

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/28250746>

# Tectónica global e trabalho práctico: contribuição para um sentido inovador

## Article

Source: OAI

CITATIONS

0

READS

26

5 authors, including:



[Alexandre Leite](#)

University of Porto

11 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Luis Marques](#)

University of Aveiro

68 PUBLICATIONS 281 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Aurora Futuro](#)

University of Porto

24 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



IPEC - Investigação e Práticas em Educação em Ciência [View project](#)

## TECTÓNICA GLOBAL E TRABALHO PRÁTICO: Contribuição para um sentido inovador do ensino.

Leite, A., Futuro, A., Silva, R.(1), Marques, L.(2), Praia, J.(3), Trindade, V.(4)

### ABSTRACT

*The main target of the workshop is to present a consequent set of experiments easily performed in any classroom with a minimum of specific materials. The experiments to be demonstrated do not constitute a random set. They were organized having in mind a definite philosophy of action which may be represented in a map of scientific concepts. Besides, this set of experiments is intended to overcome one of the main problems faced by Geology Instructors, i.e. the problem of phenomena visualisation that hampers the conceptualisation efforts of the students. The logic consequence of this workshop will be the debate of the epistemological and didactic roots of Experimental Instruction in Earth Sciences, emphasizing the scientific approaches of all the subjects.*

### INTRODUÇÃO

O texto, que começa por enumerar as finalidades do Taller e a sua estrutura, pretende evidenciar alguns elementos da área educacional, susceptíveis de enquadrar do ponto de vista teórico o trabalho.

Pretende igualmente fundamentar do ponto de vista epistemológico, quer o trabalho prático (experimental) em Geociências, quer o desenvolvimento de algumas ideias sobre a problemática do “modelo científico”. Em todo o caso trata-se de apresentar algumas achegas para uma discussão aquando do próprio desenvolvimento do trabalho, ou seja, funcionam como ideias - “ponto de partida” para a reflexão grupal.

### FINALIDADES DO TALLER

1. Assumir a vertente profissional da formação, como de forte incidência pessoal.
2. Compreender alguns aspectos do sub-sistema Terra para reflectir no papel formativo e sócio-cultural da Educação em Geociências.
3. Reflectir nas dificuldades deste tipo de trabalho, no que respeita à aprendizagem de conceitos de Geologia, tornando-os mais acessíveis aos alunos-cidadãos.

4. Inserir as várias situações de trabalho prático desenvolvidas, num todo global, de forma a que os múltiplos processos e fenómenos que envolvem o sub-sistema Terra, possuam uma unidade conceptual.
5. Interiorizar o sentido do trabalho prático (experimental) como algo epistemologicamente fundamentado e inserido num quadro teórico, referenciado à comunidade científica e transferido, adequadamente, para o nível curricular.
6. Consciencializar que o “modelo em ciência” é uma interpretação ideal e criativamente construída pelos investigadores.

### ESTRUTURA DO TALLER

#### Introdução.

Serão desenvolvidas, neste contexto, algumas breves considerações teóricas sobre o trabalho prático, dando particular realce ao seu significado e fundamentação epistemológica, bem como sobre a sua relevância para a formação de professores, nomeadamente na formação contínua.

#### Trabalhos práticos.

Seguem-se no tempo, a realização de um conjunto de trabalhos práticos caracterizados pela apresentação de um encadeamento de conceitos, que no seu todo possuem uma lógica interna e global, uma unidade. Todas as experiências serão conduzidos pelos coordenadores do Taller com envolvimento dos participantes. Os trabalhos, ainda que simples na sua concepção e metodologias, traduzem uma complexidade susceptível de ser lida a diferentes níveis etários e, assim, com graus de profundidade e dificuldade diferenciados. A temática envolvente será a **Tectónica de Placas** e incluirá tópicos como: Calor interno da Terra; Deformação das rochas; Convecção térmica; Correntes de convecção; Deriva continental; Dobras; Falhas.

Para apoio aos participantes serão fornecidos desdobráveis relativos a cada trabalho prático contendo elementos referentes ao “Enquadramento teórico do problema a resolver”, aos “Objectivos a alcançar e Conceitos a discutir”, bem como às “Metodologias a desenvolver e Materiais a utilizar”.

(1) Dep. de Minas da Faculdade de Engenharia da Univ. do Porto, 4000 Porto - Portugal.

(2) Secção Autónoma de Didáctica e Tecnologia Educativa da Univ. de Aveiro, 3800 Aveiro - Portugal.

(3) Grupo de Mineralogia e Geologia, Faculdade de Ciências da Univ. do Porto, 4000 Porto - Portugal.

(4) Dep. de Pedagogia e Educação da Univ. de Évora, 7000 Évora - Portugal.



### Trabalhos de Grupo.

Após a realização dos trabalhos práticos, formar-se-ão grupos, promovendo-se a discussão de vários temas, como por exemplo:

A articulação dos conceitos envolvidos nos trabalhos práticos conducentes à elaboração de "Mapas de Conceitos" (Novak); As ideias errôneas que podem surgir devido ao uso de modelos e analogias para representação de fenómenos naturais; Metodologias alternativas de adequação dos trabalhos práticos a diferentes classes etárias; A natureza didáctica dos trabalhos práticos e os meios para a sua realização.

### Debate - Conclusão.

Seguir-se-á um debate, em grupo aberto, onde serão apresentados os resultados das actividades desenvolvidas, procurando-se responder a questões e dúvidas que surjam. Por fim procurar-se-á tirar conclusões e reflectir sobre os processos e produtos desenvolvido ao longo das três horas de duração do Taller.

## ENSINO E APRENDIZAGEM EM GEOCIÊNCIAS

Na Escola os alunos passam quase todo o seu tempo a aprender conteúdos programáticos, baseados nos conhecimentos factuais, conhecimentos esses injectados, sobretudo, do professor (ou dos manuais escolares) para as "cabeças vazias" dos alunos fazendo, assim, tábua rasa dos conhecimentos e saberes que os alunos transportam para a Escola. Os professores ignoram o que o aluno já sabe. Os jovens, neste contexto, veem-se confrontados com quantidades enormes de informação, que têm, naturalmente, dificuldade em processar, em "assimilar" e "acomodar", acabando por reter (por tempo curto) conhecimentos parcelares, muitas vezes de pouca utilidade e operacionalidade futura (dificuldades de transferência de aprendizagens). Há, pois, ao nível da aprendizagem quase só um sentido cumulativo e quantitativo, ou seja, mais e mais factos, conceitos mesmo (quantas vezes sem se dar aprendizagens significativas); em vez de melhores conhecimentos, qualitativamente mais informados, ou seja, ideias estruturadas e estruturantes que ajudem a dar um sentido explicativo e interpretativo, coerente com as representações que desejamos que os alunos adquiram ou que lhes possibilitem mudar as que já possuem. A curiosidade dos jovens pela ciência, como as investigações parecem apontar, diminuem à medida que a escolaridade progride. A esta ideia não é alheia, concerteza, aquela precária maneira de aprender ciência, de ganhar gosto em aprender ciências: Se pensarmos, ainda, que em GEOCIÊNCIAS, também por dificuldades conceptuais acrescidas, em que a experimentação e o trabalho prático são escassos, - já que poderiam melhor possibilitar uma passagem do concreto para o abstracto - zona de "desenvolvimento óptimo" -, este panorama parece ainda mais difícil de inverter, tornando, para

o professor, o ambiente de aprendizagem árido, desolador mesmo....

O conhecimento científico, como processo, jamais pode ser reduzido à prática da observação e da experiência descontextualizada, situada, ignorando-se que a leitura que se faz da realidade está sempre dependente das nossas representações. São possíveis interpretações que têm de ser confrontadas, argumentadas....Esses processos científicos, quando transpostos para o E/A, em particular da Geologia, são momentos particulares e privilegiados para problematizar, questionar e interrogar, são um desafio à(s) aprendizagem(ns) de Professores e Alunos.

O que está em causa hoje é, sobretudo, uma formação mais numa perspectiva cultural do cidadão (pelo menos ao nível do ensino básico), do que um acumular de informação não significativa e que se esfuma com o tempo....O reconhecimento de que "The Earth is unique, a planet of rare beauty, and great value" (Mayer, 1993) deve passar a constituir-se num destacado objectivo do ensino das Geociências. Em tempo de Reforma Educativa importa que mudamos as nossas atitudes em relação ao curriculum, para que algo não fique na mesma.

Um ensino da ciência que é definido por Watts (1989) como uma "equilibrada Educação em Ciência para todos", significa que ninguém pode ser excluído seja pela idade, capacidade, motivações, sexo ou cultura; significa que não são só os factos e conceitos científicos que têm importância mas, também, o desenvolvimento de capacidades e atitudes; e significa, ainda, que é necessário ter em conta a diversidade de contextos em que se opera. Torna-se essencial a alfabetização de todos os cidadãos no domínio da ciência, promovendo a aquisição de uma cultura científica que lhes confira competências para pensarem e intervirem numa sociedade em que a ciência e a tecnologia se vêm tornando preponderantes. Assim, é fundamental que a escolaridade desenvolva capacidades que permitam aos alunos compreender as aplicações e os efeitos possíveis do conhecimento científico e tecnológico e, ainda, participar nas decisões a tomar.

Sem sermos exaustivos, enunciam-se 4 linhas de orientação para uma educação científica em Geociências:

- i) Desenvolver atitudes tais como: curiosidade, criatividade, abertura de espírito, reflexão crítica, repeito pela natureza....
- ii) Desenvolver capacidades como por ex.: problematizar, conceptualizar, formular hipóteses, testar ideias, interpretar informação, observar....
- iii) Conceber a ciência como uma actividade humana e cultural, capaz de facilitar uma melhor inserção na sociedade actual....
- iv) desenvolver valores em função de considerações éticas àcerca de problemas que se



colocam à nossa vivência no Planeta e ao meio ambiente que nos rodeia....

Por outro lado, as questões relativas à aprendizagem, nomeadamente, o papel atribuído ao Aluno tornam-se relevantes. As ideias que os professores possuem acerca de como os alunos realizam a aprendizagem vão influenciar as suas práticas, ainda que saibamos que essa relação não é, linearmente, causal.

Sabemos hoje que o aluno desenvolve, desde que nasce, ideias, conceitos e, muitas vezes, dá explicações "coerentes" para os fenómenos, assim como acerca da realidade mais vasta, que não são fruto apenas das impressões sensoriais, mas verdadeiras construções mentais. Esta construção é um processo contínuo e activo, numa interrelação permanente, em que informações e experiências interagem e se confrontam, sobretudo inconscientemente, para se imbricarem e (re)organizarem de forma complexa.

A perspectiva construtivista defende que o processo de aprendizagem tem de tomar como ponto de partida essas concepções; pois só assim é possível a construção de novos significados, novos conceitos, mais próximos dos estabelecidos pela comunidade científica. Se não se proceder deste modo, se não houver confronto entre as concepções do aluno e as novas concepções, corre-se o risco de as primeiras permanecerem, havendo mera colagem dos conceitos ensinados. O papel do professor passa a ser o de facilitador da construção do conhecimento, seleccionando e organizando situações de aprendizagem que a permitam.

Numa perspectiva de construção do conhecimento exigem-se situações de ensino/aprendizagem estimuladores do levantamento de questões pelos alunos. Cabe ao professor ajudar a clarificá-las (procurando compreender quais as concepções do aluno) até se tornarem pertinentes face aos conceitos tidos como essenciais. Com efeito (Giordan, 1987), parece tornar-se clara a necessidade de considerar, no domínio de cada ciência, um número limitado de conceitos de base a construir.

Várias estratégias se afiguram como adequadas à construção de conhecimentos e ao desenvolvimento de capacidades e atitudes no âmbito da Educação em Ciência. Por ex., Watts (1989) preconiza o uso de estratégias de resolução de problemas ("problem solving"). As questões levantadas na sala de aula, podem constituir problemas, servindo de motor à elaboração de hipóteses e ao nascimento de pequenos projectos de pesquisa participados pelos alunos, desde o seu planeamento à consecução e avaliação. É de sublinhar que o autor distingue entre este tipo de problemas e os "exercício-solving" de carácter académico, limitados à aplicação de algoritmos, concepção que tem até agora vigorado sobre o "problem solving". Estes seriam problemas reais e significativos, isto é, adequados ao nível de desenvolvimento dos alunos, ao contexto em que se

inserem e pertinentes do ponto de vista científico. O uso desta estratégia implica a definição do problema, o estabelecimento de estratégias (pesquisa bibliográfica, experimentação, etc.) para encontrar a solução ou as soluções e a avaliação não só dos resultados obtidos como também do processo desenvolvido. Ainda segundo este autor, reconhece-se que este tipo de estratégia eleva o nível de abstracção, pois implica conceptualização, podendo também, desenvolver a capacidade de resolução de problemas do quotidiano.

Atribui-se também um papel muito importante ao trabalho de grupo, à discussão autêntica entre pares e ao trabalho prático e laboratorial. Resalva, porém, que este último não pode ter um carácter rotineiro e meramente demonstrativo destinando-se, apenas, a confirmar os princípios e as leis do conhecimento científico. Ao contrário, deve implicar a explicitação dos modelos explicativos dos alunos, a formulação de hipóteses orientadoras da pesquisa acerca dos fenómenos e/ou variáveis, dando-lhes oportunidades de desenvolverem projectos de trabalho.

Outros autores, em face da necessidade de promover a alteração dos conceitos dos alunos e facilitar a sua caminhada no sentido de construir conceitos científicos - a chamada mudança conceptual - defendem estratégias de metacognição, estimulando o aluno a explicitar o raciocínio elaborado e a reflectir sobre ele.

Para além da construção do conhecimento é importante comunicá-lo aos outros. Assim, a socialização das aquisições realizadas, ou seja, a sua divulgação e a sua partilha, mediante a explanação dos processos seguidos e dos resultados obtidos, desenvolve a capacidade de comunicação em ciência, que, aliás, é hoje considerada essencial no desenvolvimento pessoal do aluno.

A linguagem verbal e não verbal, utilizada por professores e alunos tem crucial importância como veículo de comunicação e como instrumento de estruturação do pensamento.

## FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES E INOVAÇÃO

Considera-se um Professor como um sujeito activo que procura significados e, simultaneamente, num movimento complementar produz significados porque age; é profissional racional que emite juízos e toma decisões que, por sua vez, vão guiar o seu comportamento.

Em defesa de uma formação contínua de professores centrada na investigação e na reflexão é possível considerar a existência de dois grandes grupos de modelos de formação contínua de professores (Nóvoa, 1993).

- i) os modelos estruturantes (tradicional, comportamentalista, universitário, escolar) organizados previamente a partir de uma lógica de racionalidade científica e técnica e aplicado aos diversos grupos de professores.



ii) os modelos construtivistas (personalista, investigativo, contratual, interactivo-reflexivo) que partem de uma reflexão contextualizada para a montagem de dispositivos de formação contínua, no quadro de uma regulação permanente das práticas e dos processos de trabalho.

Os 1<sup>os</sup> podendo ser eficientes a curto prazo tendem, contudo, a reproduzir as realidades educativas existentes. A formação contínua não se constrói, no entanto, através de um processo cumulativo mas sim, através de um trabalho de flexibilidade crítica. Sobre este mesmo assunto Dominicé, citado por Amiguinho (1992) afirma. "A formação tende assim a ser olhada como o resultado de um processo que articula um percurso pessoal e uma trajectória profissional, que não se confunde com uma simples acumulação de conhecimentos, cursos ou técnicas. Assim, situações educativas organizadas são apenas momentos possíveis de um processo mais globalizante, de natureza apropriativa e reflexiva, por parte dos sujeitos que se formam".

A formação é uma acção educativa intimamente relacionada com aspectos da vida dos sujeitos que se formam, do processo social global em que participam. "A formação assume-se como um pensar e construir a vida de maneira global, permitindo a cada um mobilizar o seu potencial de saberes e experiências, assegurando a sua unidade e integração (Amiguinho, 1992).

A formação contínua é encarada por Nóvoa como uma trilogia: i) produzir a vida ii) produzir a profissão iii) produzir a escola.

"O sujeito constrói o seu saber activamente ao longo do seu percurso de vida. Ninguém se contenta em receber o saber, como se ele fosse trazido do exterior pelos que detêm os segredos formais" (Dominicé, in Nóvoa 1992).

As práticas de formação contínua de dimensão colectiva contribuem para a emancipação profissional e para a consolidação de um professor que é autónomo na produção dos seus saberes e valores. Os professores necessitam de oportunidades para praticar o ensino em grupo recebendo feedback sobre a sua performance. Necessitam de observar outros professores e discutir com eles o seu ensino. Trata-se de criar e desenvolver espaços que ajudem os professores a entreajudarem-se. A formação contínua deve estimular uma apropriação pelos professores dos saberes que são portadores, no quadro de uma autonomia contextualizada e interactiva, que lhes permita reconstruir os sentidos da sua acção profissional, aumentando o controlo dos professores sobre as suas práticas e sobre a sua profissão. Os professores têm que se assumir como produtores da sua própria profissão.

Nóvoa (1992) propõe cinco teses para debate sobre práticas de formação contínua de professores:

1. A formação contínua deve alimentar-se de perspectivas inovadoras, que não utilizem preferencialmente "formações formais", mas que procurem investir do ponto de vista educativo nas situações escolares.

2. A formação contínua deve valorizar as actividades de (auto)formação participada e de formação mútua, estimulando a emergência de uma nova cultura profissional no seio do professorado.

3. A formação contínua deve alicerçar-se numa "reflexão na prática e sobre a prática", através de dinâmicas de investigação-acção e de investigação-formação, valorizando os saberes de que os professores são portadores.

A formação passa pela experimentação, pela inovação, pelo ensaio de novos modos de trabalho pedagógico, exigindo uma reflexão crítica sobre a sua utilização, passa por processos de investigação sobre os professores para uma investigação com os professores e para uma investigação pelos professores (Holly & McLoughlin, 1989, citado por Nóvoa).

4. É necessário incentivar a participação de todos os professores na concepção, realização e avaliação dos programas de formação contínua e consolidar redes de colaboração e espaços que viabilizem uma efectiva colaboração institucional.

5. A formação contínua deve capitalizar as experiências inovadoras e as redes de trabalho que já existem no sistema educativo português, investindo-as do ponto de vista da sua transformação qualitativa, em vez de instaurar novos dispositivos de controlo e de enquadramento.

Um papel importante na formação do professor é o desempenhado pelo formador. Na situação de formação o orientador desempenha fundamentalmente três funções: abordar os problemas que a tarefa lhe coloca, escolher na sua actuação as estratégias formativas que melhor correspondem à personalidade e aos conhecimentos dos formandos com quem trabalha e; tentar estabelecer com eles uma relação propícia à aprendizagem. No desempenho destas funções Schon (Alarcão, 1991) identifica três estratégias de formação: i) a experimentação em conjunto ii) a demonstração acompanhada de reflexão iii) a homologia, ou seja, explora-se, na situação de aprendizagem, o paralelismo com a situação profissional, ou vice-versa.

Schon defende que a formação do futuro profissional deve incluir uma forte componente de reflexão a partir de situações práticas reais. Ao analisar a actividade profissional, salienta o valor epistemológico da prática e revaloriza o conhecimento que brota da prática inteligente e reflectida que desafia os profissionais não apenas a seguirem as aplicações rotineiras de regras e processos já conhecidos, mas também a dar resposta a questões novas, problemáticas, através da invenção de saberes e novas técnicas.



Como diz Alarcão (1991) “por detrás da epistemologia da prática de Schon está uma perspectiva de conhecimento, construtivista e situada, e não uma visão objectivista e objectivante com a que subjaz ao racionalismo técnico”. E ainda “Se tomarmos como assente que a aprendizagem que se gera na prática é um elemento formativo importante, levanta-se então a questão de saber como é que este elemento deve ser considerado nos programas de formação profissionalizante”.

Aceita-se que um dos objectivos fundamentais na formação do professor é ajudar a que “aprendam a ver-se como pessoas que tomam decisões ajuizadas e que examinam criticamente os seus próprios pensamentos e as suas estratégias de decisão (Borko y Shavelson in Brincones, 1986). O professor também precisa que o ajudem a reduzir a distância entre aquilo que ele pensa que faz (e produz) na aula e aquilo que faz (e produz) realmente.

As ideias, as atitudes e comportamentos do professor amadurecem ao longo de um período, num lento processo de mudança. Aos professores cabe, num constante reflectir e pensar, no como eles próprios pensavam e pensam agora -metacognição, no como eles desenvolvem um trabalho de sentido grupal, cuja permuta de ideias se torna essencial. É, pensamos, através da investigação-acção que um forte impulso pode e deve ser dado à formação contínua.

Esta surge, assim, como um processo inovador e de mudança, capaz de reformar e transformar a escola. Segundo Écoles de Demain in Canário “a inovação é um acto consciente, reflectido, voluntário, uma manifestação de um desejo de mudança baseado, em princípio, numa nova definição de objectivos a atingir”. É este assumir de novos objectivos que nos parece constituir o critério primeiro de toda a inovação.

A inovação deve induzir mudanças globais e qualitativas no sistema que a recebe. Para tal é preciso que as pessoas mudem, estas “não mudam, evidentemente, por decreto, nem por persuasão, nem sequer por adesão” (Benavente, 1989). Os processos de mudança implicam uma desestruturação do universo simbólico da pessoa, a que segue a sua reestruturação. É, pois, um processo complexo condicionado por factores psico-afectivos e psico-sociais, por outras palavras “...é um processo que implica a pessoa, não só no seu universo profissional, mas também social, moral, psicológico e afectivo” (Benavente, 1992). Assim, e nesta perspectiva, o processo de mudança é sempre diferente de pessoa para pessoa, sendo importante a participação, a discussão e as decisões em grupo.

As estratégias que encaram o adoptante não como um elemento passivo mas sim como alguém que participa activamente na procura de soluções para os problemas, são aquelas que melhor respondem às exigências actuais. Torna-se, no entanto, necessário acrescentar a criatividade,

como elemento de ruptura com as estratégias verticais de inovação, comandadas a partir de cima e que não parecem trazer mudanças importantes ao nível dos utilizadores.

A formação contínua deve ser concebida como uma das componentes da mudança, não se fazendo antes, mas sim durante a própria mudança. Não faz, pois, sentido formar primeiro para depois mudar e inovar, ou formar para confirmar e adaptar os indivíduos e os grupos a mudanças já introduzidas.

Assim, é necessário articular a formação com as estratégias de mudança.

### **A DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA NO ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS: O PAPEL DO TRABALHO PRÁTICO (EXPERIMENTAL)**

Um aspecto marcante na evolução da DIDÁCTICA DAS CIÊNCIAS nos anos 80 foi a preocupação da necessidade de (re)construir a articulação entre o ensino das Ciências e a Epistemologia no quadro da chamada Nova Filosofia da Ciência. Este novo olhar a Ciência (a sua natureza, a sua evolução, a comunidade científica, bem como o seu significado cultural e humano), a que estão associados, entre outros, filósofos como Bachelard, Popper, Kuhn, Lakatos, Toulmin..., arrasta os professores de ciências, para uma inevitável reflexão acerca dos fundamentos epistemológicos do seu ensino. Esta reanálise deverá contribuir para ajudar os professores a projectar, para os seus alunos, uma imagem mais adequada de ciência, operacionalizada através de matérias tão importantes, como, entre outras, a construção do conhecimento científico, os papéis da teoria, da hipótese e da observação, o papel do modelo científico, a natureza “do” método científico.... Neste taller iremos ver, sobretudo, o papel do trabalho prático e da experiência científica.

Um dos aspectos do ensino das Ciências (Geologia) que vale a pena reconceptualizar no quadro da Nova Filosofia da Ciência é o TRABALHO PRÁTICO (EXPERIMENTAL), não só pela relevância que se lhe reconhece (vidé Cachapuz et al. 1989), mas também porque, como reconhece Hodson (1990) “... practical work in school science - as presently organized - is largely unproductive and patently unable to justify the often extravagant claims made for it”. De realçar que entre os “claims” que a retórica educacional frequentemente lhe associa incluem-se por exemplo objectivos do tipo, desenvolver a capacidade de utilização do (?) método experimental ou ainda desenvolver a capacidade de observação objectiva (?) dos fenómenos.

Referimos ainda que em breves traços, o sentido que adquire o TRABALHO PRÁTICO (EXPERIMENTAL) quando lida quer através de um quadro empirista, quer de um quadro racionalista / construtivista. Entretanto, ao traçarmos, ainda



que muito brevemente, a dicotomia empirismo / racionalismo não só não estamos a defendê-la, como ainda nos parece incorrecta, porque reducionista. Ela própria, quando apresentada de tal forma, apresenta perigos e limitações do ponto de vista filosófico. Serve, porém, neste contexto unicamente para fins didácticos, razão porque a optámos no presente trabalho.

Numa **PERSPECTIVA EMPIRISTA** o trabalho prático (experimental) surge-nos, quase sempre, como simples manipulação de variáveis, deduzindo leis (teorias) a partir dela própria ou da sua sistemática reprodução. Ela é determinante na obtenção de um conjunto de dados, que depois de interpretados levam a generalização (indução). Também a evidência factual produzida pela experiência é o primeiro meio de estabelecer a credibilidade de uma teoria. O trabalho prático (a experiência científica) fundamenta, pois, todo o conhecimento e só no final do trabalho (da(s) experiência(s)) se faz questão, se toma em conta a teoria(s). Ela como que está separada da própria teoria, para paradoxalmente a confirmar.

O trabalho prático (experimental) valoriza, quase só a confirmação positiva do já previsto e obtido a partir dos dados observacionais, dados estes dotados de exterioridade. Os resultados da experiência surgem como esperados e mesmo óbvios.

A experiência científica lida, agora, pelo ponto de vista didáctico, é uma etapa característica de um processo sequencial e bem organizado, mesmo quase mecânico. São as experiências rigorosas que descobrem a "verdade", não sendo estas influenciadas pela teoria -valorização do lado direito do V de Gowin, aspectos metodológicos em detrimento dos aspectos conceptuais. É a experiência que põe à prova a teoria e não o inverso.

Muitas vezes a constatação dos resultados experimentais levam a ignorar-se a hipótese que funciona como suposição transitória de valor epistemológico duvidoso, ou seja, a experiência é tida como algo separado da hipótese e não influencia os resultados daquela.

O que mais importa numa perspectiva empirista, olhada pelo lado didáctico, são os resultados finais independentemente dos processos da sua obtenção, ou seja, a experiência surge-nos não problemática, não relevando os aspectos mais complexos e difíceis da pesquisa, nem as condições teóricas e técnicas da sua produção. Também, muitas vezes, não se analisa e reflecte no significado da experiência e tão só no que é previsível que aconteça. Ela surge, quase sempre, como um acontecimento episódico, exageradamente ligada a um cientista pessoalizado, esquecendo os contextos sociais, políticos, tecnológicos e culturais da sua produção.

Ela toma, pois, o sentido do fazer sem saber porquê e para quê, o que leva o aluno a ter mais

um papel passivo do que activo, enquanto sentido de sujeito inquiridor e construtor do seu conhecimento

Numa **PERSPECTIVA RACIONALISTA / CONSTRUTIVISTA** o trabalho prático, o trabalho experimental, a experiência científica deve ser guiada por uma hipótese, que procura funcionar, sobretudo, como tentativa da sua rectificação e questionamento - ela interroga, problematiza -, conduzindo, muitas vezes, a outras hipóteses. Trata-se de um diálogo entre hipóteses/teorias e a própria experimentação, diálogo nem sempre simples, já que, também aqui, o confronto entre o teórico (o idealizado) e a prática (o realizado) se interligam. Reside aqui, pensamos, uma das riquezas heurísticas da experimentação e do trabalho prático, elementos essenciais, nesta óptica, para uma aprendizagem significativa.

Se a hipótese intervém activamente nas explicações que os resultados da experiência sugerem, a teoria tem um papel primordial na avaliação dos resultados obtidos. O trabalho prático (experimental) é orientado e mesmo valorizado pelo enquadramento teórico do sujeito, que em diálogo com a experiência a questiona, a submete a um interrogatório, de respostas não definitivas.

A experiência enquadra-se num método pouco estruturado, que comporta uma diversidade de caminhos, ajustando-se ao contexto e à própria situação investigativa. Os seus resultados são lidos como elementos (possíveis) de construção de modelos interpretativos do mundo e não cópias (e muito menos fiéis) do real.

Como que poderíamos afirmar que a experimentação científica encerra múltiplos factores não apenas tecnológicos, mas culturais, políticos,... que condicionam e (re)orientam, mesmo, a actividade de pesquisa, como construção e produção social do conhecimento científico, como empreendimento humano que toma opções e tomadas de posição não neutras, mas carregadas de valores, incluindo os ético-morais. A comunidade científica tem, também, um papel primordial que importa não esquecer.

A experiência enquadra-se num processo, sobretudo, não de saber-fazer, mas de reflexão sistemática, de criatividade e mesmo de invenção.

A transposição didáctica, realizada com cautelas para não cairmos em simplismos fáceis, deve traduzir-se em sugestões de propostas de actividades de ensino-aprendizagem, que valorizem o papel do aluno no sentido da rectificação dos erros contidos nos seus conhecimentos.

Do ponto de vista didáctico, ao sujeitarmos a experiência científica e o trabalho experimental a uma tentativa de questionamento tipo popperiano, estamos a convidar os alunos a desenvolverem-se cognitivamente, num confronto de ideias com os seus pares, em que o resultado não só não está de antemão conseguido, como tem que ser sempre olhado à luz dos seus quadros interpretativos -perspectiva construtivista. A turma deve



ser vista como uma comunidade em que o debate de opiniões fundamentadas é incentivado e em que os alunos procuram pôr à prova as suas ideias.

No seguimento do que acabamos de escrever, não nos podemos esquecer que a sala de aula não é um laboratório de investigação (nem os alunos cientistas) pelo que as estratégias a adoptar têm de ter em conta não só apropriações epistemológicas, mas têm também de ter em conta a dimensão pedagógica. Há pois que harmonizar estas duas dimensões e o paradigma construtivista parece ser, hoje, uma possível solução.

## MODELO CIENTÍFICO

“O modelo científico aparece no diálogo com o real como uma estrutura sugerida pelas leis que a teoria a modelar hierarquiza e organiza, representando o objecto científico a que se aplicam essas leis” (Martins, 1989)

O modelo é uma estrutura ideal, que nos apresenta uma descrição do objecto científico a partir das relações que o caracterizam, o que não é uma reprodução completa e definitiva da realidade, merecendo deste modo o estatuto epistemológico de hipótese.

Em Ciência o modelo tem, entre outros, com o fim de apresentar o real de forma esquematizada e simples de modo a não o adulterar e facilitar a sua compreensão. Porém, o modelo é uma estrutura ideal, que sendo artificial é controlável tornando possível prever o que acontece se uma das variáveis que o designem for alterada. A estrutura do modelo tem maiores potencialidades conceptuais que a sua origem, não sendo definitiva mas uma hipótese que abre novos horizontes de interacção.

No ensino das ciências o uso de modelos tem como fim último, o desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes. Pretende-se que o aluno construa um modelo mental de um fenómeno tendo como base o modelo do cientista. É objectivo do professor transferir esse modelo (científico) para o aluno. Nesta situação ocorrem problemas de comunicação que se tentam ultrapassar usando modelos icónicos e simbólicos, representações verbais, diagramas, assim como a confrontação com experiências que se relacionem com o real.

Qualquer modelo usado deve ser adequado ao conteúdo programático e à idade dos alunos. Os modelos a usar devem ser à escala, sendo o seu grau de abstenção variável (com o nível etário) e as analogias utilizadas simples.

O uso de modelos permite e estimula o desenvolvimento de capacidade de raciocínio do aluno quando este é conduzido à construção e avaliação dos mesmos, através de:

i) tentativas de modelação;

ii) reflexão sobre hipóteses e pressupostos ideais, base da estrutura do modelo:

iii) avaliação da validade das previsões e resultados obtidos a partir do modelo construído.

A inclusão de tópicos em que se tem de conciliar modelos contraditórios e de situações experimentais em que os alunos podem desenvolver e avaliar criticamente os seus próprios modelos, pode contribuir para que os alunos tenham uma visão mais correcta e de apreço pela Ciência.

### Em síntese:

1. Os alunos não apresentam, muitas vezes, um sentido crítico em relação à informação que lhes é prestada pelo professor. Este fica, então, por isso, responsável pela utilização de um modelo devendo clarificar que o modelo não é a realidade mas é unicamente uma representação dessa mesma realidade;

2. Tem algumas vantagens apresentar aos alunos um modelo mais simples como introdução a um modelo diferente e mais sofisticado. Deve estimular sempre o espírito crítico dos alunos incentivando-os a descobrir algumas limitações dos modelos utilizados e a apresentarem alterações mediante o fornecimento de novos dados (ex., evolução histórica do modelo da estrutura da Terra);

3. O professor deve proporcionar aos alunos a possibilidade de pôr à prova os modelos que forem apresentados através da realização de experiências, textos ou fornecimento de informações que possam pôr em causa o modelo escolhido.

4. Devem apresentar-se aos alunos modelos que estejam adaptados ao seu estágio de desenvolvimento intelectual. Ao tentar introduzir modelos conceptuais o professor deverá ser cuidadoso visto que os alunos oferecem alguma resistência a abandonar modelos icónicos anteriormente apresentados. Uma perspectiva construtivista do ensino será a mais conveniente para a introdução de novos modelos, partindo de conceitos já interiorizados pelos alunos a fim de introduzir um modelo conceptual.

5. Devido à importância da interdisciplinaridade no processo ensino-aprendizagem, deve haver coordenação entre as diversas disciplinas para decidir da introdução de novos modelos. Conhecendo bem as vantagens e as limitações dos modelos o professor pode tirar deles maior proveito, e os alunos ficam com uma imagem mais correcta de Ciência.

### NOTA:

Será fornecida, aquando da realização do taller, bibliografia completa, nomeadamente, a referente à componente científica, bem como à vertente epistemológica no ensino. ■

