

**O TRABALHO EXPERIMENTAL DE INVESTIGAÇÃO: DAS EXPECTATIVAS DOS ALUNOS ÀS POTENCIALIDADES NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS<sup>§</sup>**  
(The experimental work of research: from the students expectations to the potentialities in the development of competencies)

**Maria Manuela Fernandes**  
Escola EB1 de Eixo- Aveiro, Portugal

**Maria Helena Santos Silva**  
Centro de Estudos em Educação  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
helsilva@utad.pt

### **Resumo**

Da análise da literatura actual sobre trabalho experimental (TE), sobressai como consensual a defesa de uma perspectiva de orientação investigativa do mesmo, a qual é encarada como uma alternativa válida a práticas mais tradicionais de utilização de TE nas aulas de ciências, pelo facto de possibilitar o desenvolvimento de competências científicas pelos alunos. Nesta comunicação serão apresentados resultados de uma experiência, desenvolvida em contexto de sala de aula, que envolveu a concepção e implementação de TE de investigação e que pretendeu averiguar a valorização atribuída pelos alunos nela envolvidos ao TE de orientação investigativa, relativamente ao TE de verificação que habitualmente realizavam e inferir, a partir da opinião por eles manifestada, sobre as potencialidades do TE de investigação, relativamente ao TE habitualmente realizado, no desenvolvimento de competências atitudinais e procedimentais.

**Palavras-chave:** trabalho experimental de investigação; competências atitudinais; competências procedimentais; alunos

### **Abstract**

From the analysis of current literature about experimental work (EW) we see a consensus on a research perspective of the same. This is considered as a valid alternative to more traditional practices of EW in science classes, because it enables the students to develop scientific competency. In this paper we will present results from an experiment, developed within the context of the classroom, which involved the conception and implementation of research EW. The aim was to discover the value attributed to the EW of research orientation by the students involved, in relation to the EW of verification that is habitually carried out. This is done by way of their opinion about the potentialities of the EW of research, relative to the EW habitually carried out, in the development of attitudinal competencies and procedures.

**Keywords:** research experimental work; attitudinal competencies; procedural competencies; students

### **Introdução**

A literacia científica dos cidadãos é uma preocupação actual de muitos países, admitindo-se de forma consensual que o cidadão comum necessita de dominar conhecimento científico e tecnológico para poder compreender os métodos através dos quais os cientistas apresentam novas propostas; para poder apreciar as potencialidades e os limites das evidências científicas; para poder fazer uma avaliação cuidadosa dos riscos e para poder identificar as implicações éticas e morais das

---

<sup>§</sup> Trabalho apresentado no II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciências, Burgos, Espanha, setembro de 2004. Aceito para publicação na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências após novo processo de arbitragem.

diferentes possibilidades de acção que a ciência oferece (Millar, Osborn e Nott, 1998). Por esta razão, alguns países adoptaram o termo “Ciência para Todos” como forma de fazer chegar a ciência, não apenas a alunos que vão prosseguir estudos, mas também proporcionar, com os objectivos anteriormente referidos, uma cultura científica básica ao conjunto da população. Ou seja, a escola deve estar preparada não só para formar os indivíduos a fim de possibilitar a sua sobrevivência e inserção no mercado de trabalho, mas também para ser o lugar onde lhes sejam dadas as condições para que adquiram capacidades que os habilitem a uma auto - formação ao longo da vida e a assumir a sua responsabilidade na sociedade.

De acordo com tal quadro de referência, surge a defesa de uma abordagem holística do ensino das ciências.

Woolnough (1994), usa o termo abordagem “holística” da ciência com duplo sentido: no sentido de que esta perspectiva incorpora as áreas afectiva, cognitiva e psicomotora; e no sentido de que a actividade científica deve ser encarada como um todo, uma vez que só assim os alunos poderão relacionar as actividades que desenvolvem com o verdadeiro trabalho dos cientistas.

Hodson (1994, 1996), na mesma linha de pensamento, admite que a perspectiva holística da ciência dá origem a três tipos de aprendizagem: a compreensão conceptual de qualquer tema estudado ou investigado; o aumento do conhecimento relativo ao procedimento - aprender mais acerca das relações entre observação, experiência e teoria, desde que se conte com tempo para a reflexão; e o aumento da capacidade investigativa que pode transformar-se em mestria.

Um dos objectivos desta abordagem passa por usar o trabalho científico de forma a colocar os alunos perante situações que tenham realmente carácter problemático, de modo a que sejam encorajados a levantar questões, a planear experiências simples, visando a testagem de uma dada hipótese de trabalho, a fazer previsões, a observar semelhanças e diferenças, a usar uma pluralidade de métodos, a comunicar as suas ideias e a reflectir criticamente sobre todo o percurso investigativo (Jiménez Aleixandre, 2000).

No âmbito desta perspectiva, o trabalho experimental (TE) deixa de ser encarado apenas como uma actividade que envolve o “fazer”, para envolver sobretudo o “pensar” (Miguéns, 1999), possibilitando o desenvolvimento de competências nos vários domínios. Também Gil Pérez e Castro (1996), defendem que o TE que pretenda aproximar-se de uma investigação, tem de integrar outros aspectos igualmente importantes da actividade científica. Propõem uma orientação investigativa das actividades práticas, de forma a que os alunos construam uma visão mais correcta da ciência como actividade aberta e criativa.

A discussão que se tem gerado nos últimos anos acerca das múltiplas potencialidades do TE de orientação investigativa, no desenvolvimento de competências pelos alunos, aliada a resultados de estudos sobre o nível de literacia científica da população escolar, que põem, em muitos casos, em causa o contributo do ensino formal das ciências para a educação científica dos jovens, tem influenciado a revisão dos currículos em vários países, incluindo Portugal. Procura-se que a educação em ciência baseada numa abordagem holística crie, pela possibilidade de integração entre os conteúdos e os processos da ciência, condições que contribuam para a construção do conhecimento científico pelos alunos, em contextos que facilitem a reestruturação e/ou construção dos seus saberes e capacidades (Almeida, 1998), contribuindo para superar as deficiências encontradas.

No entanto, o desenvolvimento de qualquer programa ou currículo, passa pela interpretação que os professores fazem dele.

Relativamente ao TE, a afirmação anterior parece ter a máxima pertinência dado resultados de muitos estudos, cujo objectivo é caracterizar o trabalho prático habitualmente realizado nas escolas, permitirem concluir que este se reduz, com frequência, a exercícios em que os alunos seguem uma série de instruções (Tamir e Rovia, 1992 ; Barberá e Valdés ,1996, entre outros). Ou seja, a maioria das actividades práticas realizadas são muito orientadas, situando-se num nível baixo de indagação, o que limita as competências que possibilitam desenvolver e o grau de motivação dos alunos na sua realização, dada a reduzida participação deles exigida (Hodson, 1994).

Estudos sobre a caracterização do TE realizado nas escolas portuguesas (Cachapuz *et al*, 1989; Miguéns, 1991; Almeida, 1995; Silva,1999), evidenciam a sua pequena utilização e o predomínio de demonstrações e verificações experimentais. Esta constatação, condiciona a que simultaneamente à revisão dos currículos seja urgente uma mudança das práticas dos professores.

Apesar de cada modalidade de trabalho experimental apresentar objectivos próprios, apenas as investigações se apresentam como problemas que o aluno tem que resolver recorrendo ao laboratório (Woolnough e Allsop, 1985), podendo ser utilizadas como estratégias de ensino-aprendizagem adequadas ao desenvolvimento de competências científicas. Reis (1996) refere que numa estratégia investigativa muitas competências científicas - identificação de variáveis, construção de tabelas e gráficos, descrição de relações entre variáveis, selecção e tratamento de informação, formulação de hipóteses, planeamento e execução de investigações, por exemplo, podem ser sucessivamente utilizadas e aperfeiçoadas promovendo o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento crítico, da auto-aprendizagem e da capacidade de resolver problemas. O autor acrescenta ainda que quando os alunos trabalham em grupo, a execução e a discussão destas actividades permitem fomentar o trabalho de cooperação entre os alunos e entre estes e o seu professor. Em suma, professores e alunos podem envolver-se conjuntamente numa actividade que pode ser simultaneamente “*construtivista, reflexiva e interactiva*” Hodson (1994:310).

Considerando o exposto, relativamente às potencialidades do TE de orientação investigativa no desenvolvimento de competências pelos alunos e a sua utilização pouco frequentemente nas aulas de ciências, pensamos pertinente a realização de um estudo que possibilitasse obter o ponto de vista dos alunos sobre o TE de investigação relativamente ao TE de verificação (Cachapuz, 1989), habitualmente realizado por estes. Apesar do estudo desenvolvido ter envolvido a perspectiva dos alunos e da professora relativamente a vantagens e dificuldades do TE de investigação no desenvolvimento de competências científicas pelos alunos, nesta comunicação serão apenas analisados os resultados obtidos no que diz respeito às vantagens do ponto de vista dos alunos. Assim, pretende-se dar resposta aos seguintes objectivos:

- Desenvolver um percurso de ensino-aprendizagem com vista à implementação de TE de investigação.
- Comparar as vantagens apontadas pelos alunos à realização de TE de verificação com as vantagens por eles apontadas à realização de TE de investigação.
- Inferir, a partir da opinião dos alunos, sobre as potencialidades do TE de investigação no desenvolvimento de competências procedimentais e atitudinais, relativamente ao TE de verificação.

## **Metodologia**

### *Amostra*

A amostra foi constituída por 40 alunos pertencentes a duas turmas de 10º Ano do Ensino Secundário, do Nordeste de Portugal. O aproveitamento dos alunos em ambas as turmas era

semelhante, possuindo ambas alunos com características heterogéneas relativamente ao aproveitamento.

### *Descrição do estudo*

O estudo desenvolveu-se no âmbito da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia (T.L.B.) durante a leccionação da unidade de ensino – *Constituintes Químicos da Matéria Viva* e decorreu durante 13 tempos lectivos.

Os alunos que constituem a amostra desenvolviam, até à altura em que decorreu o estudo, com a professora de T.L.B., que desempenhou simultaneamente o papel de investigadora, TE predominantemente orientado por protocolos experimentais existentes no manual escolar adoptado para a disciplina. Tais trabalhos não configuravam qualquer natureza investigativa, limitando-se os alunos a seguir as instruções do protocolo no sentido de verificarem, pela via experimental, aspectos que já tinham aprendido do ponto de vista teórico- TE de verificação (Cachapuz, 1989).

### *Caracterização do percurso de ensino – aprendizagem em estudo*

O percurso de ensino - aprendizagem em estudo assentou na planificação de um trabalho experimental de investigação relacionado com a tarefa de pesquisar os constituintes químicos da castanha. Optou-se por este alimento por se tratar de um produto de grande importância na região, de forma a gerar uma situação problemática que não fosse socialmente neutra para os alunos e onde estes percebessem o sentido do estudo (Gil Péres e Castro, 1996). O estudo foi organizado em três fases que designámos por: Pré-operacional; Operacional e Pós-operacional cada uma das quais com finalidades próprias (Quadro I).

O envolvimento dos alunos, em cada uma das fases do desenvolvimento do TE investigativo decorreu da seguinte forma:

#### A - Fase Pré – Operacional

Antes de se iniciar a actividade experimental a ser planeada e desenvolvida pelos alunos, foi-lhes aplicado um questionário- Questionário I. Dados os objectivos do estudo, considerámos importante obter a percepção dos alunos sobre a participação que lhes era pedida no TE que realizavam habitualmente, bem como conhecermos as suas expectativas sobre o seu possível envolvimento em TE com outras características.

A contextualização do problema foi efectuada através da realização de uma ficha de trabalho. A partir da sua discussão emergiu o seguinte problema - *Quais os constituintes químicos presentes na castanha?* Foi importante, nesta etapa, disponibilizar tempo para discutir com os alunos a relevância da situação problemática abordada, de forma a que estes adoptassem uma atitude positiva em relação à tarefa a realizar e a evitar frustrações e sentimentos de incapacidade face a um problema que, à partida, poderia parecer de difícil resolução.

De seguida, os alunos organizaram-se em grupos de trabalho e delinearão uma estratégia de resolução do problema. Considerando que em causa estava a realização de TE de investigação, era necessário dar oportunidade aos alunos de formularem hipóteses de trabalho, de desenvolverem os seus próprios procedimentos experimentais desenhando, cuidadosamente, um planeamento experimental que permitisse investigar e dar resposta ao problema em estudo. Assim, os alunos pela primeira vez elaboraram o seu próprio plano de investigação, propuseram os seus próprios procedimentos, seleccionaram o material e testaram-no, tentando verificar a viabilidade da sua

utilização; pensaram nos detalhes experimentais, nas formas de controlar a experiência, negociaram ideias, planejaram formas de recolher dados e reformularam procedimentos experimentais que pareciam menos viáveis.

Quadro I- Faseamento do percurso de ensino-aprendizagem seguido.

Percurso de ensino-aprendizagem seguido  
(Trabalho experimental de investigação)

FASES	ACTIVIDADES	Nºde horas lectivas (50 min)
<b>A-Pré-operacional</b>	-Resposta ao Questionário I - Contextualização / Problematização do tema em estudo.  - Planeamento do trabalho experimental pelos alunos.	4
<b>B- Operacional</b>	- Execução, pelos alunos, do trabalho experimental anteriormente planificado.  - Organização e discussão dos resultados em pequeno grupo.	7
<b>C- Pós-operacional</b>	- Discussão dos resultados obtidos em grande grupo.  - Reflexão crítica pelos alunos  -Resposta ao Questionário II	2

No final desta etapa, cada grupo de trabalho apresentou à turma, organizada em grande grupo, o planeamento elaborado. Dado que a intenção não era chegar a um planeamento único, surgiu um leque de desenhos experimentais variados. Alguns grupos, após troca de ideias com outros, reflectiram sobre a viabilidade das suas propostas, decidindo-se pela reformulação de alguns detalhes que lhes pareciam menos viáveis.

#### B - Fase operacional

Durante esta fase, os alunos mantendo a organização em pequeno grupo, colocaram em prática, em ambiente laboratorial, o planeamento elaborado na fase anterior.

Durante a realização experimental, os alunos de cada grupo reflectiram conjuntamente sobre a viabilidade das suas propostas, havendo necessidade de reformular procedimentos, ou porque se afiguravam inviáveis, ou porque se cometiam erros que não tinha sido possível antecipar. Os alunos recorreram a algumas técnicas já adquiridas e validadas anteriormente para a pesquisa de nutrientes, outras houve que foram imaginadas, assim como alguns detalhes experimentais que nunca haviam sido postos em prática. Aspectos não previstos tiveram que ser solucionados na altura, por exemplo: a necessidade de controlar a experiência e a construção de modelos para a recolha de dados. Para isto contribuiu a ajuda da professora que os questionava com frequência e fornecia pistas para soluções alternativas, estimulando-os a uma constante articulação entre aspectos teóricos e os dados obtidos na investigação.

## Recolha e análise de dados

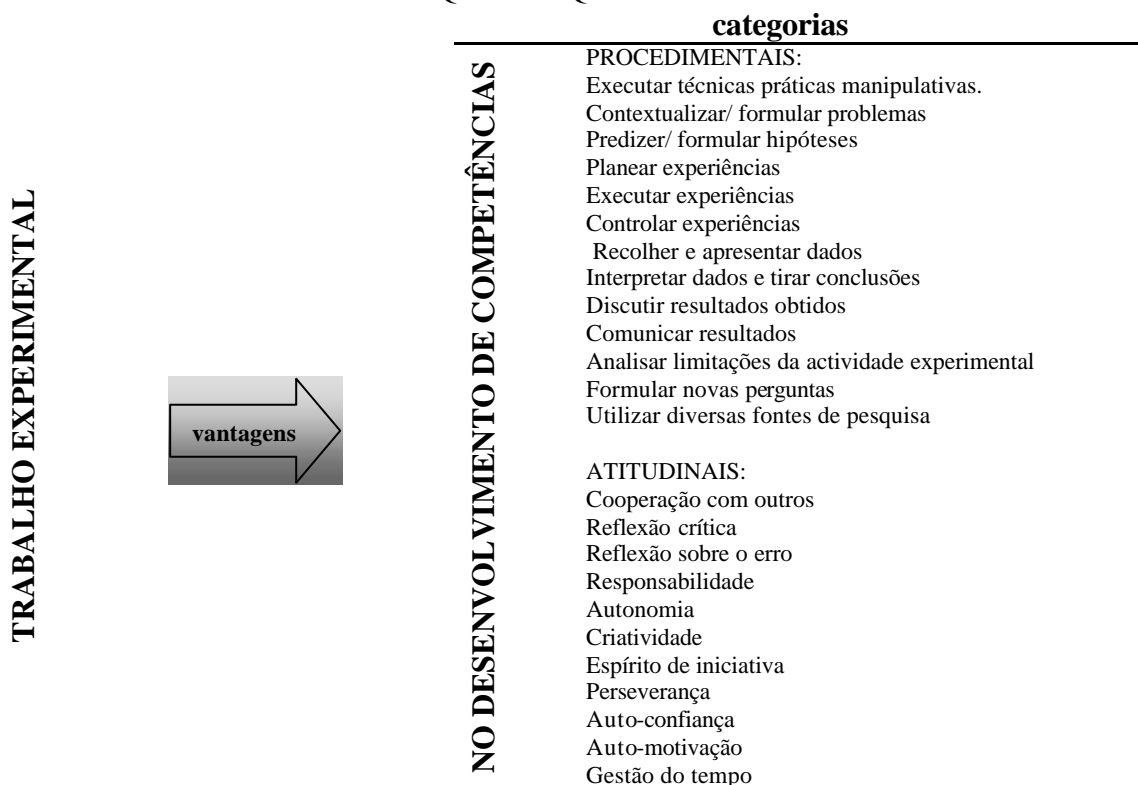
Os dados sobre a opinião dos alunos relativamente ao TE foram obtidos a partir da aplicação de dois questionários compostos por questões fechadas e questões abertas: Questionário I, no início da fase pré-operacional e Questionário II, aplicado no final da fase pós-operacional.

As respostas dadas ao Questionário I permitiram-nos conhecer a opinião dos alunos sobre o TE de verificação, habitualmente realizado.

As respostas dadas ao Questionário II, possibilitaram obter a opinião dos alunos sobre o TE de investigação realizado, de forma a podermos confrontar essas opiniões com os dados do Questionário I. Os questionários, respondidos anonimamente pelos alunos, foram numerados para facilitar a apresentação dos resultados obtidos.

Para análise das questões fechadas dos questionários procedeu-se a uma análise estatística simples, através do cálculo de frequências, não se tendo recorrido a métodos mais sofisticados por se tratar de uma amostra reduzida. Para as questões abertas dos questionários, procedeu-se a uma análise de conteúdo, com vista a obter indicadores, que apresentamos, ao longo do texto a *”itálico”* e que associamos a categorias (Quadro II) que surgem representadas a **”bold”** e que foram eventariadas por autores como Tamir e Rovia (1992), Gil Pérez e Castro, (1996) e Hodson e Reid (1993).

Quadro II – Quadro de “leitura” dos dados



## Apresentação e análise de dados

Apenas o conteúdo das respostas dadas pelos alunos às questões dos Questionários I e II relacionadas com os aspectos do estudo analisados nesta comunicação serão objecto de apresentação e análise. Questões analisadas do Questionário I: *1- Considera as diferentes fases do TE a seguir indicadas. Em que fases tens tido oportunidade de participar?; 2- Reconheces*

vantagens no TE que tens realizado?; 2.1- Justifica a tua resposta; 4- Considerando a participação que tens tido nas diferentes fases do TE, em que outras gostarias de participar?; 4.1- Justifica as tuas opções. Questões analisadas do Questionário II: 1- Das várias etapas do TE de investigação que desenvolveste, assinala o grau de importância que teve para ti cada uma delas; 1.2- Justifica as tuas opções; 3- Reconheces vantagens no TE de investigação que desenvolveste em relação ao TE que habitualmente realizas?; 3.1- Justifica a tua resposta.

#### A- Análise de dados obtidos a partir do Questionário I

As respostas à questão 1, forneceram uma visão relativa à percepção dos alunos sobre o seu envolvimento nas várias fases de desenvolvimento do trabalho experimental, que lhes havia sido proporcionado nas aulas de T.L.B. (figura 1).

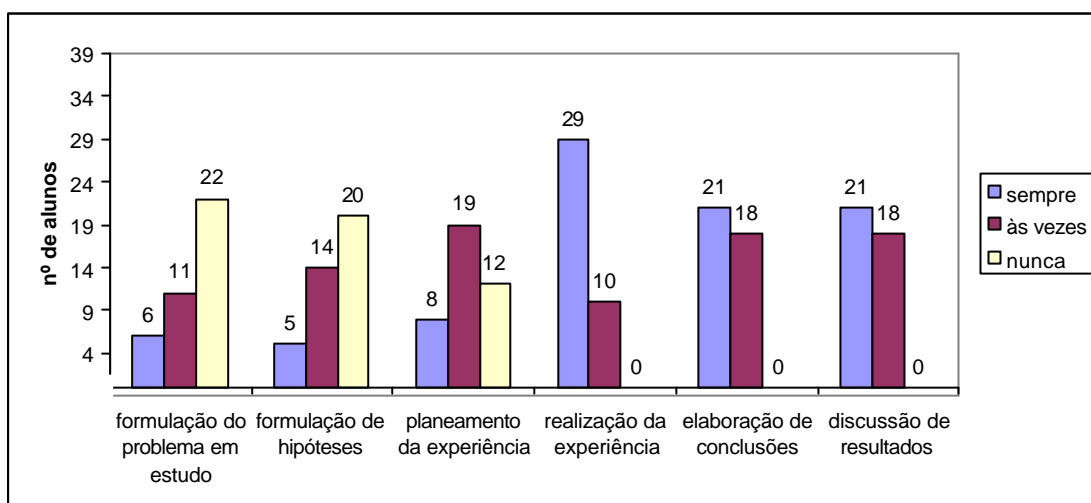


Fig. 1- Percepção dos alunos sobre o seu grau de participação das diversas fases do trabalho experimental habitualmente realizado.

Os resultados obtidos indicam que os alunos tem a percepção de que habitualmente lhes é possibilitado realizar experiências, elaborar conclusões e discutir resultados. Não lhes tendo sido possível, a formular problemas, formular hipóteses nem planejar experiências.

Relativamente à questão -“ Reconheces **vantagens** no TE que tens realizado?” a totalidade dos alunos respondeu afirmativamente, tendo apontado como vantagens mais frequentes as seguintes:

QI-7 “ Testar capacidades ex: organização em laboratório e cuidados em seguir regras”;

QI-36 “ Conhecer o funcionamento dos objectos a utilizar”;

A partir do conteúdo das respostas dadas pelos alunos parece poder inferir-se que vêem o TE como uma forma de adquirir **técnicas práticas manipulativas** que associamos a manipulações práticas sem grande actividade pensante.

De uma forma geral, os alunos não referem vantagens que possamos relacionar com contributos do TE que favoreçam o seu desenvolvimento pessoal. Apenas dois alunos se referem esse aspecto:

QI-4 “ Aprende-se a trabalhar ordeira e responsabilmente”

QI-8 “ Adquirir métodos de trabalho individual e em grupo”.

São também de salientar “vantagens” do tipo:

QI-39 “A vantagem é que já sabemos os resultados”;

QI-34 “ Eu penso que sim porque nos é dado um protocolo que já tem o material, o objectivo e as etapas a seguir para realizar a experiência e, por isso, é mais fácil concretizá-lo e tirar conclusões, enquanto se formos nós a planear a experiência torna-se mais complicado...” ,

a partir das quais parece possível inferir que alguns alunos vêem vantagens nas actividades orientadas por protocolos porque se tornam mais fáceis de executar.

Através da questão 4 pretendíamos saber quais as expectativas dos alunos relativamente à possibilidade da sua participação em outras fases do trabalho experimental, em que não tinham estado tão activamente envolvidos.

Conforme os resultados da Fig. 2, verificamos que as respostas se distribuíram por todas as fases de desenvolvimento do TE, o que demonstra que, em todas elas, há um número elevado de alunos a desejar participar mais activamente. No entanto, os resultados evidenciam uma ligeira superioridade de preferências para a formulação do problema, a formulação de hipóteses e o planeamento experimental, precisamente as fases em que os alunos não estavam habituados a participar, como constatámos na análise das respostas à questão 1 (fig. 1).

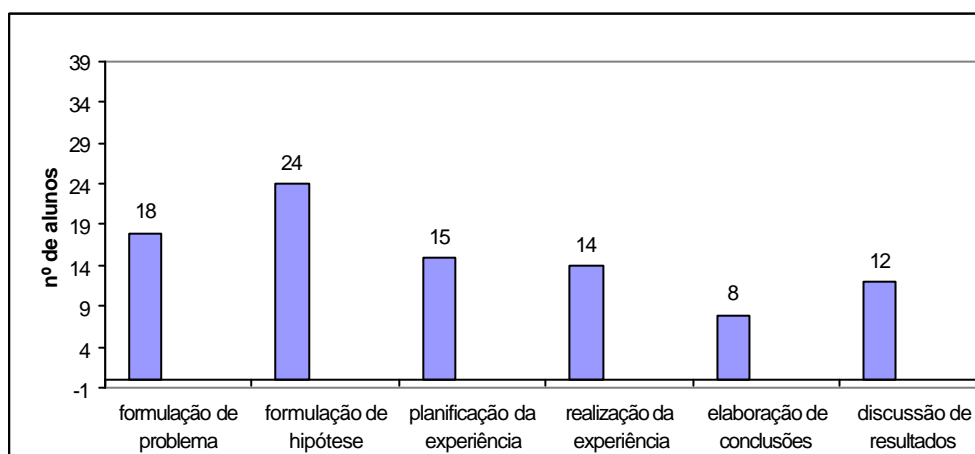


Fig. 2- Percepção dos alunos sobre as fases do TE em que mais gostariam de participar.

Na questão 4.1 pedimos aos alunos para justificarem as respostas dadas à questão anterior, com o objectivo de percebermos as razões pelas quais gostariam de participar mais activamente, em algumas fases do trabalho experimental. Verificamos, pelas suas respostas, que há algum desejo em experimentar algo de mais desafiador, em termos de capacidades exigidas e que os dotaria com outras perspectivas sobre o trabalho científico:

QI-7 “Porque nunca tivemos essa oportunidade de formular problemas, formular hipóteses e planeamento e acho que se as tivéssemos alargariámos o nosso conhecimento e a nossa capacidade científica”;

QI-34 “ Formulação do problema e planeamento são as fases que nos levam a pensar e porque nunca planeei uma experiência, gostaria de o fazer. Podemos não acertar à primeira e os resultados não darem certos e ter que formular novas hipóteses. Quando nos é dado um protocolo limitamo-nos a realizar a experiência e apenas a tirar conclusões”.

Nesta última afirmação, constatamos que apesar de o aluno encarar o trabalho experimental como uma tentativa de encontrar “ a resposta certa”, revela o desejo de o realizar de forma a ter oportunidade de uma maior **autonomia** de pensamento. Este aspecto parece ser o que condiciona



serem as fases iniciais do trabalho experimental as mais referenciadas pelos alunos, como aquelas em que gostariam de participar mais activamente por serem as que apelam à **reflexão crítica**:

*QI-20 “ Formulação do problema, é como se fosse um enigma que temos que resolver e procurar a causa deste, fazer suposições e pensar se está certo ou errado”.*

É ainda de salientar a ideia que os alunos têm de que a **cooperação com outros**, através da negociação de ideias e reflexão partilhada, pode permitir mais sucesso nos trabalhos experimentais que se realizaram:

*QI-3 “ O planeamento, porque uma pessoa sozinha pode fazer asneiras e muitas cabeças a funcionar podem fazer um planeamento da experiência melhor”;*

*QI-15 “ Gostaria de participar na formulação de hipóteses onde todos pudessem dar a sua opinião chegando a uma ideia final”.*

Um outro aluno encara a mudança na metodologia de trabalho como forma de **auto-motivação**, sobretudo quando podem resolver problemas do seu interesse:

*QI-11 “ Formulação do problema, é muito mais satisfatório sermos nós próprios a identificá-lo do que já nos vir exposto e identificado”.*

Em suma, o TE realizado habitualmente é encarado pelos alunos como uma actividade que lhes permite realizar experiências, elaborar conclusões e discutir resultados, reconhecendo que formular problemas, formular hipóteses e planear experiências é algo que não têm tido possibilidade de fazer. Os alunos têm consciência que não tiveram oportunidade de participar nas fases do trabalho experimental que requerem maior actividade intelectual. Apontam como principais vantagens, do tipo de TE que habitualmente realizavam, o desenvolvimento de técnicas práticas manipulativas, prevalecendo a ideia que este tipo de competências, os pode ajudar numa possível saída profissional.

#### *B- Análise dos dados obtidos a partir do Questionário II*

Na primeira questão foi pedido aos alunos para classificarem, como pouco importante, importante e muito importante, cada uma das fases do TE de investigação que tinham realizado.

Conforme mostra a figura 3, a maioria dos alunos considera as diferentes fases como muito importantes ou importantes. As fases mais valorizadas como muito importantes são a formulação de hipóteses e o planeamento da experiência.

Na questão 1.2 solicitámos aos alunos para justificarem as opções escolhidas na questão anterior.

Relativamente à **formulação do problema** fazem referência à importância da oportunidade de terem procedido à sua formulação e contextualização:

*QII-74 “ A formulação do problema é importante porque ajuda a capacidade de pensar”.*

Os alunos valorizam também o facto de terem trabalhado com a castanha por ser um fruto da região. O interesse e a curiosidade por um alimento do seu contexto diário gerou um compromisso com o objecto investigado parecendo ter motivado os alunos para o trabalho, estimulando a sua capacidade de pensar.

**A formulação de hipóteses**, constituiu-se como uma das etapas da metodologia mais importantes para os alunos porque:

QII-74 “ A formulação de hipóteses é importante porque nos faz utilizar todos os nossos conhecimentos, temos que pensar bastante e não nos podemos esquecer de cada pormenor do problema”;

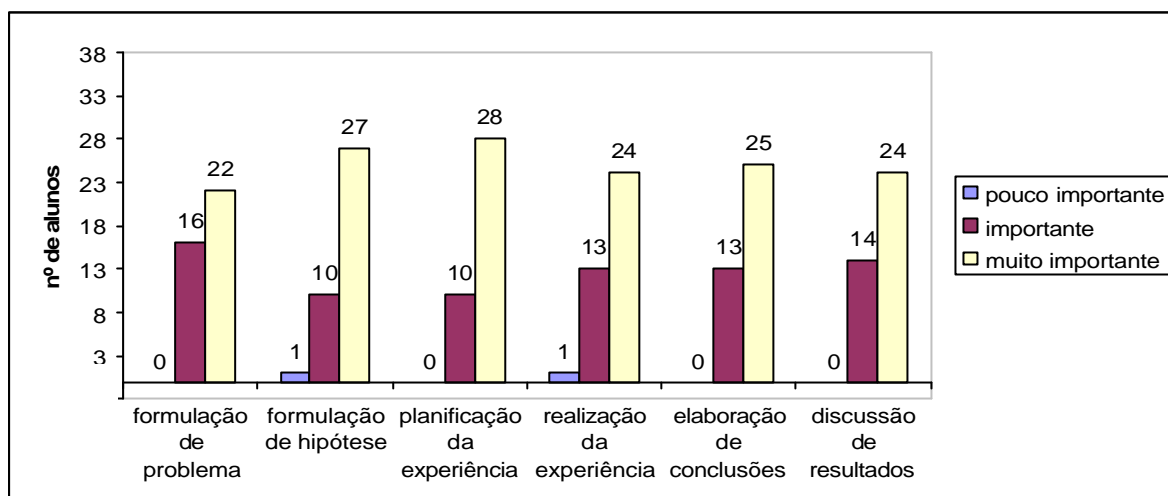


Fig. 3- Grau de importância atribuída pelos alunos, a cada uma das fases do TE de investigação.

É notória a forma como os alunos têm consciência que a formulação de hipóteses implica ter que relacionar a teoria com a prática. O mesmo argumento é utilizado para explicar a importância que atribuem ao **planeamento experimental** onde também é referida a organização do trabalho, a reflexão crítica e a interacção com os colegas, como aspectos importantes requeridos nesta fase da investigação.

QII-73 “ O planeamento foi importante, é este processo em que temos que estar mais atentos, é neste que se faz a reflexão de todo o trabalho (...). Quando este estivesse mal teríamos que reflectir para encontrar uma solução para o problema surgido”;

A diversidade de formas através das quais os grupos tentaram resolver o problema foi um aspecto dominante na reflexão dos alunos, bem como a necessidade de reformularem o planeamento quando a sua **execução experimental** não era viável.

QII-67 “ A realização do procedimento experimental gostei porque às vezes as coisas não corriam como planeamos e tínhamos que voltar a fazer de novo. Não estamos acostumados a fazê-lo pois limitamo-nos a seguir o protocolo”.

A **reflexão sobre os erros** cometidos e o **pensamento crítico** também são apontados como factores importantes para **tirar conclusões**, permitir a **discussão dos resultados** e a **comunicação** dos mesmos:

QII-58 “ Se nos depararmos com um erro devemos sempre registá-lo para elaboração de uma boa conclusão. É também importante a discussão entre os membros do grupo sobre os resultados obtidos”;

QII-74 “ A conclusão dá para avaliar resultados da experiência e o rendimento do grupo. A discussão é importante porque podemos discutir com outros grupos. Melhora a nossa capacidade crítica de discutir sobre os métodos utilizados e corrigir os erros de cada grupo”.

No discurso dos alunos podemos aperceber-nos da sobrevalorização que eles atribuem ao trabalho de grupo, referenciando-o como um espaço privilegiado para a discussão sobre as estratégias de trabalho e resultados obtidos.

Alguns alunos reflectem sobre a importância da metodologia seguida na sua globalidade:

QII-57 “ Para um trabalho ser bem estruturado, organizado e bem explícito é preciso começarmos a ter uma “opinião científica” ou seja, a reformulação do problema e da hipótese são muito importantes porque o trabalho desenvolve-se

*em função das teorias iniciais. No final do trabalho aquando da elaboração de conclusões e discussão é muito importante porque a partir daí damos a conhecer os nossos conhecimentos e a capacidade crítica que nós temos em relação aos resultados obtidos”.*

Em suma, os alunos valorizam sobretudo, as fases de formulação do problema, formulação de hipóteses e planeamento da actividade experimental, o fazer e refazer durante o procedimento, como alternativa a um procedimento único, sem grandes possibilidades de errar. Também a possibilidade de discutir resultados e tirar conclusões são valorizadas pelo facto de permitirem aumentar a capacidade crítica e a capacidade de pensar. Alguns alunos não deixam, porém, de se referir à importância que teve a metodologia de investigação, como um todo, proporcionando-lhes uma imagem mais real da ciência.

Quando perguntamos aos alunos (questões 3 e 3.1) se o trabalho experimental de investigação teve vantagens, em relação a trabalhos realizados anteriormente, a totalidade dos alunos respondeu afirmativamente. Aprender a **trabalhar com outros**, a **aprendizagem pelo erro**, a **reflexão crítica** e ainda a aprendizagem de uma metodologia científica, foram as vantagens mais apontadas pelos alunos.

*QII-64 “ Vantagem não só pelo facto de sabermos conviver e confrontar as nossas ideias e sabermos trabalhar em grupo, mas sim pelo facto de surgir uma certa curiosidade. É talvez isso que nos faz andar à pesquisa e de nos interessarmos sobre a constituição da castanha. Assim, também podemos visualizar os nossos erros e detectá-los, para nunca mais os cometermos. Depois de termos cometido os erros, agora não os cometíamos.”;*

*QII-57 “ Adquirir conhecimentos na elaboração de uma investigação científica”;*

Para além das vantagens referidas, os alunos realçaram ainda:

O aumento de **responsabilidade**, de **autonomia**, **perseverança** e **auto-motivação**. Novamente o trabalho de grupo surge como uma estratégia que possibilita o desenvolvimento de competências atitudinais:

*QII-46 “ Maior responsabilidade e maior poder de decisão, trabalhar de forma mais organizada em grupo. Realizámos um trabalho desde o princípio até ao fim pelos nossos próprios meios”;*

*QII-45 “ Pudemos colocar as nossas próprias hipóteses e dar ideias. Não tivemos que seguir as indicações do protocolo como anteriormente. Fomos nós que tivemos que fazer o protocolo.”;*

*QII-74 “ Por vezes recorreu-se a métodos que não tínhamos aprendido. Este trabalho puxou ao máximo pelas capacidades de cada um. Desde a pesquisa intensiva em livros a horas extra na escola para acabarmos a tempo”.*

*QII-42 “ Óptima motivação de trabalho. Foi de facto a primeira vez que trabalhamos por nós próprios”;*

*QII-47 “ Este trabalho serviu como que uma aproximação de um sonho, ser cientista!”.*

### *C- Análise comparativa dos dados fornecidos pelos Questionários I e II*

O quadro III permite comparar a opinião dos alunos sobre o TE habitualmente realizado (QI) com o TE de investigação (QII) realizado durante o percurso de ensino-aprendizagem este estudo.

Os alunos no QII atribuíram grande importância, à quase totalidade das competências procedimentais a saber: Contextualizar/formular o problema, formular hipóteses, planear a experiência, interpretar dados e tirar conclusões, discutir resultados obtidos e comunicá-los.

Confrontando estes dados com os fornecidos pelo questionário I, verifica-se que os alunos passaram a valorizar, após a realização do TE de investigação, atributos que nos TE habitualmente realizados, não tinham oportunidade de mobilizar/desenvolver como: Formular problemas, prever/formular hipóteses, planear e executar experiências, interpretar dados, tirar conclusões e comunicar resultados.

No que se refere às competências atitudinais, cruzando a opinião dos alunos relativamente às vantagens do TE realizado habitualmente (QI) e as vantagens por eles atribuídas ao TE de investigação (QII) verifica-se que nos trabalhos anteriores, com excepção de algumas vantagens relacionadas com o trabalho de grupo, os alunos praticamente não referem vantagens associadas a competências atitudinais. Na realização do TE de investigação valorizam, para além das potencialidades da cooperação com outros, a reflexão crítica, a aprendizagem pelo erro, a responsabilidade, a autonomia, a perseverança e a auto-motivação.

Quadro III- Competências procedimentais e atitudinais mobilizadas/ desenvolvidas pelos alunos, inferidas a partir da análise dos Questionários I e II

VANTAGENS na mobilização/desenvolvimento de COMPETÊNCIAS	PROCEDIMENTAIS												ATITUDINAIS												
	Executar técnicas Práticas manipulativas	Contextualizar/ formular problemas	Predizer/Formular hipóteses	Planear experiências	Executar experiências	Controlar experiências	Recolher e apresentar dados	Interpretar dados e tirar conclusões	Discutir resultados obtidos	Comunicar resultados	Analisar limitações da Actividade experimental	Formular novas perguntas	Pesquisa bibliográfica	Cooperar com outros	Reflexão crítica	Reflexão sobre o erro	Responsabilidade	Autonomia	Criatividade	Espírito de iniciativa	Perseverança	Gestão do tempo	Auto confiança	Auto -motivação	
TE de investigação Ponto de vista dos Alunos Questionário I (QI)	X				X			X	X					X											
TE de investigação Ponto de vista dos Alunos Questionário II (QII)		X	X	X	X			X	X	X				X	X	X	X	X			X				X

## Conclusões

Apesar das limitações que estão subjacentes a um estudo desta natureza parece-nos contudo ser possível retirar um conjunto de conclusões, sem pretensões de generalização, a partir dos dados obtidos:

- O TE de investigação foi positivamente acolhido e explorado pela generalidade dos alunos.

Estes, revelaram ter consciência de que o TE de verificação praticado habitualmente nas aulas não lhes permitia participar em todas as valências que o trabalho experimental pode proporcionar. Nomeadamente aquelas que, no seu ponto de vista, exigem maior exercício de pensamento: formular problemas, formular hipóteses, planear experiências. Os dados indicam que os alunos revelam vontade de participar em actividades que lhes proporcionem essa possibilidade.

- O TE de investigação possibilitou a mobilização/desenvolvimento de um conjunto de competências procedimentais e atitudinais que o TE realizado habitualmente nas aulas não ajudava a mobilizar/desenvolver.

No que diz respeito às competências procedimentais destaca-se: contextualizar/formular problemas, prever/formular hipóteses, planejar experiências, interpretar dados, tirar conclusões, discutir resultados obtidos e comunicá-los. No que diz respeito às competências atitudinais salienta-se: cooperação com outros, reflexão crítica, reflexão sobre o erro, responsabilidade, autonomia, perseverança e auto-motivação.

- Foi na mobilização/desenvolvimento de competências atitudinais que parece ter havido uma maior contribuição do TE de investigação em relação aos trabalhos experimentais habitualmente realizados, uma vez que foi relativamente a estas que os alunos referiram mais vantagens do TE de investigação.

- O TE de investigação revelou-se como uma actividade que possibilitou aos alunos “pensar cientificamente”, permitindo-lhes resolver um problema prático do seu próprio interesse. Desta forma poderá contribuir para a sua literacia científica.

## Referências

- Almeida, A. M. (1995). *Trabalho experimental na educação em ciência. Epistemologia, representações e prática dos professores*. Tese de Mestrado em Ciências da Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova. Monte da Caparica.
- Almeida, A. M. (1998). Papel do trabalho experimental na educação em ciências. *Boletim Comunicar Ciência*. Ano 1, nº1, Lisboa: Ministério da Educação-DES.
- Barberá, O. e Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Cachapuz, A. et al. (1989). Trabalho experimental nas aulas de Física e Química. *Gazeta da Física*. Vol. 12 (2), 65-69.
- Gil Pérez, D. e Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Hodson, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755-760.
- Hodson, D. e Reid, D. J. (1993). *Ciencia para todos en Secundaria*. Madrid: Narcea
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. In: Palacios, F. e León, P. (Org.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil, 165-186.
- Miguéns, M. I. (1991). Actividades práticas na educação em ciências: que modalidades? *Aprender* (14), 39-44.
- Miguéns, M. I. (1999). O trabalho prático e o ensino das investigações na educação básica. In: Conselho Nacional de Educação. *Ensino experimental e construção de saberes*, Ministério da Educação, 77-95.
- Millar, R., Osborn, J. e Nott, M. (1998). National curriculum review- Science educational for the future. *School Science Review*, 80 (291), 19-24.
- Reis, P. R. (1996). O trabalho de laboratório na aprendizagem e avaliação em ciências. *Noesis*, nº 38, 48-50.

Silva, I. M. (1999). *O trabalho laboratorial em Biologia no Ensino Secundário. Das propostas curriculares às expectativas dos alunos*. Tese de Mestrado em ensino da Biologia e da Geologia, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro: Aveiro.

Tamir, P. e Rovia, M. P. (1992). Características de los ejercicios de practicas de laboratorio incluidos en libros de texto de ciências utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 3-12.

Woolnough, B. (1994). *Effective science teaching. Developing science and technology education*. Buckingham: Open University Press.

Woolnough, B. e Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.