

ACTIVIDADES LABORATORIAIS E AUTONOMIA NA APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS

José Luís Coelho da Silva
Universidade do Minho

Introdução

As actividades laboratoriais são um tipo de actividades de aprendizagem cujo valor educacional é reconhecido por todos os actores envolvidos na conceptualização e operacionalização da educação em Ciências. Neste sentido, ocupam um lugar privilegiado no ensino-aprendizagem das Ciências. No presente texto, defende-se uma abordagem do trabalho laboratorial assente numa visão mais alargada do papel que tradicionalmente lhe é atribuído e na conceptualização de um novo tipo de actividades de aprendizagem. Assim, parte-se dos seguintes pressupostos:

As actividades laboratoriais são passíveis de abordagens orientadas para o desenvolvimento da autonomia do aluno.

O trabalho laboratorial não é concebido como uma actividade isolada, encerrada na observação e experiência, mas antes como parte de uma actividade mais lata em que a aprendizagem final resulta da conjugação de tarefas de natureza diversificada. Associadas à observação e à experiência estarão tarefas como a pesquisa bibliográfica, a comunicação de informação, o trabalho cooperativo, etc.

A concepção de autonomia do aluno aqui perfilhada é a definida por Jiménez Raya, Lamb & Vieira (2007: 2): “competência para se desenvolver como participante autodeterminado, socialmente responsável e criticamente consciente em (e para além de) ambientes educativos, por referência a uma visão da educação como espaço de emancipação (inter) pessoal e transformação social”.

Este texto incide na análise de um exemplo de transformação de um protocolo laboratorial concreto, de forma a possibilitar ao aluno a tomada de consciência das aprendizagens efectuadas e das operações nelas envolvidas. Assinala-se a inclusão de questões de natureza metacognitiva, explícita e intencionalmente direccionadas para a reflexão do aluno acerca das tarefas realizadas. A construção deste enfoque está influenciado pelo conjunto de descritores da competência de aprender a aprender concebido por Alonso, Roldão & Vieira (2006) e pela conceptualização e operacionalização de uma estratégia de questionamento metacognitivo (v. Monereo, 2001 e Boadas, 2001).

A apresentação da transformação efectuada é precedida da explicitação dos pressupostos teóricos que constituem os seus pilares.

1. Quadro teórico de referência: algumas considerações

A visão mais alargada do papel educacional preconizado para o trabalho laboratorial atrás salientada decorre da possibilidade de este contribuir não só para o desenvolvimento de competências dos domínios substantivo, processual e epistemológico, mas também para o desenvolvimento da competência de aprender a aprender. É aqui adoptada a noção de competência de aprender a aprender definida por Alonso, Roldão & Vieira (2006), que “toma como base o conceito de regulação da aprendizagem” (p. 3108), processo que se concretiza nas actividades didácticas através das seguintes operações:

(a) operações sobre a actividade que dizem respeito ao conhecimento da sua finalidade e natureza e à organização prévia do que é preciso fazer, assim como à identificação dos saberes (substantivo e processuais) e recursos necessários à sua realização (*PLANIFICAÇÃO*); (b) operações que permitem acompanhar e ir monitorizando o desenvolvimento da actividade, as dificuldades experimentadas, suas causas e possíveis soluções, e que podem envolver tarefas de replanificação (*MONITORIZAÇÃO*); (c) operações que permitam ajuizar do grau de consecução dos objectivos da actividade, do processo posto em acção para o conseguir e da sua utilização e valor potencial noutros contextos (*AVALIAÇÃO*); (d) atitudes sócio-afectivas, de natureza intrapessoal e interpessoal, que favoreçam uma aprendizagem motivada e responsável ao longo da realização da actividade. (op. cit.: 3110-3111)

Embora a competência de aprender a aprender possa já estar implicitamente contemplada no trabalho laboratorial, propõe-se torná-la explícita e considerá-la como um objectivo de aprendizagem em paralelo à promoção do desenvolvimento das competências nos outros domínios. É num contexto educacional em que as finalidades educativas estarão explícitas para o aluno que se permitirá que este tome consciência das aprendizagens que se pretendem concretizar e daquelas que efectivamente se operam, de modo a assumir uma atitude educacional focalizada na regulação da sua própria aprendizagem. Neste sentido, a estrutura das actividades de aprendizagem deverá contemplar uma secção constituída por questões orientadoras da análise da construção dos conhecimentos nas várias dimensões referidas.

A imagem da actividade dos cientistas assente na pluralidade de funções constitui um pressuposto que influencia a concepção de actividades de aprendizagem que mostrem a conjugação de tarefas de natureza metodológica diversificada na construção do conhecimento. Assim, o trabalho laboratorial conjuga tarefas de diversa natureza que constituem um todo que é mais do que a soma das partes. É a interdependência destas tarefas que confere a

identidade à actividade de aprendizagem que corporizam. Este tipo de actividades caracteriza-se pela associação de tarefas próprias de uma actividade laboratorial e de tarefas próximas das geralmente incluídas em actividades de lápis e papel. Por exemplo, o papel do trabalho laboratorial na construção de uma imagem de Ciência e de Cientista será potencializado através da conjugação da actividade laboratorial com a análise de relatos do cenário sociocientífico em que a experiência emergiu. Neste contexto, assumem particular relevância as experiências de carácter histórico, isto é, aquelas que se baseiam em procedimentos utilizados por cientistas de outrora. A transferibilidade do conhecimento processual adquirido na realização de uma actividade laboratorial tornar-se-á operacionalizável e facilitada com a análise de contextos sociais em que são usadas as técnicas/os procedimentos experienciados ou outras em que os princípios subjacentes são os mesmos. A informação sobre esses contextos poderá ser fornecida ao aluno e/ou pesquisada por ele próprio. Nesta última situação, adquire relevância o desenvolvimento de capacidades de pesquisa de informação. Ressalta-se, ainda, a importância de promover a análise da aplicabilidade das mesmas técnicas em contextos explorados nas diversas disciplinas da educação em Ciências (Biologia e Geologia; Química; Física). Deste modo, também se estará a incrementar a interdisciplinaridade e a promoção de uma imagem de Ciência centrada na interligação dos saberes.

Uma actividade laboratorial implica a consecução de várias fases que, no seu conjunto, conduzem à formulação da(s) resposta(s) a um dado problema ou situação problemática. A designação das possíveis fases pode ser obtida a partir de parâmetros já definidos para a análise de actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares. Toma-se aqui como referência a tipologia de parâmetros de Coelho da Silva & Leite (1997). O Quadro 1 mostra na primeira coluna as fases a considerar numa actividade laboratorial em função desta tipologia e, na segunda coluna, uma versão expandida que mantém as fases da coluna 1 e inclui as novas fases e enfoques de acção necessários à promoção da autonomia do aluno. Estas fases e enfoques estão assinalados a cor verde.

Assim, a seguir à primeira fase – Problema – propõe-se a inclusão de uma nova fase: *Objectivos de aprendizagem*. A relevância desta fase assenta na necessidade de o aluno tomar consciência das aprendizagens que se pretende que nele se operem. A decisão de a criar decorre da assunção de um dos princípios pedagógicos inerentes a uma perspectiva de educação como um espaço de emancipação e transformação dos sujeitos (Vieira *et al.*, 2002). Trata-se do princípio da *transparência*: “A acção pedagógica integra a explicitação dos

pressupostos e finalidades da formação que a orientam, da natureza da metodologia seguida, dos processos/percursos de aprendizagem e dos parâmetros de avaliação adoptados” (Vieira *et al.*, 2002: 32). A operacionalização deste princípio tornar-se-á mais eficaz se o aluno for envolvido na tomada de consciência dos objectivos de aprendizagem em vez de se proceder apenas à sua enunciação no início da actividade. Neste sentido, a fase de Reflexão poderá incluir a definição ou descoberta, pelo próprio aluno, dos objectivos de aprendizagem que a actividade permitirá contemplar.

Tipologia de Coelho da Silva & Leite, 1997	Tipologia expandida
1. Problema	1. Problema
-----	2. Objectivos de aprendizagem
-----	3. Negociação de decisões
2. Previsão	4. Previsão
3. Contextualização teórica	5. Contextualização teórica
4. Procedimento	6. Procedimento
5. Dados	7. Dados
6. Análise de dados	8. Análise de dados
7. Conclusão	9. Conclusão
8. Reflexão	10. Reflexão
- Procedimentos laboratoriais	- Procedimentos laboratoriais
- Relação Previsão/Resultados	- Relação Previsão/Resultados
	- Objectivos de aprendizagem
	- Papéis desempenhados pelos alunos
	- Dificuldades sentidas e estratégias de resolução
	- Novos problemas
	- Construção e características da Ciência
	- Relevância da Ciência para a Sociedade
-----	11. Comunicação

Quadro 1: Fases possíveis de uma actividade laboratorial

O pressuposto de que o envolvimento dos alunos em tarefas que lhe exigem uma maior tomada de decisão, e conseqüentemente um exercício (meta)cognitivo mais complexo, deverá ser um processo faseado e gradual implica que se comece por propor actividades em que os objectivos de aprendizagem estejam enumerados para, numa fase posterior, se solicitar a definição de alguns até se atingir o maior grau de abertura em que será da competência do aluno a identificação de todos os objectivos subjacentes à actividade. O nível de aprendizagem dos alunos é, também, um factor que determinará a opção a realizar. A adequação ao contexto é uma das dimensões da pedagogia para a autonomia necessária para o desenvolvimento de competências de aprendizagem.

O pressuposto de que as actividades laboratoriais deverão ser executadas num contexto de trabalho em equipa exige a fase designada por *Negociação de decisões*. Neste âmbito, as

tarefas a desenvolver incidem na definição, pelos próprios alunos, do papel a assumir por cada um na consecução da actividade laboratorial, na consciencialização das razões que subjazem a essa distribuição de papéis e do impacto educacional que exercem na aprendizagem de cada um. Salienta-se a importância do desenvolvimento de um trabalho prévio com os alunos que incida na análise dos papéis a serem assumidos num cenário de aprendizagem cooperativa (v. Johnson *et al.*, 1984 e Fontes & Freixo, 2004).

A existência de uma fase específica de Reflexão permite acentuar a importância da reflexão na construção do conhecimento e na aprendizagem do aluno. Esta opção não significa que nas outras fases não existam ou não se possam promover momentos de reflexão. A tipologia de Coelho da Silva & Leite aponta, nesta fase, os procedimentos laboratoriais e a relação previsão/resultados como os enfoques de análise. Seguindo a perspectiva da autonomia em contexto escolar, propõe-se alargar a reflexão a outros enfoques, nomeadamente: *papéis desempenhados pelos alunos, dificuldades sentidas nas tarefas realizadas e tarefas desenvolvidas para ultrapassar as dificuldades encontradas*. Ainda neste contexto, e tendo em atenção as perspectivas epistemológicas defendidas na actualidade, propõe-se que a reflexão incida ainda em: *novos problemas emergentes dos resultados obtidos, características do conhecimento científico, processos utilizados pelos cientistas na construção do conhecimento científico e relevância da Ciência para a sociedade contemporânea*. A definição deste novo conjunto de enfoques da reflexão não significa que as actividades laboratoriais terão de os incluir a todos obrigatoriamente. Esta visão decorre de pressupostos que subjazem à conceptualização da proposta efectuada, nomeadamente:

O envolvimento dos alunos neste tipo de actividades de aprendizagem deverá ser concretizado de uma forma gradual, aumentando progressivamente o seu grau de abertura. Deste modo, proceder-se-á à familiarização dos alunos com o tipo de tarefas, tornando-os, assim, capazes de as executar.

A aprendizagem de um aluno é o resultado da interacção das aprendizagens efectuadas num período de tempo curto, o de uma unidade didáctica, e num período de tempo mais alargado, o de um ano lectivo. Assim, é esperado que nestes períodos sejam implementadas actividades práticas de natureza diversificada, pelo que as competências a desenvolver não terão de ser todas operacionalizadas em simultâneo. Cada actividade prática poderá adquirir um enfoque primordial no conjunto de aprendizagens a proporcionar.

A assunção da comunicação como uma parte integrante da actividade laboratorial decorre da sua relevância na construção do conhecimento pelos alunos e na construção de uma imagem da actividade do cientista. Poder-se-á afirmar que esta fase está, geralmente, concretizada através da elaboração de um relatório em período extra-lectivo com fins classificativos e que não é objecto de debate no grupo-turma. Defende-se que, à semelhança

da actividade dos cientistas, poderá assumir outros formatos, como por exemplo a elaboração de um texto próximo do artigo científico, de um poster ou de uma apresentação oral. A finalidade principal destas tarefas é a confrontação de ideias e a apresentação de sugestões direccionada para a participação de cada aluno na construção do conhecimento do Outro.

Salienta-se, ainda, a necessidade de tornar explícitos, perante os professores, os pressupostos que subjazem à estruturação de uma actividade laboratorial. Esta recomendação é particularmente importante para a concepção de manuais escolares, de modo a que estes mostrem claramente a diversidade das aprendizagens a promover ao longo de um ano de escolaridade e os enfoques primordiais de cada unidade didáctica.

2. Adaptação das actividades laboratoriais: um exemplo

Nesta secção é apresentada a transformação de uma actividade laboratorial concebida para ser explorada no âmbito do tema “Fotossíntese”, integrado na unidade didáctica “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”, da disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade do ensino secundário. Tomou-se como ponto de partida actividades laboratoriais apresentadas em manuais escolares disponíveis no mercado livreiro português para a disciplina e ano de escolaridade atrás referidos (Matias & Martins, 2003; Oliveira *et al.*, 2007 e Silva *et al.*, 2007). Estas actividades caracterizam-se pelas seguintes fases: (a) título; (b) material e procedimento; (c) dados, (d) análise de dados e (e) conclusões. A transformação efectuada operou-se, em primeiro lugar, na organização estrutural da actividade laboratorial. Assim, procedeu-se à divisão da actividade em várias etapas e à inclusão de outras, que deverão ser apresentadas aos alunos de forma sequencial e cada uma apenas após a consecução anterior. As outras transformações consistiram em: (1) alteração do título para problema; (2) indicação dos objectivos de aprendizagem; (3) explicitação da estrutura da actividade; (4) inclusão de questões direccionadas para a promoção da consciencialização do aluno relativa ao conhecimento perfilhado acerca do assunto em estudo; (5) reestruturação das questões de análise de dados tornando mais claro o enfoque de análise e (6) construção das fases de reflexão e de comunicação.

A actividade de aprendizagem proposta caracteriza-se pela conjugação de tarefas de cariz laboratorial e de lápis e papel. É constituída por cinco etapas:

Etapa 1: Tema e estrutura da actividade de aprendizagem – abordagem introdutória

Etapa 2: Recolha e análise de dados laboratoriais

Etapa 3: Pesquisa bibliográfica

Etapa 4: Reflexão

Etapa 5: Comunicação

As questões colocadas em cada etapa incluem um espaço para os alunos registarem as respectivas respostas. É fundamental a sua existência para os alunos poderem efectuar a comparação das respostas individuais com as respostas resultantes da discussão no grupo-turma e, assim, tomarem consciência das transformações ocorridas no modo como são interpretadas as situações em estudo e do modo como foram construindo o conhecimento científico.

Apresentam-se, em seguida, as várias etapas da actividade de aprendizagem, intercaladas com textos explicativos e interpretativos. A primeira transformação efectuada nesta etapa está na inclusão de um problema. Geralmente, as actividades laboratoriais encontradas nos manuais escolares, focalizadas no estudo dos pigmentos fotossintéticos, são iniciadas com a especificação de um título do tipo “Extracção e separação de pigmentos fotossintéticos” (ver, a título de exemplo, Oliveira *et al.*, 2007). Este título aponta apenas para o desenvolvimento de competências procedimentais quando a natureza da actividade possibilita também o desenvolvimento de conhecimento substantivo. É no seio deste último conhecimento que se desenvolverá o anterior. Considera-se, então, que o título deverá ser substituído por um problema do tipo “Quais são os pigmentos constituintes de uma folha verde?”. É neste sentido que, por exemplo, se aproxima da actividade laboratorial apresentada em Silva *et al.* (2007). O grau de abertura da actividade de aprendizagem também pode ser incrementado nesta fase através da substituição do problema pela descrição de um cenário que possibilite ao próprio aluno a sua formulação. Esta opção exigirá a discussão no grupo-turma dos vários problemas enunciados.

ETAPA 1: Tema e estrutura da actividade de aprendizagem – abordagem introdutória

Problema

Quais são os pigmentos constituintes de uma folha verde?

Objectivos de aprendizagem

Construir conhecimento substantivo
Desenvolver capacidades procedimentais
Compreender a natureza da Ciência
Desenvolver competências de trabalho em equipa

Introdução

Esta actividade de aprendizagem é constituída por tarefas de natureza diversa. Incide, fundamentalmente, numa tarefa laboratorial que é conjugada com uma tarefa de pesquisa bibliográfica e uma outra de apresentação dos resultados e conclusões obtidas.

Esta actividade inclui momentos de resolução individual e outros de resolução em grupo. As questões de resolução individual permitir-te-ão tomar consciência das ideias que possuis acerca do assunto em estudo e das aprendizagens por ti efectuadas. Os momentos de resolução em grupo são importantes porque permitirão a cada um, através da confrontação, reformulação e conjugação das várias ideias, desenvolver o conhecimento que possuem.

A resolução da actividade será efectuada por etapas. Só passarás a uma etapa seguinte após teres concluído a resolução da etapa anterior e a teres discutido no grupo turma.

Previsão

a) Qual é a tua resposta à pergunta formulada inicialmente?

b) Compara e discute a tua resposta com a dos teus colegas. O que concluis?

A etapa 1 inclui ainda a enumeração de um conjunto de indicações necessárias para uma concretização do princípio pedagógico da transparência, enunciado na secção anterior. Assim, são enumerados os objectivos de aprendizagem, apresentada a estrutura da actividade de aprendizagem e fornecidas directrizes acerca da metodologia de resolução. Pretende-se que os alunos tomem consciência das aprendizagens a efectuar e do papel a assumir para que elas sejam atingidas. Esta etapa termina com um grupo de questões concebidas segundo um modelo de ensino orientado para a mudança conceptual (v. Duarte & Faria, 1992) e numa perspectiva de ensino-aprendizagem de cariz socioconstrutivista (v. Fosnot, 1999). Pretende-se que os alunos, previamente à abordagem das fases de recolha e análise de dados laboratoriais e de pesquisa bibliográfica, tomem consciência do modo como interpretam a situação problemática em estudo e da possibilidade da inexistência de uma opinião consensual no grupo-turma, situação que exigirá a procura de uma ou mais respostas. Deste modo, inicia-se um processo de construção do conhecimento que se caracteriza pela mobilização do conhecimento prévio dos alunos e pela interacção de ideias entre eles.

Apresenta-se, em seguida, a etapa 2 da actividade. O material e o procedimento laboratorial não estão totalmente descritos para evitar alongar o presente texto. Estas duas componentes são as que usualmente estão indicadas nos manuais escolares. A técnica usada é a cromatografia em papel, cuja descrição poderá ser encontrada em qualquer manual escolar de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade.

As actividades laboratoriais presentes nos manuais escolares incluem, por vezes, figuras ilustrativas do procedimento laboratorial para que este seja mais facilmente compreendido pelos alunos. Em algumas dessas situações, as figuras apresentam os resultados da actividade

laboratorial tornando-a, deste modo, uma experiência ilustrativa (v. tipologia de actividades laboratoriais, por exemplo, Coelho da Silva & Leite, 1997). Compreende-se que os autores dos manuais escolares queiram disponibilizar dados laboratoriais que possam ser trabalhados em situações de impossibilidade de concretização da própria actividade laboratorial. No entanto, a figura da câmara de desenvolvimento cromatográfica que inclui um papel de filtro com as diversas bandas, de cores diferentes, representativas de vários pigmentos nunca poderá estar incluída na própria actividade laboratorial pois a sua presença retirará a necessidade de execução da actividade e porque, certamente, induzirá à partida a própria visão do aluno acerca do fenómeno em estudo.

ETAPA 2: Recolha e análise de dados laboratoriais

Vais, agora, aplicar uma técnica laboratorial de extracção de pigmentos. Para tal, utilizarás folhas de espinafres.

Material

Folhas de espinafres (...) Acetona

Procedimento

1 (...) 3

Análise de resultados

1. Efectua um esquema ilustrativo, devidamente legendado, dos resultados obtidos.

2. Quais são os pigmentos que constituem uma folha verde?

2.1. Discute a tua resposta com os teus colegas e o teu professor. Regista as conclusões a que chegaram.

A etapa 2 permite verificar que uma folha verde possui outros pigmentos para além de um pigmento verde. A atribuição do nome aos pigmentos encontrados apenas poderá ser concretizada através da sua indicação pelo professor ou mediante consulta bibliográfica efectuada pelos alunos. A questão 2.1 espelha um processo de construção social do conhecimento por implicar a reestruturação e/ou conjugação de ideias mediante as interacções aluno-aluno e aluno-professor estabelecidas no seio do grupo-turma. Inicia-se na primeira fase um processo de construção do conhecimento que, embora incida no envolvimento individual do aluno, está dependente da interacção dos vários actores que constituem a unidade de aprendizagem.

Apresenta-se, seguidamente, a terceira etapa da actividade, que consiste numa tarefa de pesquisa bibliográfica. Nesta, as competências a desenvolver pelo aluno são de natureza

transversal e traduzem-se na procura, selecção e organização da informação. Esta etapa é necessária para a compreensão da técnica laboratorial utilizada, pois a fase anterior não possibilita explicar como se processa a separação dos pigmentos, apenas permite ver o que acontece.

ETAPA 3: Pesquisa bibliográfica

A técnica utilizada permite separar e identificar os componentes de uma mistura. Efectua uma pesquisa bibliográfica que te permita:

- a) explicar a disposição dos pigmentos;
- b) conhecer a aplicabilidade desta técnica em outros contextos laboratoriais.

A compreensão da relevância social da técnica laboratorial utilizada não é possível através da execução de uma actividade meramente laboratorial, exigindo a sua conjugação com actividades de aprendizagem de outra natureza. Assim, optou-se por conjugar a tarefa laboratorial propriamente dita (etapa 2) com a tarefa de pesquisa bibliográfica proposta na etapa 3. Uma outra alternativa possível seria a interpretação de um texto que explorasse a aplicabilidade da técnica experienciada em diferentes sectores da actividade humana. Optou-se pela pesquisa bibliográfica para promover uma visão da construção do conhecimento como uma actividade que integra tarefas de natureza diversificada. Através desta conjugação, poder-se-á estabelecer um paralelismo com a actividade do cientista, de modo a promover uma imagem caracterizada pelo desempenho de tarefas que exigem a mobilização de competências de natureza diversa. Ressalta-se que este paralelismo não significa considerar o aluno como um “pequeno cientista”, cujas funções reproduziriam as de um cientista, uma visão patente na perspectiva de ensino por descoberta e que apresenta algumas limitações educacionais conforme é assinalado por alguns investigadores (v. Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Defende-se que se estará a promover o desenvolvimento de competências que permitirão ao aluno acompanhar a evolução do conhecimento científico e que lhe serão necessárias para o exercício futuro de uma actividade profissional focalizada na investigação científica.

É em seguida apresentada a quarta e penúltima fase da actividade – *Reflexão* –, na qual se potencializa o desenvolvimento da competência de aprender a aprender. A proposta de comparação da previsão inicial com as conclusões finais (questão 1) assenta na concretização de um modelo de ensino orientado para a mudança conceptual. Implica um processo de reflexão acerca das mudanças ocorridas no modo como é interpretado o fenómeno em estudo. A possibilidade de formulação de novos problemas (questão 2) permite reforçar a natureza inacabada e aberta do conhecimento científico: a emergência de novos problemas está na

origem da construção de novo conhecimento. As questões do grupo 3 e a questão 4 ilustram enfoques possíveis de reflexão acerca do processo de aprendizagem: as primeiras estão orientadas para a tomada de consciência da estratégia seguida no trabalho de grupo; a última incide no estabelecimento da relação “objectivos de aprendizagem – natureza das tarefas” e está, implicitamente, orientada para a avaliação da consecução das aprendizagens previstas.

ETAPA 4: Reflexão

1. Compara a tua previsão inicial com as conclusões a que chegaram.

2. Que novos problemas poderão ser formulados a partir dos resultados obtidos?

3. Qual foi a função desempenhada por cada elemento do grupo?

3.1. Que razões presidiram à assunção das funções desempenhadas pelos vários elementos do grupo?

3.2. Como chegaram a um consenso no caso de desacordo?

4. Indica em que tarefas cumpriste os objectivos de aprendizagem acima mencionados.

Por fim, apresenta-se a última etapa da actividade de aprendizagem.

ETAPA 5: Comunicação

Nesta fase, pretende-se que presentes aos teus colegas de turma os resultados que obtiveste e as conclusões tiradas a partir das tarefas realizadas nas etapas anteriores. Assim, escolhe um dos seguintes formatos para efectuar a tua apresentação: (1) apresentação oral, (2) poster, (3) relatório e (4) artigo científico.

A tua apresentação deverá ser objecto de apreciação por cada um dos outros grupos da turma de forma a que possas aperfeiçoar o trabalho por ti desenvolvido.

O desenvolvimento de competências de pensamento crítico está contemplado nestas duas últimas fases. É promovido, por exemplo, através da questão 1 da fase 4, dado que implica o estabelecimento de semelhanças e diferenças entre as respostas iniciais e finais. Operacionaliza-se também na etapa 5, através da tarefa de apresentação de sugestões que permitam incrementar a qualidade dos trabalhos efectuados. A inclusão desta última tarefa está, também, influenciada por uma outra componente da actividade científica – o papel de

referee –, à semelhança da proposta apresentada por alguns investigadores em educação em Ciências (v. Gil Pérez & Valdés Castro, 1996 e Furió, Payá & Valdés, 2005). Assinala-se que os formatos de apresentação são possíveis formatos usados pelos cientistas para procederem à difusão do conhecimento resultante das investigações. A analogia efectuada deverá tornar-se explícita para os alunos, salvaguardando as respectivas diferenças entre o contexto profissional do cientista e o contexto de intervenção do aluno.

A etapa 5 incide, ainda, no desenvolvimento de competências de comunicação oral e/ou escrita. É da responsabilidade de cada grupo a decisão acerca do tipo de apresentação a efectuar. Deste modo, adequa-se a actividade aos interesses dos alunos. Esta fase exige que se promova a análise de algumas linhas orientadoras que apoiem os alunos na planificação e concepção da apresentação (v. Maskill & Race, 2005 cit. por Costa Pereira, 2007).

A análise interpretativa das etapas 4 e 5 mostra que estas possibilitam o desenvolvimento de outros objectivos de aprendizagem que não estão enumerados na etapa 1. Assim, poder-se-á, ainda, colocar aos alunos outras questões de análise da actividade de aprendizagem através da identificação de outros objectivos para além dos mencionados e do estabelecimento da sua relação com as tarefas executadas. Os objectivos de aprendizagem possíveis são: Desenvolver competências de pensamento crítico; Compreender a natureza do conhecimento científico; Desenvolver competências de aprender a aprender; Desenvolver competências de comunicação.

Considerações finais

A actividade de aprendizagem idealizada é um exemplo de como se pode concretizar o papel activo e central atribuído ao aluno numa perspectiva de ensino-aprendizagem de cariz socioconstrutivista. Este papel está intimamente relacionado com uma pedagogia para a autonomia e, em particular, com o desenvolvimento da competência de aprender a aprender no seio da aprendizagem de um conhecimento disciplinar. Assumir um papel activo e central no processo de ensino-aprendizagem significa que o aluno mobiliza conhecimentos prévios, toma decisões ou participa na tomada de decisões, colabora na aprendizagem dos pares, reflecte acerca das aprendizagens efectuadas e do trajecto educativo percorrido, e contribui para o desenvolvimento de um cenário educativo pautado pela interacção de todos os actores envolvidos.

A actividade de aprendizagem espelha várias dimensões de uma pedagogia para a autonomia em contexto escolar. A integração de competências está claramente patente na conjugação de competências do domínio disciplinar e de aprender a aprender. Estão, ainda, patentes outras dimensões que coincidem com momentos de acção que promovem a assunção de um papel pró-activo na aprendizagem. São momentos de reflexão, de negociação de decisões e sentidos, e de regulação da aprendizagem através da sua planificação e monitorização. A negociação de decisões está patente implicitamente nas etapas 2 (tarefa laboratorial), 3 (pesquisa bibliográfica) e 5 (comunicação), por se considerar que os alunos terão de definir o modo como cada elemento do grupo de trabalho vai intervir na consecução da actividade laboratorial, na pesquisa bibliográfica e na comunicação dos resultados à turma. Esta última fase também implica a negociação de decisões na planificação da estratégia a seguir e na selecção dos materiais a usar. Quanto à negociação de sentidos, está implícita nos momentos em que os alunos confrontam as suas opiniões acerca do modo de realização das tarefas acima mencionadas, tornando-se mais explícita nos momentos de interacção no grupo-turma aquando da análise das várias ideias interpretativas da situação científica em estudo e da apreciação realizada por cada grupo sobre a apresentação efectuada na fase de Comunicação. A monitorização da aprendizagem está explicitamente patente na etapa 4 – Reflexão – através das questões: *Que razões presidiram à assunção das funções desempenhadas pelos vários elementos do grupo?*, *Como chegaram a um consenso no caso de desacordo?* e *Indica em que tarefas cumpreste os objectivos de aprendizagem acima mencionados.*

Por fim, assinala-se o papel da actividade na construção de uma imagem multifacetada da actividade científica. A conjugação da tarefa laboratorial (etapa 2) com as tarefa de pesquisa bibliográfica (etapa 3) e de comunicação (etapa 5) evita a imagem simplista da actividade do cientista usualmente induzida através das actividades laboratoriais mais tradicionais, isto é, daquelas que assentam exclusivamente na realização de uma tarefa de carácter laboratorial.

Referências bibliográficas

- ALONSO, L., ROLDÃO, M. C. & VIEIRA, F. (2006). Construir a competência de aprender a aprender: percurso de um projecto CCAA. In A. Moreira, J. A. Pacheco, S. Cardoso & A. Silva (Orgs.), *Actas do VII Colóquio sobre Questões Curriculares (III Colóquio Luso-Brasileiro) Globalização e (des)igualdades: os desafios curriculares*. Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, pp. 3105-3118.
- BOADAS, E. (2001). La enseñanza estratégica de las ciencias naturales. In C. Monereo (Coord.), *Ser estratégico y autónomo aprendiendo. Unidades didácticas de enseñanza estratégica*. Barcelona: Graó, pp. 107-143.

- CACHAPUZ, A., PRAIA, J. & JORGE, M. (2002). *Ciência, educação em Ciência e ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.
- COELHO DA SILVA, J. L. & LEITE, L. (1997). Atividades laboratoriais em manuais escolares: proposta de critérios de análise. *Boletim das Ciências*, vol. X, nº 32, pp. 259-264.
- COSTA PEREIRA, D. (2007). *Nova educação na nova ciência para a nova sociedade. Fundamentos de uma pedagogia científica contemporânea. Volume 1*. Porto: Universidade do Porto.
- DUARTE, M. C. & FARIA, M. A. (1992). Ciência do professor e conhecimento dos alunos. In M. Pereira (Coord.), *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta, pp. 61-97.
- FONTES, A. & FREIXO, O. (2004). *Vigotsky e a aprendizagem cooperativa. Uma forma de aprender melhor*. Lisboa: Livros Horizonte.
- FOSNOT, C. (1999). *Construtivismo e educação. Teoria, perspectivas e prática*. Lisboa: Instituto Piaget (Edição original: 1996).
- FURIÓ, C., PAYÁ, J. & VALDÉS, P. (2005). Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica. In D. Gil Pérez, B. Macedo, J. Martínez Torregrosa, C. Sifredo, P. Valdés & A. Vilches (Eds.), *Como promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago do Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO, pp. 81-102.
- GIL PÉREZ, D. & VALDÉS CASTRO, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratório como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias*, vol. 14, nº 2, pp. 1555-163.
- JIMÉNEZ RAYA, M., LAMB, T. & VIERA, F. (2007). *Pedagogy for autonomy in language education in Europe. Towards a framework for learner and teacher development*. Dublin: Authentik.
- JOHNSON, D., JOHNSON, R., HOLUBEC, E. & ROY, P. (1984). *Circles of learning. Cooperation in the classroom*. USA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- MATIAS, O. & MARTINS, P. (2003). *Biologia 10, parte 1; Biologia e Geologia, 10º ano; livro do professor*. Porto: Areal Editores.
- MONEREO, C. (2001). La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. In C. Monereo (Coord.), *Ser estratégico y autónomo aprendiendo. Unidades didácticas de enseñanza estratégica*. Barcelona: Graó, pp. 11-27.
- OLIVEIRA, Ó., RIBEIRO, E. & SILVA, J. C. (2007). *Desafios, Biologia, vol. 2, 10º/11º ano, edição do professor*. Porto: Edições ASA.
- SILVA, A. D., MESQUITA, A., GRAMAXO, F., SANTOS, M. E., BALDAIA, L. & FÉLIX, J. M. (2007). *Terra, Universo de Vida - 2ª parte - Biologia, Biologia e Geologia, 10º ou 11º ano (ano 1), exemplar do professor*. Porto: Porto Editora.
- VIEIRA, F., GOMES, Á., GOMES, C., SILVA, J. L., MOREIRA, M. A., MELO, M. C. & ALBUQUERQUE, P. B. (2002). *Concepções de pedagogia universitária. Um estudo na Universidade do Minho*. Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.

Coelho da Silva, José Luís (2009). Actividades laboratoriais e autonomia na aprendizagem das ciências . In F. Vieira, M. A. Moreira, J. L. Coelho da Silva & M. C. Melo (eds.). *Pedagogia para a autonomia - Reconstruir a esperança na educação. Actas do 4º Encontro do GT-PA (Grupo de Trabalho - Pedagogia para a Autonomia)*. Braga: Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação. CD-ROM.