

ENCARAR O PAPEL DAS ACTIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS: O INCENTIVO QUE FALTA¹

Jorge Bonito² e Regêncio Macedo³

1 - INTRODUÇÃO

Abrindo o actual *Programa de Ciências Naturais* (DGEBS, 1991a), podemos ler um conjunto de «objectivos gerais» definido, entre quais se destacam:

- Revelar curiosidade perante o mundo natural.
- Exprimir-se de forma clara, oralmente e por escrito.
- Formular hipóteses que podem ser testadas experimentalmente.
- Planificar e levar a cabo investigações apropriadas.
- Manusear instrumentos simples de medida e observação.
- Aplicar a novas situações, técnicas laboratoriais apropriadas.
- Fazer inferências e comunicá-las com base nos dados.
- Considerar teorias alternativas, hipóteses e modelos.
- Evidenciar uma atitude responsável particularmente relacionada com a prática de laboratório. (p. 9)

Não muito diferentes, são aqueles formulados para o *Programa de Ciências da Terra e da Vida* (DGEBS, 1991b) havendo, inclusive, alguns objectivos que foram transpostos em continuidade para este momento. Este tipo de objectivos apresenta uma natureza transversal. Não expressam directamente resultados de aprendizagem associados a conhecimentos científicos - objectivos de natureza conteudal -, estando ligados à atitude - **objectivos atitudinais**. Embora os possamos apelidar, não rigorosamente, de objectivos gerais, os resultados de aprendizagem que visam passam através de todos os demais objectivos, cruzam-nos, são-lhes, mesmo, hierarquicamente superiores. São o processo pelo qual se atingiram os produtos definidos (ou outros eventuais processos). Ainda que os conteúdos fossem mudados, com conseqüente adequação dos resultados de aprendizagem a si associados, este tipo de objectivos de que falamos manter-se-ia igual. Eles revelam, implicitamente, uma visão didáctica sobre o ensino das ciências, e constituem metas muito claras de aprendizagem. O importante não é aprender simplesmente algo (o conteúdo em si mesmo), mas, aprender de uma determinada forma (com atitudes e procedimentos específicos), que se julga a mais adequada para o momento.

¹ Comunicação oral apresentada no *VIII Encontro Nacional de Educação em Ciências*, realizado em Novembro de 2000 na Universidade dos Açores, colocado sob a forma de artigo em C. Gomes e J. Cunha (Orgs.), *VIII Encontro Nacional de Educação em Ciências - Actas*. Ponta Delgada: Departamento de Ciências da Educação da Universidade dos Açores, pp. 251-272.

² Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora • Ap.^{do} 94, 7002-554 Évora • Tel.: 266 74 45 22; Fax.: 266 74 45 21; Correio electrónico: jbonito@uevora.pt; Sítio na *web*: <http://evunix.uevora.pt/~jbonito>.

³ Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra • Ap.^{do} 3 014, 3001-401 Coimbra • Tel.: 239 82 30 22; Fax.: 239 83 77 11; *E-mail*: regencio@ci.uc.pt.

E, de facto, os «objectivos atitudinais» preconizados para o futuro *Programa de Geologia do 10.º ano* (DES, 2000), são muito comparáveis com os anteriores, na sua origem, como a seguir se mostra com alguns exemplos:

- Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.
- Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.
- Admitir a investigação científica como uma via legítima de resolução de problemas.
- Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Manifestar curiosidade e criatividade na formulação de perguntas e hipóteses.
- Desenvolver novos códigos de conduta. (pp. 19; 32)

Indiscutivelmente, para promover a aprendizagem nestes termos as estratégias utilizadas têm que fazer uso de **actividades práticas** de vária natureza (Bonito, 2001). Este valioso método permite, comprovadamente por Hodson (1993), motivar os alunos, estimulando o seu interesse e gosto; ensinar *skills* laboratoriais; enriquecer a aprendizagem do conhecimento científico; dar *insight* ao uso da metodologia científica; e desenvolver determinadas atitudes científicas. A proposta do novo *Programa de Geologia do 10.º ano* não pôde, obviamente, deixar de contemplar este aspecto.

As observações que temos desenvolvido durante a supervisão pedagógica de estágios integrados na Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia permitem, muito objectivamente, caracterizar o tipo de actividades práticas em curso. A sua adopção é, por vezes, forçada, pouco ou nada fundamentada, bem longe do tratamento epistemológico e distanciada dos «objectivos atitudinais» referidos, não obstante a abordagem sistémica realizada nas disciplinas de Didáctica da Biologia I e II e Didáctica da Geologia I e II, cuja frequência e aprovação os professores estagiários estiveram sujeitos. Este facto, que não é novo no conhecimento mas recente na formulação, dirige-se para a dificuldade da transferência do conhecimento teórico ao conhecimento prático, colocado em acção.

Um estudo realizado por Bonito (2001), na Área Educativa do Alentejo, apurou que 62% dos professores inquiridos considerava como limitação para a realização da actividades práticas a sua própria formação. Frequentes conversas informais que mantivemos com professores dos ensinos básico e secundário permitiram, porém, saber que muitos destes professores conhecem metodologias actuais, as defendidas pelos investigadores em didáctica, para o ensino das ciências. Qual será, então, a razão dessas práticas se manifestaram com tão pouca assiduidade? Em 1995, Bonito (2001) identificou cinco razões básicas apontadas pelos professores, como limitações à realização de actividades práticas: 1.ª - número elevado de alunos por turma ($f = 0,94$); 2.ª - extensão dos programas da disciplina ($f = 0,90$); 3.ª - acessibilidade a transporte para deslocar os alunos ($f = 0,80$); 4.ª - falta de técnicos para colaborar com o professor na preparação das actividades práticas ($f = 0,78$); 5.ª - falta de tempo ($f = 0,60$).

Esta questão não pode, contudo, ser entendida, para a necessária mudança, através de uma visão nem parcimoniosa nem graciosa da realidade. Há múltiplos factores

que contribuem mais directamente para a adopção de práticas lectivas enquadráveis nos actuais pressupostos dos investigadores em didáctica das ciências. Um deles é, sem dúvida, a formação. Pois se, de facto, há muito que as várias metodologias de actividades práticas, fundamentadas psicológica e epistemologicamente, são difundidas pelos professores, quer seja na formação inicial, quer seja em encontros de natureza científica, jornadas, seminários, colóquios, cursos, qual será a razão dos investigadores concluírem que ainda não ocorreu uma séria transformação do tipo de práticas que fazemos?

A resposta não será, certamente, encontrada apenas formação (ou no tipo de formação). A formação contribui para muito mas não consegue tudo. A mudança é pessoal e intrínseca. São necessárias incongruências, insatisfação pessoal, roturas e reforços. Se é verdade que o tipo de práticas realizadas por cada professor é da sua inteira responsabilidade, também é verdade que as práticas não se mudam, repentinamente, e mesmo a médio prazo, com mudanças curriculares ou simples alterações na estrutura dos programas das disciplinas.

Um pouco condicionados pela época que atravessamos, outro tanto pela maior maturidade na observação do mundo, permite-nos sentir um cenário em que falta uma fonte alimentadora de esperanças relativamente a grandes, e até medianos, presságios na inovação necessária no ensino das ciências. Mas talvez tudo não passe apenas da nossa actual visão da realidade, própria do momento, e tudo não esteja assim tão esmorecido. E amanhã, bem cedo, quando o sol anunciar os primeiros raios, certamente veremos tudo de um outro ângulo e com uma nova compreensão. Como diz o filósofo Miguel Baptista Pereira, «crise sem tradição não tem raízes nem solo, tradição sem crise está morta e consumada» (citado em Domingues, 1996, 17 de Março).

Comecemos pela formação, e logo falaremos de incentivos.

2 - AS ACTIVIDADES PRÁTICAS

2.1 - Conceito de actividade prática

Entendemos por **actividade prática (AP)** «qualquer método de aprendizagem que exija que os aprendizes sejam **activos** em vez de passivos» (Hodson, 1994). Os conceitos de **aprendizagem passiva** (por recepção) e **aprendizagem activa** (por descoberta autónoma) não são dicotómicos. São apenas os limites de um *continuum* de aprendizagens. Enquanto na primeira o conteúdo a aprender é apresentado na sua forma final, na aprendizagem activa o aluno participa na descoberta do conhecimento e, portanto, na sua própria construção. Não podem, porém, confundir-se estas duas dimensões da aprendizagem com os extremos de outro *continuum*, **aprendizagem mecânica-aprendizagem significativa** (Figura 1), que dizem respeito a outros aspectos da aprendizagem. A antítese da aprendizagem mecânica (*rote learning* ou memorística) é a aprendizagem significativa. O conceito de **aprendizagem significativa** deriva da construção da teoria da aprendizagem de David Ausubel. Segundo Novak e Gowin (1984/1996), «para aprender significativamente, o indivíduo deve optar por relacionar os novos conhecimentos com as proposições e

conceitos relevantes que já conhece» (p. 23), aquilo que constitui a sua **estrutura cognitiva** (conceitos *subsumer*).

O ensino deve, pois, basear-se na estrutura cognitiva do aluno, levando em consideração as ideias e conceitos que a constituem, e o modo como se articulam e relacionam. Para isso, é necessário investigar a estrutura cognitiva, com processos como os mapas conceptuais ou os «vês» heurísticos. Não admira, porém, que muitos dos esforços realizados sejam no sentido de tornar as actividades dos alunos mais práticas, onde há lugar para aprendizagens por descoberta ou por inquérito, embora pouco contribuam para incrementar o seu carácter significativo.

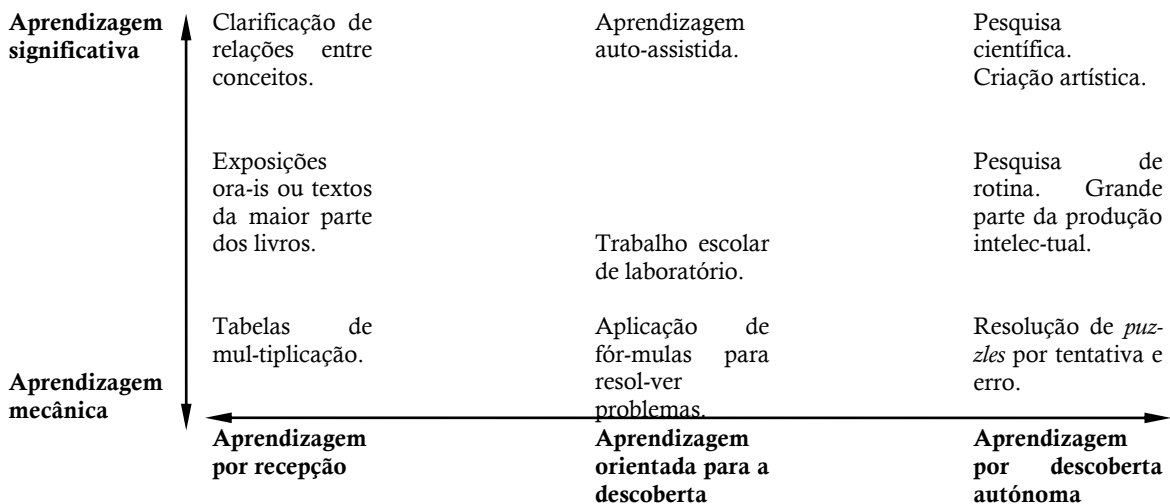


Figura 1. *Continuum* entre as aprendizagens significativa e mecânica e as aprendizagens passiva e activa.

Fonte: extraído de Novak e Gowin (1996).

Com efeito, a AP não pode ser entendida como sinónimo de «actividade de laboratório», nem esta como «prática experimental», que é, em educação científica, bem distinta de «construção de ciência». Com a realização de AP o aluno-sujeito é *practicu*, isto é, faz e realiza a sua aprendizagem. Aproveitando a inscrição atribuída a Quílon, no frontão do templo de Delfos, diríamos ao aluno: - com as AP *facite te ipsum*. Mas o desafio actual é transformar, mesmo que gradualmente, uma aprendizagem receptiva, ainda que prática, em significativa.

2.2 - A tipologia das actividades práticas

Num artigo de Caamaño (1993, citado em Grau, 1994), claramente baseado em Woolnough e Allsop (1985), é proposta uma classificação das actividades práticas estabelecida criterialmente a partir dos objectivos (Quadro 1).

Quadro 1

Classificação das actividades práticas.

TIPO DE AP	OBJECTIVOS	EXEMPLOS EM CIÊNCIAS DA TERRA
1. Experiências	<ul style="list-style-type: none"> • Apreciar o mundo físico, adquirindo uma experiência primeira através de uma familiarização perceptiva com os fenómenos. • Adquirir um potencial de conhecimento tácito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cristalização de substâncias. • Diferenciar materiais naturais e artificiais. • Observar diferentes propriedades das rochas e minerais. • Comparar o tipo de deformação dos diferentes materiais quando submetidos a determinados esforços.
2. Experimentos ilustrativos	<ul style="list-style-type: none"> • Exemplificar princípios. • Adquirir <i>skills</i> básicos. • Comprovar ou (re)descobrir leis. • Melhorar a compreensão de determinados conceitos operativos. • Desenvolver competências para planificar e desenvolver pequenas investigações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprovar o poder erosivo de agentes naturais. • Transformar sedimentos em rochas. • Averiguar distintas formas de meteorização. • Reproduzir diferentes tipos de dobras e falhas em modelos.
3. Exercícios práticos	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver <i>skills</i> práticos. • Operacionalizar estratégias de investigação. • Adquirir <i>skills</i> de comunicação. • Desenvolver processos cognitivos num contexto científico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar aparelhos de observação e medida. • Observar, desenhar e classificar. • Realizar granulometrias e outras técnicas de laboratório. • Estimar propriedades. • Desenhar à escala e calcular distâncias no mapa. • Orientar-se com uma bússola e realizar medições. • Produzir uma memória dos resultados dos exercícios.
4. Experimentos para contrastar hipóteses	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver capacidades cognitivas de contrastar e refutar hipóteses. • Adquirir capacidade argumentativa. • Criar experiências para corroborar/refutar teorias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar a formação de areias graníticas. • Justificar o efeito da temperatura sobre as rochas. • Comparar crateras de impacto meteorítico com crateras vulcânicas.
5. Investigações	<ul style="list-style-type: none"> • Dar significado ao que se aprende. • Emitir hipóteses argumentadas. • Confrontar as ideias pessoais com os modelos. • Analisar os factores intervenientes numa situação ou fenómeno. • Aplicar conceitos e desenvolver procedimentos intelectuais de inferência, generalização e abstração. • Preparar e justificar as investigações. • Reestruturar e acomodar as redes de conceitos pessoais. • Resolver problemas reais da vida, com base na metodologia seguida pelos cientistas ou tecnólogos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apurar os efeitos de uma sobreexploração dos níveis aquíferos abaixo do nível piezométrico. • Avaliar a rendibilidade de uma determinada exploração mineira ou pedreira. • Explicar a irregularidade da superfície terrestre. • Determinar a razão da coincidência das zonas vulcânicas com as zonas sísmicas. • Estudar formas de eliminar os lixos domésticos e industriais.

2. 3 - Classificação das actividades práticas laboratoriais

2.3.1 - As actividades práticas de laboratório desenvolvem de skills

Este tipo de actividade, também designada por AP de tipo I (George, Dietz, Abraham e Nelson, 1974/1977), é adoptada sempre que o professor pretende que os

alunos desenvolvam e pratiquem *skills* psicomotores. Há necessidade de controlar as actividades que os alunos realizam, dando indicações sobre os procedimentos a adoptar, utilização correcta de equipamento e materiais, e técnicas laboratoriais específicas necessárias a estudos ulteriores.

O objectivo consiste em dominar relativamente bem determinado(s) *skill(s)* e, para isso, haverá que praticar várias vezes até se atingir um estágio elevado de destreza. Poderá ser conveniente o professor apresentar várias situações diferentes que requerem a prática do(s) mesmo(s) *skill(s)*, a fim de não tornar monótona ou desmotivadora a actividade. Adoptando esta actividade, os alunos aprendem rapidamente determinado(s) *skill(s)*, assim como a forma de obter melhor rendimento dessa aprendizagem. Coexistem nesta AP dois tipos de comunicações verbais (Figura 2), caracterizadas essencialmente por um monólogo (as indicações de procedimentos do professor) e por um diálogo (recolha de dados).

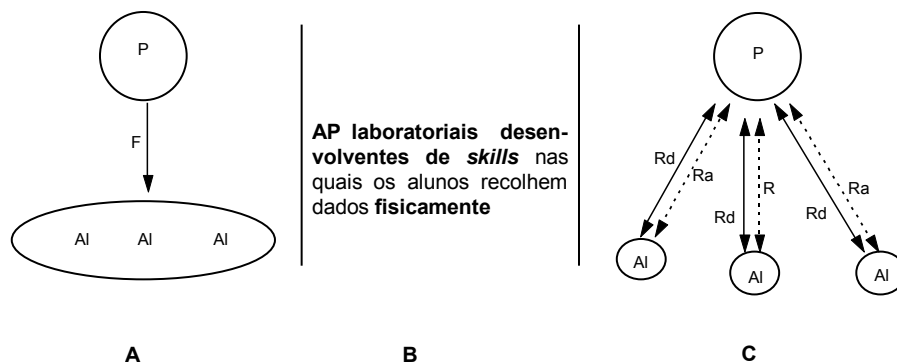


Figura 2. Representação dos tipos de comunicação que se estabelecem em AP laboratoriais desenvolventes de *skills*.

Obs.: A - fornecer indicações; B - recolha de dados; C - recolha verbal de dados; P - professor; Al - aluno; F - fornecer indicações; Ra - reacção de aceitação; Rd - perguntas para obtenção de dados; R - reacção de recusa.

Fonte: com base em George et al. (1974/1977).

Ainda que este tipo de AP constitua uma boa maneira de introduzir e praticar determinado(s) *skill(s)* psicomotores, torna-se improfícua quando se converte no único tipo de contacto que o aluno estabelece com o laboratório.

2.3.2 - As actividades práticas de laboratório ilustrativas

Alterando o objectivo da actividade, embora mantendo o mesmo papel didáctico do professor, teremos **AP laboratoriais ilustrativas** (Domingos, Neves e Galhardo, 1981/1987), de comprovação (Martín, Campo, García e Wehrle, 1992) ou de tipo II (George et al., 1974/1977). Estas AP intentam verificar ou comprovar um determinado conceito ou princípio já estudado ou repetir uma determinada experiência já realizada por outrem. Falamos, neste, caso das típicas «receitas de cozinha», fornecendo ao aluno o problema, quando formulado, o material necessário e indicando os procedimentos a seguir, além dos dados que terá de obter. A miúdo, conhecem-se os resultados da experiência. O modelo da aprendizagem por recepção

está na base deste tipo de actividade.

Alguns dados empíricos apontam para a adopção em larga escala por parte dos professores deste tipo de actividade, empobrecendo o ensino das ciências e obstando a aprendizagens mais elevadas em qualidade. Isto não significa, porém, que as devemos eliminar. Estas actividades têm um papel importante consoante os objectivos (*e.g.*, uso de uma determinada técnica de preparação microscópica), embora não se devam usar de maneira exclusiva.

Neste tipo de metodologia, é importante um breve monólogo inicial, logo seguido de alguma discussão sobre as tarefas que se propõem realizar, concretamente a definição clara dos objectivos e a planificação dos procedimentos experimentais. Após a realização das experiências, os comentários que os alunos tecem revestem-se de grande importância. O professor tenderá a descobrir quais são os dados que os alunos recolheram e, ao ordená-los, fá-lo-á de maneira a que eles mesmos possam apurar se determinado princípio de verifica ou não. Para isso desenvolvem-se perguntas de recolha de dados e de reacções que aceitem e/ou clarifiquem as respostas dos alunos (Figura 3).

A vantagem em utilizar este tipo de AP reside essencialmente no papel assumido pelo professor que, dando preciosas e úteis indicações, leva o aluno a tomar consciência da possibilidade que existe em cometermos erros nas observações ou nas medidas. Estes erros podem ser a causa de discrepâncias entre a teoria e a prática, ou conduzir à constatação que distintos aparatos experimentais de medida apresentam distintas precisões. Em alguns casos a verificação pode ser bastante trabalhosa e a procura necessária de dados poderá motivar a curiosidade dos alunos canalizando-a para investigações posteriores

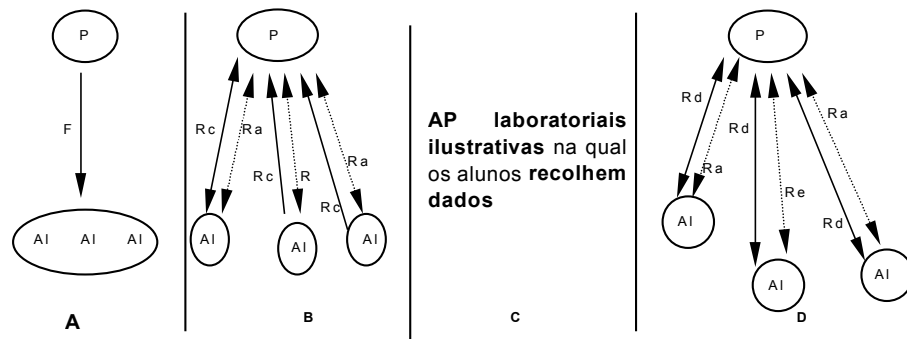


Figura 3. Representação dos tipos de comunicação que se estabelecem em AP ilustrativas.

Obs.: A - fornecer indicações; B - relembrar dados; C - recolha de dados; D - recolha verbal de dados; P - professor; Al - aluno; F - fornecer indicações; Rc - perguntas recordatórias; Ra - reacção de aceitação; Rd - perguntas para obtenção de dados; R - reacção de recusa; Re - reacção para pedir esclarecimentos.

Fonte: com base em George et al. (1974/1977).

Não obstante, os alunos conceberão uma ideia distorcida da natureza da ciência enquanto processo construtivo, não dando ocasião para colocar em prática esses

mesmos processos ou os de avaliação, se se utilizarem exclusivamente AP ilustrativas na maioria dos trabalhos realizados no laboratório, conforme revelam trabalhos de Millar (1989), Selley (1989) e Klopfer (1990).

Corominas e Teresa (1994), partindo da classificação de Caamaño das AP, introduzem um aspecto importante a este tipo de actividades. Para estes autores, as experiências ilustrativas não têm necessariamente que comprovar ou descobrir uma lei. Leis e teorias devem ser expostas nas aulas teóricas. No laboratório pretende-se a «visualização» das mesmas por parte dos alunos, conjugando os aspectos qualitativos e quantitativos que muitas vezes são subestimados. O que se pretende, tanto com as experiências como com os experimentos ilustrativos, é definitivamente criar «uma ponte entre factos concretos e conceitos abstratos» (p. 23).

2.3.3 - As actividades práticas de laboratório de investigação

As **AP laboratoriais de investigação** (Domingos et al., 1981/1987; Martín et al., 1992), investigativas cooperativas (Jacobson e Bergman, 1991) ou de tipo III (George et al., 1974/1977) são marcadas por uma pesquisa, e revestem-se de grande valor formativo uma vez que revelam um aspecto essencial dos métodos científicos utilizados pelos cientistas. Esta tipologia assenta no paradigma da aprendizagem por descoberta, mas numa particularidade peculiar: trata-se de uma (re)descoberta dirigida. Após algumas indicações prévias do professor ou de leituras indicadas, o aluno vê-se confrontado com uma situação-problema que terá de solucionar percorrendo as seguintes fases:

- Formulação das hipóteses explicativas
- Planificação e montagem de um aparato experimental
- Realização da actividade experimental
- Observação dos fenómenos que ocorrem
- Registo dos dados observados
- Representação gráfica ou simples estudo comparativo dos dados obtidos
- Generalização ou inferência de um princípio científico

Substancialmente, as AP ilustrativas e investigativas cooperativas diferem entre si na experiência educativa prévia. Enquanto no primeiro tipo os alunos tiveram já contacto preliminar com textos, comentários, explicações ou documentos que lhes dão uma ideia dos possíveis resultados que irão obter, nas actividades investigativas isso não acontece. É importante cada sub-grupo apresentar os dados obtidos aos demais colegas, promovendo-se de seguida uma viva discussão. Os aspectos comunicacionais são muito semelhantes aos desenvolvidos nas AP ilustrativas, e daí podermos adoptar o esquema da Figura 3 para caracterizar este tipo de actividade.

2.3.4 - As actividades práticas de laboratório resolutórias de problemas orientadas

A execução de **AP laboratoriais resolutórias de problemas orientadas**, investigativas independentes (Jacobson e Bergman, 1991) ou de tipo IV (George et al., 1974/1977), pressupõe que os alunos dirigem as suas próprias actividades,

embora sob a orientação do professor. Um problema é formulado, quer seja pelo professor quer seja pelos alunos, embora sempre com significado para estes, cabendo aos alunos a tarefa de desenvolver métodos de investigação e de colheita de dados. O trabalho laboratorial precede a construção do conceito ou princípio. Pretende-se que os alunos exercitem *skills* de amostragem, colheita de dados, medição, identificação e controlo de variáveis, e construção de um conceito ou princípio científico.

O papel didáctico do professor é distinto dos anteriores. Em vez de assumir o controlo da aula, onde o grupo-turma realiza as mesmas tarefas, o professor é requerido como escutador, conselheiro, orientador e facilitador. No fundo, uma pessoa mais experiente e sábia a quem se pode recorrer colocando questões, procurando pistas e orientações para a resolução de um determinado problema.

Os alunos deverão produzir documentos escritos explicativos, descrevendo a formulação dos problemas, métodos utilizados, dados obtidos e conclusões, uma vez que cada sub-grupo desenvolve os seus próprios métodos de trabalho. Convém definir um número limitado de objectivos, pois tratam-se de *skills* que se vão adquirindo a pouco e pouco. Ainda que George et al. (1974/1977) apresentem este tipo de actividade como sendo desenvolvida individualmente pelos alunos, somos neste caso apologistas do trabalho em sub-grupos, constituídos por tríades de alunos.

A interacção verbal constitui-se ao redor da explanação que cada sub-grupo vai desenvolvendo, dando relevo ao controlo/não-controlo das variáveis consideradas (Figura 4).

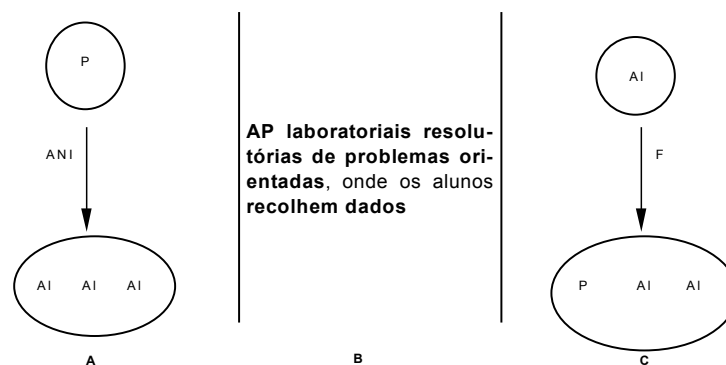


Figura 4. Representação dos tipos de comunicação que se estabelecem em AP de laboratório investigativas independentes.

Obs.: A - fornecer indicações; B - recolher dados; C - descrição de uma experiência projectada pelo sub-grupo de alunos; P - professor; AI - aluno; ANI - apresentação de nova informação; F - fornecer indicações.

Fonte: com base em George et al. (1974/1977).

Este tipo de actividade tende a aproximar-se das actividades realizadas pelos cientistas, porém, não se pretende que o aluno faça ciência, mas aprenda como esta se faz. Mais uma vez, uma posição radical que adopte só esta atitude acabará por produzir efeitos desfavoráveis e frustrantes à aprendizagem. Encontrar a solução a um problema, além de laborioso, pode ser para esse mesmo problema, e dados os

métodos de trabalho, impossível no momento. Alunos pouco interessados rapidamente desmoralizam quando se sentem perdidos no âmago de hipóteses de trabalho. Do ponto de vista do professor, estas actividades investigativas independentes requerem muita preparação e muita paciência.

2.3.5 - As actividades práticas de laboratório resolutórias de problemas autónomas

Uma **AP laboratorial resolutória de problemas autónomas**, ou de tipo V (George et al. 1974/1977), difere da tipologia anterior apenas no papel assumido pelo professor. O professor é um observador, que poderá ser participante quando os alunos o requerem explicitamente. Deve assumir um papel de disponibilidade, deixando os alunos trabalhar em áreas, que podem ser, inclusivamente, desconhecidas para ele próprio. Os alunos formulam o problema e determinam os métodos de recolha de dados, interpretam-nos e chegam a conclusões baseadas neles.

Para que esta actividade possa resultar rendível, os alunos terão que apresentar como pré-requisitos um certo domínio de *skills* de investigação científica, assim como do conteúdo que desejam investigar. Caso contrário, confundem-se, desanimam e tornam-se incapazes de prosseguir na tarefa.

Existem abundantes críticas a esta metodologia, que se alicerçam na perda de tempo e no fracasso eminente com alunos com fraca motivação. De qualquer forma, é muito diferente estar frustrado e saber-se mais ou menos o que fazer, do que estar malgrado e não ter ideias nenhuma como avançar. Por isso, alguns autores recomendam a utilização deste tipo de actividade somente quando os alunos já estão suficientemente familiarizados com os *skills* requeridos à investigação. A chave mais difícil consiste em traduzir problemas em termos compatíveis com as suas etapas de desenvolvimento cognitivo e de conhecimento conceptual.

Resumidamente, apresentamos no Quadro 2 os objectivos gerais de cada tipo de AP.

Quadro 2

Objectivos gerais dos distintos tipos de actividades práticas.

Actividades práticas laboratoriais	Objectivos
Desenvolventes de <i>skills</i>	Desenvolver <i>skills</i> psicomotores
Ilustrativas	Verificar conceitos ou princípios
Investigativas cooperativas	Construir um conceito ou princípio.
Resolutórias de problemas independentes	Resolver problemas
Resolutórias de problemas autónomas	Resolver problemas autonomamente

As AP laboratoriais podem ainda ser agrupadas atendendo à organização do trabalho escolar:

- Realizadas perante um grupo numeroso de alunos.
- Realizadas por um grupo pequeno de alunos.

- Realizadas individualmente.

As **demonstrações** do professor constituem as tradicionais «experiências de cátedra», nas quais o professor ou um grupo de alunos preparados realiza uma determinada AP perante a observação de todo o grupo-turma. Preocupados com a inércia e apatia dos alunos observadores, primeiro Iddom (1986), e posteriormente Jacobson e Bergman (1991), opinam que a eficácia destas AP está associada ao envolvimento que o professor consegue dos alunos passando de simples espectadores a uma postura activista. Ao realizar-se esta actividade, todos os alunos deverão estar em posição espacial adequada de forma a observarem conveniente, cuidadosa e atenciosamente todo o decorrer da experiência. Convém que se crie uma discussão, dando oportunidade para os alunos formularem questões problemáticas, recolherem dados e procurarem soluções.

As AP demonstrativas são particularmente recomendadas em quatro circunstâncias, a saber:

- Quando os materiais a utilizar nas experiências requerem um cuidado especial;
- Quando há necessidade de economizar tempo;
- Quando existem limitações numéricas de materiais e equipamentos; e
- Quando a experimentação envolve a possibilidade de algum perigo no caso de ser realizada pelos alunos.

Deve recordar-se a necessidade constante de desviar a atenção dos alunos das eventuais espectacularidades que possam advir da experiência, canalizando-a para os detalhes essenciais da actividade. As AP laboratoriais podem também ser realizadas individualmente ou em pequenos grupos, que defendemos com um número mínimo de dois elementos e um máximo de três.

2.4 - Enquadramento metodológico das actividades práticas de laboratório

As AP de laboratório necessitam de estar sempre integradas nas actividades desenvolvidas nas aulas, devendo estas constituir a sua base e reforço. Mas nem sempre assim se passa como revelam alguns estudos. A ideia de integrar as AP no conjunto do elenco temático da disciplina de forma a superar ou diminuir as dificuldades na aprendizagem das ciências não é nova. Em 1923, E. Rioja opinava já sobre este âmbito (citado em Jaén e Bernal, 1993) e Karplus e Lawson (1974, citados em Orion, 1989), posteriormente, falavam em aprendizagem em espiral. Orion (1989) apresenta a estrutura integrativa de uma AP (Figura 5).

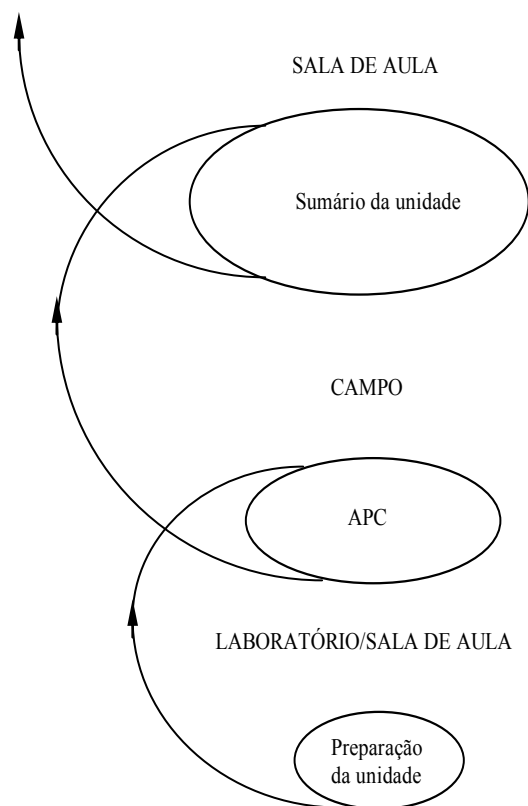


Figura 5. Estrutura da aprendizagem nas actividades práticas. APC – actividade prática de campo.
 Fonte: adaptado de Orion (1989).

Mesmo assim, muitos projectos baseados na aprendizagem por descoberta e na reformulação do modelo tradicional de transmissão, de um ponto de vista da recepção significativa não produzem esta integração necessária, isto é, a aprendizagem como construção de conhecimentos. Muitas actividades e exercícios desenvolvidos pelos professores, ou sugeridos pelos manuais escolares, não reflectem situações problemáticas que ofereçam ao aluno a possibilidade de estabelecer confrontações e conjecturas ou propor hipóteses. Estão orientados para que o aluno os siga fielmente.

Em alguns programas é possível identificar uma forte sugestão metodológica indutiva, correspondendo mais a uma fundamentação positivista empírica do que à actual visão epistemológica sobre a construção do conhecimento científico. É o que se passa quando damos prioridade absoluta à observação, numa perspectiva livre de teoria condicionante, mas que não desenvolve a exploração nem o desenvolvimento conceptual.

Pensamos que, para realizar uma identificação da metodologia adequada e das situações potencialmente problemáticas e úteis à aprendizagem, especificamente no que diz respeito às AP resolutórias de problemas, o professor deverá tomar como referencial quatro campos implicativos: no primeiro, os aspectos ou semblantes mais relevantes, necessários ou indispensáveis do conhecimento científico; no segundo campo, as concepções dos alunos; num terceiro, as situações da sua vida quotidiana; e finalmente no último campo as ideias centrais e delimitadoras do programa da

disciplina (Figura 6).

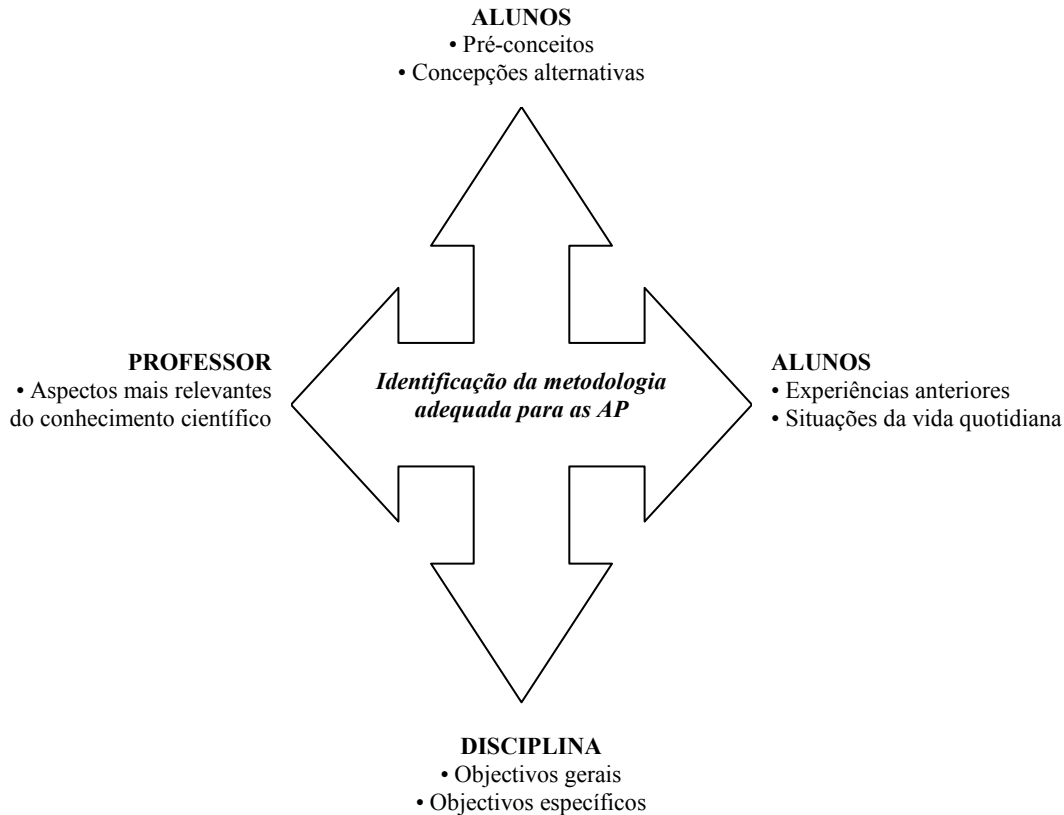


Figura 6. Representação dos marcos referenciais para identificar as metodologias adequadas para a realização das actividades práticas.

Embora alguns alunos aproveitem as AP laboratoriais como forma de aprendizagem e de motivo, outros porém, expressam a sua aversão a este método de ensino (Head, 1982). Pizzini, Shepardson e Abell (1991) verificaram que é frequente os professores proporcionarem aos alunos mais jovens AP pouco estruturadas, enquanto que aos de idade mais avançada solicitam um conjunto de AP de acordo com uma matriz de indicações explícitas, precisamente quando estes se encontram no estágio de desenvolvimento cognitivo em que procuram afirmar a sua própria personalidade. Surge falta de interesse e de entusiasmo.

Abundantes estudos (Watts e Ebbutt, 1988; Ebenezer e Zoller, 1993) parecem demonstrar que os alunos jovens, de todas as idades, valorizam mais o desafio cognitivo do que a execução de receitas. Haverá, pois, que desenvolver experiências laboratoriais adequadas, ou seja, ter em conta um objectivo claro e funcional, além de considerar sempre uma medida de controlo e independência suficientes.

Em muitos casos as AP, como relata Moreira (1980), constituem uma perda de tempo face aos benefícios que produzem. Os resultados decepcionantes das AP desenvolvidas com o perfil de receitas não melhoraram muito com a emergência da aprendizagem por descoberta. Atribuir as culpas a Ausubel não é correcto. Na

verdade, houve uma interpretação errada da sua obra sobre a aprendizagem receptiva e aprendizagem significativa ao equipararem-se equivocadamente a aprendizagem receptiva aos métodos de transmissão/recepção, e a aprendizagem significativa aos métodos baseados na descoberta. Por desgraça, uma justificação psicológica transfigurou-se numa outra epistemológica e, como tal, desenvolveu-se uma visão da ciência totalmente distorcida, baseada num número de suposições erradas acerca da prioridade e da certeza das observações.

Para autores como Driver (1975), Strike (1975), Stevens (1978) e Selley (1989), a aprendizagem pela descoberta é epistemológica e psicologicamente errada, e pedagogicamente impraticável. Colocar o ênfase total das AP laboratoriais nos processos é desvirtuar as formas como a ciência se constrói, atribuindo demasiada importância à experimentação, que num sentido Popperiano refutará ou não determinada teoria. É preciso reconhecer que os processos da ciência não são genéricos, ou seja, não são livres de conteúdos e de generalizações e que, muitas vezes, dificilmente são transferidos para outros contextos.

Ainda que algumas indicações programáticas, ou manuais escolares, tenham sido produzidos (e, porventura, expressem-no explicitamente) com base num modelo de ciência indutivista (carente de credibilidade), colocando a prática da formulação de hipóteses em primeiro lugar da sua lista de processos, haverá sempre que reflectir profundamente, à luz da epistemologia, sobre a construção do conhecimento científico, formas e métodos, bem como analisar didacticamente a abordagem a desenvolver com os alunos.

Uma outra prioridade nas AP é o ensino e desenvolvimento das atitudes científicas. Hodson (1994), porém, analisando as AP laboratoriais, revela que dificilmente actividades que envolvem a manipulação de dados (as utilizadas mais frequentemente) estimularão as atitudes científicas. Além disso, a imagem de ciência que oferecemos aos alunos pouco ou nada influenciará a escolha das suas carreiras. Baseado num estudo de Roe (1961, citado em Hodson, 1994), conclui que os próprios cientistas não possuem verdadeiramente essas atitudes que são defendidas, nem mesmo os professores de ciências, o que talvez constitua apenas um interesse para manter a sua imagem de entidade ideal estereotipada.

Embora muitos estudantes reconheçam o laboratório como um lugar onde estão activos, sabem também que muitas vezes são incapazes de estabelecer a conexão entre o que se faz e o que se aprende, tanto em termos de conhecimentos conceptuais como de conhecimentos relativos aos procedimentos. Quando se usa o laboratório fazem-se muitas práticas mas poucas reflexões. Crê-se que se pensará depois da obtenção dos resultados. Um aluno que não desenvolva uma compreensão teórica apropriada não saberá como observar, o que observar ou interpretar o que observa. É provável surgirem observações (*e.g.*, numa lâmina delgada) no lugar errado, de forma errada, com interpretações erradas.

Alternativamente podemos desenvolver tarefas de «predição-observação-explicação» (Hodson, 1994), nas quais se pede aos alunos que façam um vaticínio, por escrito,

sobre o que pensam que ocorrerá em determinadas situações. Durante a demonstração seguinte, que efectua o professor, os alunos registarão o que observam e pode eventualmente desenvolver-se uma discussão que confronte as observações e as previsões. Tunnicliffe (1989, citado em Hodson, 1994) apelidou estas actividades de «ciência baseada no desafio» (p. 306).

3 - Considerações finais

Em alguns contextos, a aprendizagem é definida como «uma mudança relativamente duradoura no comportamento, induzida pela experiência» (Davidoff, 1980/1983, p. 158). Este impacto da experiência sobre o comportamento assume tão grande importância, que muitos investigadores medem a aprendizagem observando as mudanças de comportamento. Mas, objectivamente, as mudanças de comportamento não podem ser sempre atribuídas à experiência. Se assim não fosse, a ausência de comportamento significaria que não ocorreu aprendizagem. Estamos já a descortinar as consequências que este corolário teria. Admitamos, porém, que idealmente a aprendizagem deve conduzir à modificação do comportamento.

Como será então que se despertam esses comportamentos? Os psicólogos usam comumente os vocábulos «motivo» e «necessidade» para traduzir os processos hipotéticos que explicam o comportamento. **Motivação**, ou **motivo**, traduz, segundo Davidoff (1980/1983), um «estado interno que resulta de uma necessidade e que activa o comportamento usualmente dirigido ao cumprimento da necessidade activante» (p. 385). A necessidade de coerência intelectual ou cognitiva frequentemente motiva comportamento. Se as cognições colidem ou contradizem uma a outra, as pessoas sentem-se desconfortáveis. Em simultâneo, sentem-se motivadas para reduzir a **dissonância cognitiva** (a ansiedade produzida pela colisão). Os sujeitos, em tais casos, procuram nova informação e mudam o seu comportamento ou alteram as suas atitudes. Um modelo homeostático aplica-se a muitos motivos (Figura 7).

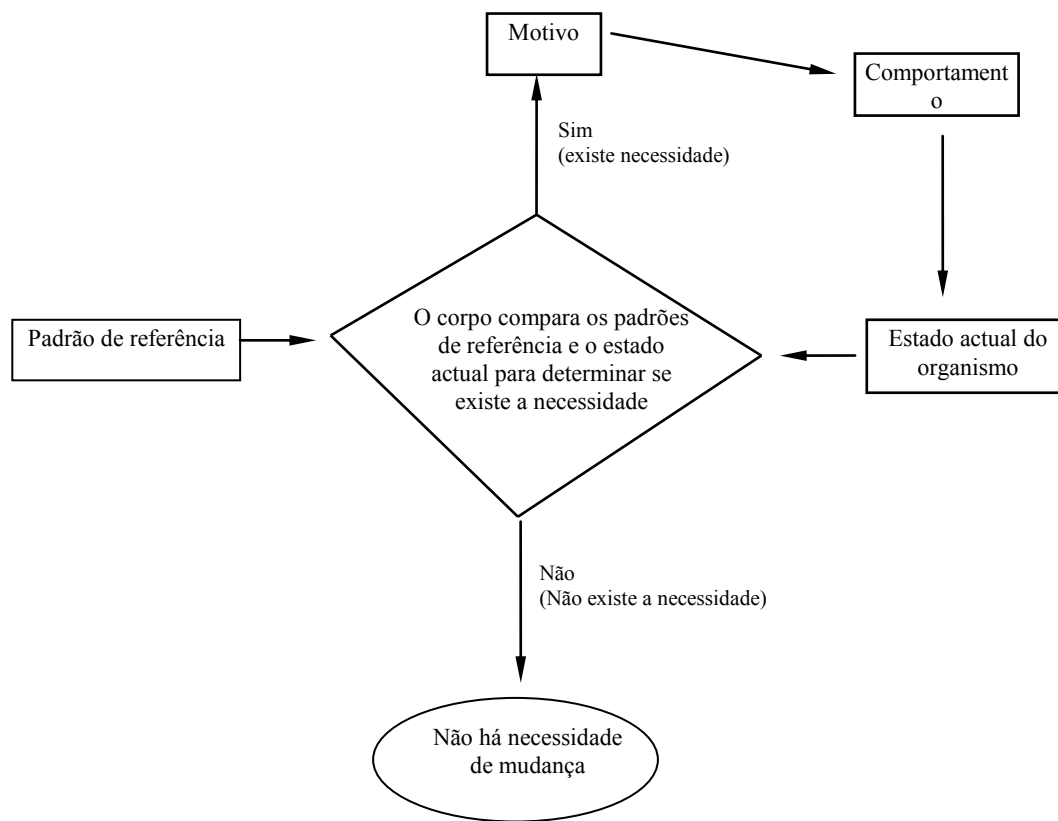


Figura 7. Um modelo homeostático da motivação.
 Fonte: adaptado de Davidoff (1980/1983).

Neste modelo, o motivo origina comportamento, com o objectivo de ser restabelecido o equilíbrio, embora não se explique adequadamente o funcionamento de todos os motivos, envolvendo essencialmente aqueles que surgem para satisfazer as necessidades fisiológicas básicas - **impulsos** (*drive*).

Considere-se, agora, a motivação para inovar na componente lectiva do trabalho docente. Efectivamente, uma vez comparados os padrões de referência e o estado actual da situação, encontra-se um desajuste. Mas o equilíbrio não parece ficar muito instável. Neste tipo de motivos, os **incentivos**, entendidos como objectos, eventos ou condições que provocam acção, as **emoções** e **cognições**, parecem desempenhar um papel central no seu processo. As experiências vividas contribuem para a definição do valor do incentivo. Em consequência, os pensamentos e os sentimentos activados pelo incentivo despertam um certo nível de motivação, que activa o comportamento com o objectivo

o incentivo (Figura 8). A diminuição, manutenção ou incremento da motivação advém das acções desenvolvidas que, provavelmente, influenciam as cognições e emoções.

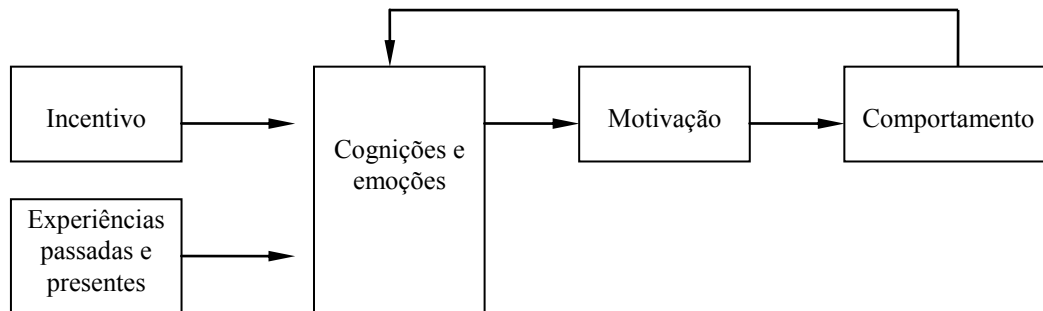


Figura 8. Vários elementos que podem influenciar motivos.
Fonte: extraído de Davidoff (1980/1983).

É por isso que alguns psicólogos distinguem incentivos **intrínsecos** e **extrínsecos**. No mundo do trabalho, das empresas privadas, há muito que se conhecem suficientemente bem estes processos de reforçar comportamentos desejados. E como se articula este conhecimento com o desempenho dos professores?

A progressão na carreira docente dos ensinos básico e secundário está definida no art.º 9.º do DL n.º 409/89. Faz-se por vários processos cumulativos: i) decurso de tempo de serviço efectivo prestado em funções docentes; ii) avaliação do desempenho; e iii) frequência com aproveitamento de módulos de formação. Na continuação das palavras admonitórias que escrevemos, a formação é assegurada, como necessidade, ao nível da progressão da carreira docente. A avaliação do desempenho é realizada pela construção de uma relatório crítico, na qual o docente faz a apreciação crítica da sua actividade docente (lectiva e não lectiva) desenvolvida no período de tempo a que se reporta a avaliação. Não existe qualquer tipo de *feedback* exterior sobre o tipo de práticas lectivas realizadas pelo docente e, concomitantemente, de incentivo nem reforço de comportamento para aquele que inova.

A ausência efectiva de incentivos contraria o anterior modelo que apresentámos. É por isso que a tão esperada inovação, embora as mudanças curriculares e as abundantes acções de formação de professores, não terá, em nosso entender, a expressão que se prevê, tudo porque não se respeitam e consideram os mecanismos do comportamento e respectiva influência de incentivos, emoções e cognições. Passou-se o mesmo com as práticas inovadoras preconizadas pela reforma curricular anterior. O decurso do tempo mostrar-nos-á, mais uma vez, a situação, pois como escreveu La Rochefoucauld, «se tivéssemos suficiente vontade, quase sempre disporíamos de meios suficientes» (citado em Leal, 1993).

Referências bibliográficas

- Bonito, J. (2001). *As actividades práticas no ensino das Geociências - Um estudo que procura a conceptualização*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional. (em publicação)
- Corominas, J., & Teresa, M. (1994). Trabajos prácticos para la construcción de conceptos: experiencias y experimentos ilustrativos. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 2, 21-26.
- Davidoff, L. L. (1983). *Introdução à psicologia*. São Paulo: McGraw-Hill. (Tradução do original inglês publicado em 1980)
- DES - Departamento do Ensino Secundário (2000). *Programa de Geologia. 10.º ano*. Texto não publicado (documento de trabalho), Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- DGEBES – Direcção-Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991a). *Programa de ciências naturais. Plano de organização do ensino-aprendizagem*. Lisboa: Ministério da Educação/Direcção-Geral dos Ensinos Básico e Secundário.
- DGEBES – Direcção-Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991b). *Programa de ciências da terra e da vida. Biologia. Geologia. Organização curricular e programas*. Lisboa: Ministério da Educação/Direcção-Geral dos Ensinos Básico e Secundário.
- Domingues, B. (1996, 17 de Março). A cegueira religiosa. *Público*, p. 16, 7, 2198.
- Domingos, A. M., Neves, I. P., & Galhardo, L. (1981/1987). *Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Driver, R. (1975). The name of the game. *School science review*, 56, 300-305.
- Ebenezer, J. V., & Zoller, U. (1993). Grade 10 student's perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of research in science teaching*, 30, 175-186.
- George, K. D., Dietz M. A., Abraham, E. C., & Nelson, M. A. (1977). *Las ciencias naturales en la educación básica. Fundamento y métodos*. Madrid: Santillana. (Trabalho original em inglês publicado em 1974)
- Golçalves, M. A. (1996, 17 de Março). O detective imperfeito. *Público*, p. 45, 7, 2205.
- Grau, R. (1994). ¿Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique. Didáctica de las Ciencias experimentales*, 2, 27-35.
- Head, J. (1982). What can psychology contribute to science education? *School science review*, 63, 631-642.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in science education*, 22, 85-142.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Iddom, B. (1986). On the art of demonstrating experiments in chemistry. *The school science review*, 67 (241), 704-715.
- Jacobson, W. J., & Bergman, A. B. (1991). *Science for children. A Book for teachers* (3rd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Jaén, M. G., & Bernal, J. M. M. (1993). Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la geología mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 1.3, 153-158.
- Kirschner, P. A. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science & education*, 1, 273-299
- Klopfer, L. E. (1990). Learning scientific enquiry in the student laboratory. In Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge.
- Leal, M. (1993). *A bíblia da vida*. Venda Nova: Bertrand Editora.
- Martín, C., Campo, J., García, A., & Wehrle, A. (1992). *Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Madrid: Ediciones Rialp.

- Millar, R. (1989). What is «scientific method» and can it be taught? In J. Wellington (Ed.), *Skills and processes in science education. A critical analysis*. London: Routledge.
- Moreira, M. A. (1980). A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics courses. *European journal of science education*, 2, 441-448.
- Moreira, M. A., & Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Novak, J. D., Gowin, D. B. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. (Trabalho original em inglês publicado em 1984)
- Orion, N. (1989). Development of a high-school geology course based on field trips. *Journal of geological education*, 37, 13-17.
- Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1991). The inquiry level of junior high activities: implications to science teaching. *Journal of research in science teaching*, 28, 111-121.
- Selley, N. J. (1989). Philosophies of science and their relation to scientific processes and the science curriculum. In J. Wellington (Ed.), *Skills and processes in science education. A critical analysis*. London: Routledge.
- Stevens, P. (1978). On the nuffield philosophy of science. *Journal of philosophy of education*, 12, 99-111.
- Strike, K. A. (1975). The logic of learning by discovery. *Review of educational research*, 45, 461-483.
- Watts, M., & Ebbutt, D. (1988). Sighthformers's views of their science education. *International journal of science education*, 10, 211-219.
- Woolnough, B. E., & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Os autores expressam o seu agradecimento, como contributo para a realização deste trabalho, ao Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora.