior (9º ano de escolaridade), no número de alunos repetentes por turma, no estrato sócio-económico dos alunos e no nível de instrução dos respectivos pais. Esta caracterização, bem como os resultados obtidos pelos alunos num pré-teste, permitiram concluir que os dois grupos, experimental e de controlo, eram equivalentes.

2.2 Metodologia de recolha de dados

A recolha de dados baseou-se na combinação de um método quantitativo, assente num plano quase-experimental, com um método qualitativo, traduzido por uma observação participante, distanciada e directa.

Os alunos do grupo experimental trabalharam o tema ácido-base num ambiente construtivista de aprendizagem cujas características foram atrás referidas, assumindo o professor um papel de negociador e facilitador da construção de conhecimento por parte dos alunos. As aulas, nessa turma, foram organizadas de maneira a privilegiar actividades do tipo reflexão-acção, propiciando situações do mundo real e do dia-a-dia, tendo em conta os vários estilos de aprendizagem dos alunos. Valorizou-se o trabalho de grupo, enfatizando a sua dimensão colaborativa. Aos diferentes grupos dessa turma foram apresentadas, sucessivamente, várias situações problemáticas, como por exemplo: “Qual é o carácter químico de materiais de uso comum?”. Foram também propostas demonstrações experimentais simples, como contra-exemplos, no intuito de mostrar aos alunos que algumas das suas concepções prévias eram menos fecundas do que as concepções científicas. Foram construídos mapas conceptuais pelos alunos, quer individualmente, quer em grupo e discutidas cooperativamente as ideias neles traduzidas. Uma das actividades experimentais foi preparada e realizada com base num “Vê” de Gowin, elaborado em cooperação pelos alunos da turma.

Em contraste com estas aulas, as do grupo de controlo foram predominantemente expositivas, limitando – se os alunos, na sua grande maioria, a copiar o que a professora escrevia no quadro ou a escrever o que ela ditava.

Em ambos os grupos foi aplicado um mesmo pré-teste e um dado pós-teste (este último encontra-se em Anexo).

O pré-teste serviu também para identificar as pré-concepções dos alunos, tendo revelado a existência de *misconceptions* idênticas nas duas turmas, confirmando, assim, a equivalência já prevista dos dois grupos.

2.3 Resultados

As respostas ao pré-teste permitiram detectar a existência, nas duas turmas, de *misconceptions* idênticas, como acabámos de dizer. Mas também permitiram constatar que essas *misconceptions* eram idênticas às que a pesquisa educacional tem revelado existirem acerca dos ácidos e bases, tais como: os ácidos são substâncias corrosivas; as bases anulam este efeito corrosivo; o pH traduz a força relativa dos ácidos e das bases; a água tem sempre um pH igual a 7; etc.

As respostas dos alunos ao pós-teste foram traduzidas em classificações, de acordo com um modelo de resposta e um guia de classificações.

Os resultados globais do pós-teste, apresentados por ordem crescente de classificações, estão representados no gráfico seguinte:

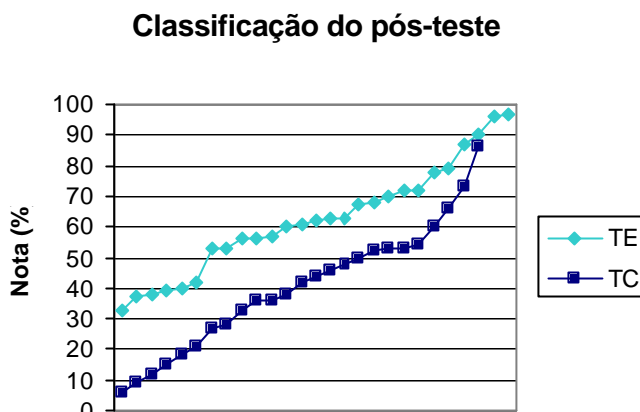


Gráfico 1

A análise das respostas, nas duas turmas, aos vários itens do pré-teste e do pós-teste permitiu comparar a evolução conceptual acerca do tema em estudo dos alunos dos grupos experimental e de controlo.

Nos gráficos seguintes representam-se as percentagens de alunos que evoluíram, numa e noutra turma, respectivamente no que se refere aos conceitos de ácido, base e pH (gráfico 2) e no que diz respeito à força de um ácido (gráfico 3).

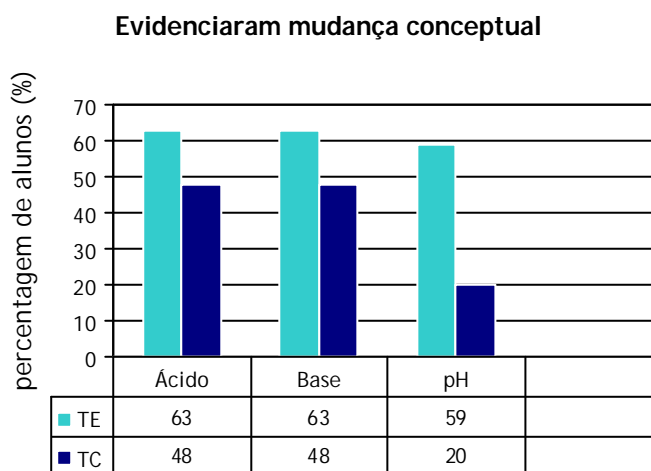


Gráfico 2

Estes gráficos evidenciam, de modo claro, um melhor desempenho dos alunos do grupo experimental, sujeitos ao ambiente construtivista de aprendizagem previamente concebido, quando comparado com o desempenho dos alunos do grupo de controlo, submetidos a um ambiente tradicional. Este melhor desempenho foi corroborado pelos registos de observação na sala de aula.

A observação permanente dos alunos e a atenção prestada ao que eles diziam e faziam durante as aulas tiveram como objectivo interpretar esses desempenhos como indicadores que os situassem no seu processo de aprendizagem, ao mesmo tempo que permitiram identificar os aspectos que lhes criavam maior dificuldade ou que lhes proporcionavam maior ajuda nesse processo.

Evidenciaram mudança conceptual quantol à força de um ácido

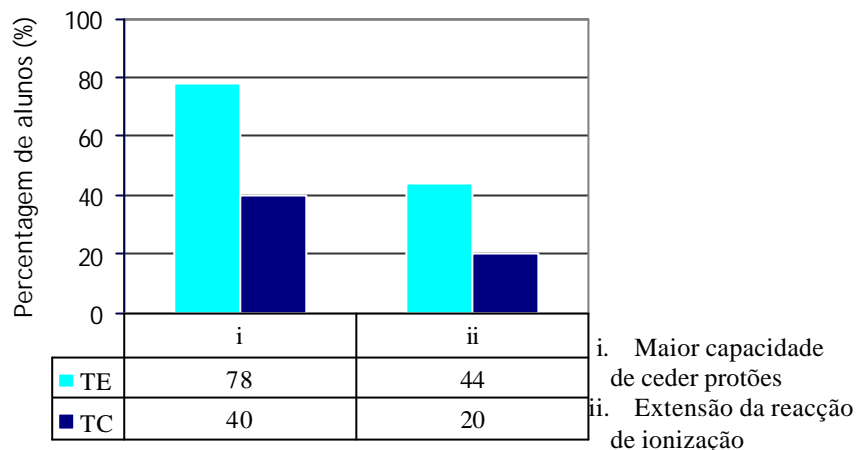


Gráfico 3

Na turma experimental, a discussão em torno das diversas actividades desenvolvidas na aula proporcionou a cada um dos alunos a oportunidade de expor o seu ponto de vista e explicitá-lo aos outros de uma forma compreensível, adoptando o papel daquele que explica.

A tentativa de verbalizar a própria ideia acerca de um assunto, com a finalidade de a comunicar aos outros, obrigava o aluno a reconsiderar e analisar o que pretendia transmitir, levando-o a descobrir incoerências e incorrecções no próprio discurso; ou seja: obrigava o aluno a procurar uma alternativa para formular a mesma ideia, fazendo com que se tornasse mais explícito e rigoroso, o que acabava por enriquecer o seu próprio ponto de vista.

A utilização da mesma linguagem entre colegas fez com que, por vezes, os alunos ouvissem com mais atenção e interesse um colega do que o professor.

Uma outra faceta que merece ser destacada é a de que, à medida que trabalhavam cooperativamente, os alunos foram, progressivamente, mostrando-se mais intervenientes na discussão, ao mesmo tempo que iam adquirindo um maior controlo emocional para enfrentar o “conflito” que a diferença de ideias – neste caso, sobre o tema ácido-base – implicava.

Progressivamente, um número significativo de alunos foi capaz de relativizar os seus pontos de vista, não atribuindo à incompetência, inabilidade ou ignorância dos colegas a diferença de opiniões.

Ou seja: os debates revelaram-se também formativos por terem permitido revelar aos próprios alunos a importância da comunicação e do intercâmbio de ideias, bem como a necessidade da existência de um clima de aceitação e respeito mútuos.

Os registos de observação na sala de aula que se seguem são um dos vários que ilustram bem esta valorização atitudinal patenteada pelos alunos do grupo experimental.

Excerto do registo de observação realizado na parte inicial do estudo

Intervenientes*	Descrição
GRUPO 1	(Na mesa de trabalho de cada grupo, encontram-se vários materiais. A professora explica a tarefa que lhes é proposta: classificar cada um dos materiais como sendo ácido, básico ou neutro.
A	— Temos aqui shampoo. Isto é neutro, de certeza!
B	— Não sei, o shampoo é como o sabonete que é alcalino.
A	— Mas é neutro, parvo! Nunca ouviste na televisão?!
C	— Em que ficamos?... Vocês nunca se entendem!
A	— És bué de estúpido! Toda a gente sabe que é neutro.
C	— Então fica como neutro. Ao menos o sumo de limão, estão de acordo que é ácido?
D	— E o sabão? Eu acho que é neutro.
A	— Eu também!
B	— Nem penses! Quero uma cruz no alcalino.
GRUPO2	
H	(H lê o rótulo da garrafa de água mineral)
J	— Eh! Diz aqui pH 9...
G	— Para a água? Oh pá, tem dó! Nem sabes ler!
I	— Leiam, “espertinhas”...O pH é básico!
	— Deves ter trocado tudo. Nem penses! A água é neutra.

*Designou-se por Prof. a professora e por uma letra maiúscula cada um dos alunos.

Excerto do registo de observação realizado na parte final do estudo

Intervenientes	Descrição
GRUPO 1	(A professora propõe aos alunos que determinem o pH das várias soluções de ácidos que têm na sua mesa de trabalho)
B	— Já tenho as ideias baralhadas. Um ácido forte com pH maior do que um fraco?
	— Mas não tinhas dito que dava menor?
C	— Olha, enganei-me.
A	— Oh A, como é que explicas isto?
B	— Não sei, deixa-me pensar...
A	
GRUPO 2	— Anota os valores de pH para o ácido clorídrico
H	— O ácido clorídrico tem dois valores de pH...
G	— São concentrações diferentes.
J	— Mas ele é sempre forte, não é?
H	— Então a força não tem a ver com a concentração, mas o pH pelos vistos tem.
I	— Não te importas de repetir?
G	

2.4 Conclusões

Este artigo tem duas partes. Na primeira foram feitas algumas considerações sobre ambientes construtivistas com realce para o trabalho cooperativo dos alunos. Na segunda foi testada a eficácia destes ambientes na construção de conceitos em Química, mais especificamente conceitos relacionados com o tema ácido-base.

As considerações feitas na primeira parte da comunicação assentaram numa prolongada reflexão de natureza epistemológica, psicológica e educacional sobre o ensino e a aprendizagem,

apoiada numa ampla consulta bibliográfica e na própria experiência pessoal dos autores. A segunda parte consistiu essencialmente na comparação dos resultados obtidos em dois grupos, o experimental e o de controlo, tendo o primeiro sido submetido a um ensino em ambiente construtivista, onde os alunos trabalharam de modo cooperativo e o segundo a um ensino em ambiente tradicional. Essa comparação aponta nitidamente para o facto de o ambiente construtivista baseado no trabalho cooperativo ter tido, em média, um efeito benéfico, isto é, ter desenvolvido aprendizagens acerca do tema ácido-base mais significativas e mais correctas. E, para além dos aspectos de cariz cognitivo, há que assinalar uma melhoria nas relações interpessoais dos alunos do grupo experimental, bem como a imagem positiva que foram criando de si mesmos, o que reforçou a sua auto-estima e contribuiu para um acréscimo na motivação para continuar a aprender.

Estando este trabalho alicerçado numa base teórica sólida e como se procedeu à validação de conteúdo do pré-teste e do pós-teste, a um estudo da fiabilidade dos resultados da aplicação do pós-teste e a uma triangulação dos resultados obtidos, considera-se terem sido satisfeitas as condições que permitem garantir a sua validade interna. A generalização dos resultados deste estudo está, contudo, limitada pela natureza e dimensões da amostra, bem como pela própria metodologia adoptada. Procurou-se minimizar o efeito destas limitações procedendo à descrição pormenorizada da forma como o estudo foi realizado e escolhendo dois grupos que à partida se revelaram equivalentes.

Bibliografia

- ARENDS, R. (1995). *Aprender a Ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill de Portugal.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. e HANESIAN, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- BROOKS, J. e BROOKS, M. (1999). In Search of Understanding. The Case for Constructivist Classrooms (revised edition). <http://www.ascd.org/readingroom/books/books99book.html>
- BROOKS, J. e BROOKS, M. (1997). *Construtivismo em sala de aula*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., PAIXÃO, F. e MARTINS, I. (2000). “Uma Visão sobre o Ensino das Ciências no pós Mudança Conceptual” in *Inovação*, 13(2-3), 117-137.
- CROSS, D., AMOUROUX, R., CHASTRETTE, M., LEBER, J. e FAYOL, M. (1986). “Conceptions of First-Year University Students of the Constituents of matter and the notions of acids and bases” in *European Journal of Science Education*, 8(3), 305-313.
- CROWTHER, D. (1997). *Editorial: The Constructivist Zone*. Electronic Journal of Science Education. Vol 2, Nº 2. <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejsev2n2ed.html>
- CUNNINGHAM, D., DUFFY, T., & KNUTH, R. (1993). Textbook of the future. In C. McKnight (Ed.), *Hypertext; A psychological perspective*. London: Ellis Horwood Publishing.
- DAMÁSIO, A. (1994). *O Erro de Descartes – Emoção, Razão e Cérebro Humano*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- DOUGIAMAS, M. (1998). *A journey into Constructivism*. martin@dougiamas.com
- DRIVER, R. (1995). “Constructivist Approaches to Science Teaching” in Steffe e Gale (Eds.), *Constructivism in Education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- DRIVER, R. e BELL, B. (1986). “Students’ Thinking and the Learning of Science: a Constructivist View” in *School Science Review*, 67, 443-456.

- DUIT, R. (1995). “The Constructivist View: A Fashionable and Fruitful Paradigm for Science Education Research and Practice” in Steffe e Gale (Eds.), *Constructivism in Education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- FERNANDES, J.V. (2000). *Paradigma da educação da globalidade e da complexidade para a esperança e a felicidade dos seres humanos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- FOSNOT, C. (1996). “Construtivismo: uma Teoria Psicológica da Aprendizagem” in *Construtivismo e Educação. Teoria, Perspectivas e Prática*. Lisboa: Instituto Piaget.
- GARDNER, H. (1983). *Frames of Mind: The theory of multiple intelligences*. Nova Iorque: Basic Books
- GIL PÉREZ, D., GUIASOLA, J., MORENO, A., CACHAPUZ, A., PESSOA DE CARVALHO, A., TORREGROSA, M., SALINAS, J., VALDÉS, P., GONZÁLEZ, E., DUCH, A., DUMASCARRÉ, A., TRICÁRICO, H., GALLEGO, R. (2002). “Defending Constructivism in Science Education” in *Science & Education 11*: 557-571.
- GLASERSFELD, E. (1996). *Construtivismo Radical*. Lisboa: Instituto Piaget.
- HARPER, B. e HEDBERG, J. (1997). *Creating Motivating Interactive Learning Environments: a Constructivist View*.
<http://www.ascilite.org.au/conferences/perth97/papers/Harper/Harper.html>
- GOLEMAN, D. (1995). *Inteligência emocional*. Lisboa: Temas e Debates.
- GOWIN, D. B. (1990). *Educating*. Cornell: Cornell University Press.
- GRIFFITHS, A. (1994). “A Critical analysis and Synthesis of Research on Students’ Chemistry Misconceptions” in Schmidt (Ed.) *Proceedings of the 1994 International ICASE Seminar – Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics*, 70-99. Dortmund.
- HARPER, B.; HEDBERG, J. (1997). *Creating Motivating Interactive Learning Environments: a Constructivist View*.
<http://www.ascilite.org.au/conferences/perth97/papers/Harper/Harper.html>
- HUMPHEYS, B., JOHNSON, R. e JOHNSON, D. (1982). “Effects of Cooperative, Competitive and Individualistic Learning on Student’s Achievements in Science Class” in *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (5), 351-356.
- HEWSON, P., BEETH, M. e THORLEY, N. (1998). “Teaching for Conceptual Change” in Fraser e Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education*, 199-218. Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- HUMPHEYS, B., JOHNSON, R. e JOHNSON, D. (1982). “Effects of Cooperative, Competitive and Individualistic Learning on Student’s Achievements in Science Class” in *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (5), 351-356.
- JONASSEN, D. & TESSMER, M. (1996/7). An Outcomes-Based Taxonomy for Instructional Systems Design, Evaluation and Research, *Training Research Journal*, 2.
- MARTINS, M. (2000). *Facilitando a construção do Conhecimento Científico: o Tema Ácido-base no 10º Ano de Escolaridade*. Tese de Mestrado no Ramo Educacional. Universidade do Minho.
- MATTHEWS, M. (1998a). “Introductory Comments on Philosophy and Constructivism in Science Education” in Matthews (Ed) *Constructivism in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- MINTZES, J., WANDERSEE, J. E NOVAK, J. (2000). *Ensinando A Ciência Para A Compreensão*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Coleção Plátano Universitária.

- MOREIRA, M. e BUCHWEITZ, B. (1993). *Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- NAKHLEH, M. (1994). “Students’ Models of Matter in the Context of Acid-Base Chemistry” in *Journal of Chemical Education*, 71(6), 495-499.
- NOLA, R. (1998). “Constructivism in Science and Science Education: a Philosophical Critique” in Matthews (Ed) *Constructivism in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- NOVAK, J. (1988). “Learning science and the science of learning” in *Studies in Science Education*, 15, 77-101.
- NOVAK, J. (1990). “Human Constructivism: a Unification of Psychological and Epistemological Phenomena in Meaning Making”. Paper apresentado na Fourth North American Conference on Personal Construct Psychology, San Antonio, Texas.
- NOVAK, J. e GOWIN, B. (1999). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- NOVAK, J. (2000). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- ONRUBIA, J. (2001). “Ensinar: Criar Zonas de Desenvolvimento Próximo e Intervir nelas” in *O Construtivismo na Sala de Aula*. Porto: ASA Editores.
- PETITOT, J. (1999). “Em direção a uma física das ciências humanas”. In *A ciência tal qual se faz*, coordenação e apresentação de Fernando Gil. Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- PIAGET, J. e GARCIA, R. (1987). *Psicogénese e História das Ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- POINCARÉ, H. (1970). *Ciência e Hipótese*. Alfragide: Galeria Panorama
- POSNER, G., STRIKE, K., HEWSON, P. e GERTZOG, W. (1982). “Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change” in *Science Education*, 66(2), 211-227.
- ROSS, B. e MUNBY, H. (1991). “Concept Mapping and Misconceptions: a Study of High-School Students’ Understandings of Acids and Bases” in *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- RIBEIRO, A. (1990) “Relação Educativa” in *Psicologia do Desenvolvimento e Educação de Jovens*. Coordenador Bártolo de Paiva Campos. Lisboa: Universidade Aberta.
- SANTOS, M. (1998). *Mudança Conceptual na Sala de Aula*. Lisboa: Livros Horizonte.
- SAVERY, J. & DUFFY, T. (1996). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. In B. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design* (pp. 135-148). New Jersey: Educational Technologies Publications.
- SCHWAB, J. (1964). “Problems, Topics and Issues” in *S. Elam, Education and the Structure of Knowledge*. Chicago, IL: Rand McNally.
- SEBELA, M. P. (2001). “Using Teacher Action Research to Promote Constructivist Classroom Learning Environments in Mathematics in South Africa”.
- <http://www.aare.edu.au/01pap/seb01443.htm>
- SLAVIN, R. (1988). “Small-group Instruction. Cooperative Learning: The Research” in Husen e Postlethwaite (Orgs) *International Encyclopedia of Education*, (8), 4596-4602. Oxford: Pergamon Press.
- SLAVIN, R. (1991). “Synthesis of Research on Cooperative Learning” in *Educational Leadership*, 48, 71-82.

- SOLÉ, I. (2001). “Disponibilidade para a Aprendizagem e Sentido da Aprendizagem” in *O Construtivismo na Sala de Aula*. Porto: ASA Editores.
- SOLOMON, J. (1994). “The Rise and Fall of Constructivism” in *Studies in Science Education* 23, 1-19
- STAHL, R. (1994). “The Essential Elements of Cooperative Learning in the Classroom”. http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed370881.html
- SUCHTING, W. (1992). “Constructivism Deconstructed” in *Science & Education*, 1(3), 223-254
- TOPLIS, R. (1998). Ideas about Acids and Alkalis in *School Science Review*, 80(291), 67-70.
- TOULMIN, S. (1972). *Human Understanding. Vol 1: The Collective Use and Evolution of Concepts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- VALADARES, J. (1995). *Concepções Alternativas no ensino da Física à luz da Filosofia da Ciência*, Vol.s 1 e 2. Tese de Doutorado. Lisboa: Universidade Aberta.
- VALADARES, J. (1999). *O Vê de Gowin: um instrumento poderoso de construção conceptual*. Actas do VII Encontro Nacional - Educação em Ciências que decorreu na Universiade do Algarve.
- VALADARES, J. (2000). “A importância Epistemológica e Educacional do Vê do Conhecimento”. Conferência do III Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa in *Proceedings do III EIAS*: Universidade Aberta e IIE.
- VALADARES, J. (2001). *Estratégias Construtivistas e Investigativas no Ensino das Ciências*. Conferência proferida no Encontro «O Ensino das Ciências no Âmbito dos Novos Programas», na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- VIDYAPATI, T. e SEETHARAMAPPA, J. (1995). “Higher Secondary School Students’ Concepts of Acids and Bases” in *School Science Review*, 77 (278), 82-84.
- WALBERG, H. J. & ANDERSON, G. J. (1968). “Classroom climate and individual learning”, in *Journal of Educational Psychology Research Association*, New Orleans, L. A.
- WILSON, B. (Ed.) (1996). *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*. New Jersey: Educational Technologies Publications.
- ZABALA, A. (2001). “Os Pontos de Vista Didáticos” in *O Construtivismo na Sala de Aula*. Porto: ASA Editores.

Recebido em: 31/10/2003

Aceito para publicação em: 11/01/2005

PÓS-TESTE

1 - Nas aulas do 10º Ano aprofundaste o estudo dos ácidos e das bases.

1.1 – Como defines um ácido?

1.2 – E como defines uma base?

2 – Indica os nomes e, se te lembrares, as respectivas fórmulas químicas de

2.1 – três ácidos _____

2.2 – três bases _____

3 – Associa cada espécie química da coluna da esquerda, representada pela respectiva fórmula química, a uma frase da coluna da direita, que o identifique. Para tal, coloca em cada quadrado à esquerda a letra correspondente da coluna da direita.

A. NaOH

B. NH₃

C. HSO₄⁻

D. Cl

a. É uma espécie química anfotérica.

b. É uma mistura.

c. É um composto iónico que se dissocia por acção da água.

d. É constituída por átomos iguais dispostos ordenadamente.

e. É uma substância composta formada por moléculas.

f. É a base conjugada de HCl.

4 – As questões seguintes são constituídas por duas afirmações, A e B, podendo a segunda ser (ou não) justificação da primeira.

A resposta a estas questões pode tomar uma das formas da lista seguinte:

I – A e B são verdadeiras e B justifica A.

II – A e B são verdadeiras, mas B não justifica A.

III – A é verdadeira e B é falsa.

IV – A é falsa e B é verdadeira.

V – A e B são falsas.

Na tua resposta, escreve no o número romano, da lista anterior, que se ajusta a cada questão.

4.1 – A) O amoníaco, NH₃, é uma base mais forte do que a água.

B) O amoníaco, em solução aquosa, retira protões às moléculas de água, formando-se iões amónio, NH₄⁺, e iões hidróxido, OH⁻.

4.2 – A) O ácido sulfúrico, H₂SO₄, é um ácido forte.

B) O ácido sulfúrico é um ácido diprótico.

4.3 – A) O pH de uma solução aquosa de um ácido forte é sempre menor que o de uma solução de um ácido fraco.

B) O pH de uma solução está relacionado com a concentração do ião hidrónio, H_3O^+ , nessa solução.

4.4 – A) Ao ordenar os ácidos, por ordem crescente dos respectivos K_a , (constante de acidez), eles ficam ordenados por ordem crescente da sua força.

B) Um ácido é tanto mais forte quanto mais extensa for a sua ionização em H_3O^+ .

5 – O que entendes por pH?

6 – Calcula o logaritmo de $1,0 \times 10^{-11}$. (Podes usar a máquina de calcular)

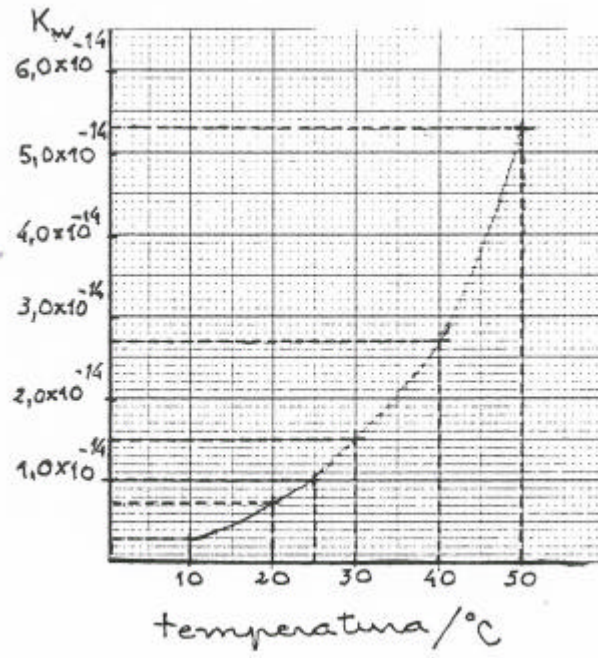
7 - Calcula o pH de uma solução em que a concentração de iões hidrónio, H_3O^+ , é igual a $1,0 \times 10^{-2}$ mol/dm³. (Podes usar a máquina de calcular)

8 – Que valor de pH prevês para uma solução aquosa de acetato de sódio, $\text{Na CH}_3\text{COO}$, a 25°C?

- A. Um valor menor que 7.
- B. Um valor igual a 7.
- C. Um valor maior do que 7.
- D. Não é possível prever qualquer valor.

9 - Explica as razões da tua escolha na questão anterior.

10 – O gráfico seguinte traduz a variação do produto iónico da água, K_w , em função da temperatura.



Explica, com base no gráfico, se a 50°C uma solução aquosa, com $[H_3O^+] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$, é ácida, básica ou neutra.

11 – Identifica, assinalando com **X**, o carácter químico dos materiais (soluções aquosas) que figuram no quadro seguinte.

Materiais	Carácter químico				
	Muito ácido	Pouco ácido	Neutro	Pouco básico	Muito básico
Lixívia					
Vinho					
Lágrimas					
Limpa-vidros					
Coca-cola					
Leite					
Sumo de laranja					